

## NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

## INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

*Sumario*

Estudio mineralógico de una «tierra blanca» de Zarza de Alanje (Badajoz), por J. L. MARTÍN VIVALDI y C. DEL PINO VÁZQUEZ.—Pág. 3.

Alumbramiento de aguas en Embid de Ariza (Zaragoza), por JOSÉ MESQUER Pardo.—Pág. 23.

Ensayo bioestadístico sobre la fauna cuaternaria del NE. de España, por JAIME DE PORTA.—Pág. 31.

Localización del Gothlandense en la Hoja de Sallent (Huesca), por R. ALONSO, J. PASCUAL GARCÍA y F. PÉREZ SILVA.—Pág. 53.

Aspectos geológicos de la reciente explosión subterránea atómica en Nevada, por E. B. ECKEL, C. B. READ, W. H. DIMEN y E. DOVROVOLNY.—Pág. 63.

Historia estructural del ángulo SE. del núcleo paleozoico de las montañas astures, por L. U. DE SITTER.—Pág. 73.

Notas sobre prospección minera, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Pág. 93.

Memoria acerca de la organización y resultados logrados en el Tercer Campamento para prácticas de Geología «Panticosa 1957», por JOSÉ MARÍA RÍOS.—Pág. 125.

Noticias.—Pág. 135.

Notas informativas.—Pág. 149.

Notas bibliográficas: Criaderos, pág. 157.—Geología, página 158.—Geonucleónica, pág. 159.—Geoquímica, pág. 161.—Mineralogía, pág. 164.—Nucleónica, pág. 164.—Prospección, pág. 165.

Instituto Geológico y Minero de España.—Pág. 167.

NOTAS Y COMUNICACIONES  
DEL  
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO**  
DE  
E S P A Ñ A

---

NÚMERO 49

---

PRIMER TRIMESTRE

MADRID  
1958

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.

---

Estudio mineralógico de una «tierra blanca»  
de Zarza de Alanje (Badajoz)

POR

J. L. MARTIN VIVALDI y C. DEL PINO VAZQUEZ

Depósito Legal M. 1.882.-1958

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

J. L. MARTIN VIVALDI y C. DEL PINO VAZQUEZ

## ESTUDIO MINERALOGICO DE UNA «TIERRA BLANCA» DE ZARZA DE ALANJE (BADAJOZ)(\*)

### RESUMEN

En el presente trabajo se estudia una arcilla comercial («Tierra blanca», «Jabonita») procedente de Zarza de Alanje (Badajoz), mediante análisis químico, granulométrico, termoponderal y térmicodiferencial, difracción de rayos X y microscopio electrónico. Se comprueba que dicha arcilla es una mezcla de aproximadamente 30 por 100 de caolín, 20 por 100 de mica y 40 por 100 de pirofilita, como componentes fundamentales, con anatasa, feldespato y cuarzo en pequeña proporción. A la luz de su composición química y mineralógica y de sus propiedades, se sugiere su posible empleo para fines cerámicos.

### SUMMARY

A commercial clay (Tierra blanca, Jabonita) from Zarza de Alanje (Badajoz) was investigated under different experimental techniques: chemical, granulometric and differential thermal analysis, dehydration curves, X-Ray diffraction photographs and electron microscopy. This clay is a mixture of about 20 % mica, 30 % kaolin and 40 % pyrophyllite, as the main components, with feldspar, quartz and anatase in small amounts. On account of its chemical and mineralogical composition, we suggested the possibility of using this clay in ceramics.

---

(\*) Trabajo presentado a las Bodas de Oro de la R. S. E. de Fís. y Quím. con el título *Caracterización y propiedades de un caolín de Badajoz*. Estación Exp. del Zaidín del Inst. de Edaf. del C. S. I. C. y Departamento de Silicato del Patronato «Juan de la Cierva».



Continuando con el estudio de los depósitos arcillosos españoles, hemos caracterizado la muestra núm. 50 de nuestra colección, denominada comercialmente «Jabonita», y extraída de la mina Ampliación de San Rafael, situada en los términos de Zarza de Alanje y Oliva de Mérida.

Según una breve descripción del yacimiento, que nos fué enviada con la muestra, «el caolín se encuentra en las partes bajas de unas montañas rocosas y a una profundidad desde los cinco o seis metros, presentándose capas hasta los 30 metros algunas veces. Estas capas se encuentran entre otras de tierra arenosa, de un espesor variable, teniendo el yacimiento una longitud de varios kilómetros». En cuanto a su situación, se encuentra este caolín, en la provincia de Badajoz, en los pueblos de Torremejía, Los Santos de Maimona y Zarza de Alanje. Los procedimientos de extracción, según se nos dice, son muy primitivos y se usa para blanquear las paredes.

Cuando comenzamos esta investigación, estaba por publicar la hoja del mapa geológico número 803, correspondiente a Almendralejo (1), y por ello no se publicaron los resultados hasta visitar el yacimiento.

La aparición de dicha hoja nos ha permitido comprobar que dicho material arcilloso debe corresponder a la «tierra blanca» descrita en el capítulo VIII, referente a Minerías y Canteras.

Según esta descripción, la tierra blanca corresponde a las zonas inferiores del Ordoviciense. Entre bancadas de cuarcitas «existe un conjunto de pizarras muy arcillosas» y «entre ellas una especial que da origen a la tierra blan-

ca». Se cita un estudio de Tarín (2), en el que se señala dicha tierra, como «depósitos de pizarras magnesianas» y en la descripción que sigue, se habla de «mineral de esteatita» y «capas de esteatita».

Sin embargo, el análisis mineralógico del material estudiado por nosotros, indica que no se trata de un mineral único, sino de una mezcla de caolín, mica y pirofilita, y la exigua cantidad de OMg, que revela el análisis químico, proviene probablemente de la mica.

Macroscópicamente, el material tiene en efecto un aspecto de esteatita y su tacto es untuoso, lo que explica la posible confusión de visó.

Por este motivo hemos creído de interés el publicar nuestros resultados, con la idea de contribuir a un mejor conocimiento de la geología de la región citada, al mismo tiempo que a continuar ampliando nuestros conocimientos sobre la constitución y propiedades de las arcillas comerciales españolas, con objeto de conseguir un empleo racional de las mismas en la técnica y en la industria.

#### MÉTODOS EXPERIMENTALES

*Análisis químico*, siguiendo el método de Jacob (3), determinándose el  $K^+$  en un espectrofotómetro de llama Beckmann DU; la separación de alcalinos se hizo en un crisol de Lawrence-Smith.

*SiO<sub>2</sub> libre*, por ebullición con CO<sub>2</sub>Na<sub>2</sub> al 10 %, de acuerdo con el método descrito por Ross y Hendricks (4).

*Capacidad de cambio de cationes*, por saturación con Ba<sup>++</sup> y desplazamiento con NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y determinación gravimétrica del Ba<sup>++</sup> desplazado.

*Curvas de deshidratación*, por calentamiento a una serie de temperaturas crecientes, hasta peso constante, a cada una de ellas.

*Análisis térmico diferencial*, efectuado en bloque de Ni, en un equipo con velocidad de calentamiento de unos 12°/mín. y registro fotográfico.

*Análisis mecánico*, mediante la pipeta de Andreasen (5).

*Análisis por rayos X*, utilizando el método del polvo y de agregados orientados con una cámara Philips, de 147.7 milímetros de diámetro.

*Las fotografías al microscopio electrónico* se han efectuado con un aparato R. C. A. y en un aparato Philips; la muestra se montó sobre rejilla de cobre, con una película de Formvar, según la técnica usual.

*Como ensayos de plasticidad* se determinaron el límite líquido y el plástico, cuya diferencia nos da el índice de plasticidad. Para la determinación del primero empleamos la cuchara de Casagrande (6); para el segundo se determinó calculando la cantidad de agua retenida por un bastoncito, de unos tres milímetros de diámetro, expresada en tanto por ciento.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES

El análisis químico total de la muestra natural y de dos fracciones  $< 2\mu$  y  $> 2\mu$  separadas por velocidad de sedimentación, junto con la determinación de  $\text{SiO}_2$  libre y la capacidad de cambio de cationes figuran en la Tabla I.

TABLA I

Análisis químico de la muestra natural y de las fracciones  $< 2\mu$  y  $> 2\mu$

	Muestra natural	Fracción $< 2\mu$	Fracción $> 2\mu$
$\text{SiO}_2$ .....	56,83	51,45	60,09
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	30,29	36,59	27,12
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	0,81	0,98	1,02
$\text{TiO}_2$ .....	0,70	0,42	1,17
$\text{MgO}$ .....	0,64	0,63	0,81
$\text{CaO}$ .....	0,18	no det.	0,13
$\text{K}_2\text{O}$ .....	2,20	no det.	no det.
Calc.....	8,44	6,93	9,30
$\text{SiO}_2$ libre....	1,78	1,43	1,86
C. de cambio.	7,2	11,90	4,60

La pérdida de peso que experimentan la muestra total y las fracciones a cada temperatura aparecen en la Tabla II, y la representación gráfica en la fig. 1.

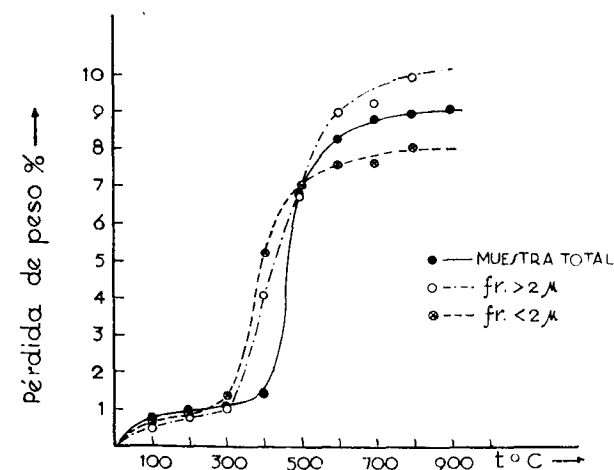


Fig. 1.—Curvas termoponderales de la «Tierra Blanca» de Zarza de Alanje (Iabonita).

TABLA II

Pérdidas de peso de la muestra total y las fracciones  $< 2 \mu$  y  $> 2 \mu$ 

T.° C.	Fracción total	Fracción $< 2 \mu$	Fracción $> 2 \mu$
100	0,79	0,63	0,48
200	1,00	0,94	0,76
300	1,08	1,34	1,01
400	1,38	5,20	4,04
500	6,78	7,00	6,63
600	8,25	7,53	8,99
700	8,86	7,54	9,20
800	8,89	8,05	9,06
900	9,00		

Los resultados referentes al análisis mecánico pueden verse en la Tabla III y en la fig. 2, y el valor del índice

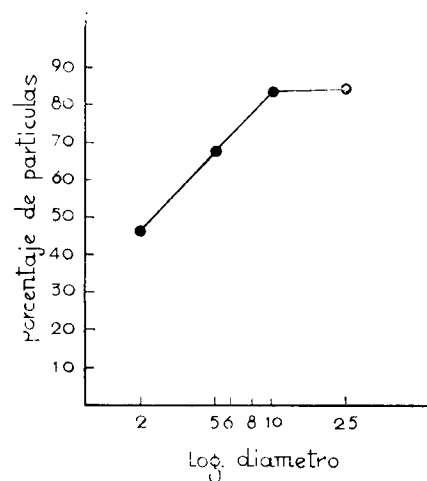


Fig. 2.—Representación gráfica de los datos del análisis granulométrico de la «Tierra Blanca» de Zarza de Alanje (Jabonita) para partículas de diámetro inferior a  $25 \mu$ .

de plasticidad, comparado con el de otros caolines puros, figura en la Tabla IV.

TABLA III

Análisis granulométrico

Fracción	%
$> 25 \mu$	16,4
25-10 $\mu$	0,3
10-8 $\mu$	9,0
8-6 $\mu$	2,2
6-5 $\mu$	4,6
5-2 $\mu$	21,5
$< 2 \mu$	46,0

Finalmente, en la Tabla V aparecen los espaciados  $d$ , y las intensidades para las líneas de las fotografías de Rayos X (fig. 3), de la muestra natural, sin tratamiento alguno, y de la muestra calentada a  $650^\circ \text{C}$ , y en la Tabla VI figuran los espaciados y las intensidades de los agregados

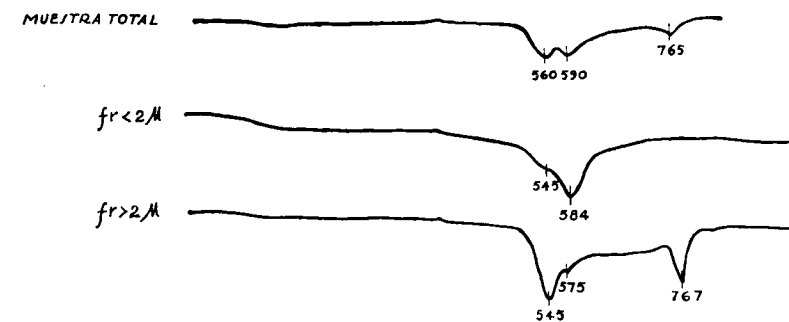


Fig. 4.—Curvas de A. T. D. de la «Tierra Blanca» de Zarza de Alanje (Jabonita)

orientados de la muestra total y de las dos fracciones separadas.

Las curvas de análisis térmico diferencial se reproducen

TABLA IV

Plasticidad de «Jabonita» y de algunas muestras de China Clay empleadas en cerámica

Muestra	Jabonita	China Clay (SB <sub>1</sub> )	China Clay (SB <sub>4</sub> )	China Clay (SB <sub>5</sub> )
Límite líquido...	40,78	55,64	45,10	39,70
Límite plástico...	34,34	46,00	38,20	32,80
Índice de plasticidad.....	6,44	9,64	6,90	6,90

en la fig. 4 y las fotografías obtenidas al microscopio electrónico en la fig. 5.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis röntgenográfico (Tabla VI) muestra de modo inequívoco que se trata de una mezcla compleja de minerales hinchables, siendo los fundamentales tres minerales de la arcilla con espaciados según (001) a 10 Å, 9 Å y 7 Å. El estudio detenido del resto del diagrama permite afirmar que dichas reflexiones proceden de moscovita, de pirofilita o talco, y de un mineral del grupo del caolín, respectivamente.

La semejanza en las estructuras de pirofilita y talco da lugar a que sus diagramas de difracción sean casi idénticas (7) (8). Ello, unido a la complejidad del diagrama en estudio, hace difícil el decidir por sí sólo sobre si se trata de pirofilita o talco. No obstante, el análisis químico da solamente un 0,64 % de MgO y, por consiguiente, hay que atribuir las reflexiones al mineral pirofilita. En favor de ello está además el que la reflexión (002) de talco es muy débil y no aparecería, y la de índice (060) está a

TABLA V

Espaciados e intensidades deducidos de las fotografías de polvo por rayos X (con radiación Cu K $\alpha$ )

SIN TRATAMIENTO									Calculada a 650	
d	I	H	A	M	K	P	$\alpha$	F	d	I
10,39	m			+					10,39	m
9,06	m					+			9,55	m
7,22	m									
5,71	dm									
4,99	m			+					4,99	dm
4,46	f			+	+				4,49	f
4,38	m								4,38	fm dif
4,13	d									
3,90	dd			+	+				3,92	dm
3,74	dd			+	+				3,74	dm
3,51	dm	(+)	+	+					3,51	dm
3,36	mf				+		+		3,35	f
3,21	dd							+	3,24	dd
3,08	d							+	3,10	dm
3,00	m								3,03	dd
2,88	v*			+					2,86	dd
2,83	v			+						
2,57	bf	(-)			+	+			2,50	fm
2,43	fm				+				2,40	m(b)
2,29	d		+	+	+				2,27	m(b)
2,26	dd									
2,14	d			+					2,13	m
2,07	d					+			2,08	d
1,99	dm								1,99	dm
1,90	d		+						1,88	dd
1,82	dm					+	+		1,82	m
1,75	d			+					1,72	d
1,69	dm		+			+			1,66	fm(b)
1,64			+		+	+				
1,54	d				+				1,54	m
1,50	fm			+	+	+			1,51	m
1,38	dd			+		+	+			
1,295	dd					+				
1,269	d		+			+				
1,248	d			+						

H = haloisita; A = anatasa; M = mica; K = caolín; P = pirofilita; F = feldespato;  $\alpha$  = cuarzo.

\* v = visible.

1,50 Å, mientras para el talco sería superior por la presencia del ión Mg (9) (10) en la capa octaédrica.

El aumento de intensidad y la forma de las líneas a 10,1, 9,3 y 7,2 Å en la fotografía por Rayos X del agregado orientado (Tabla VI) confirma que dichas reflexiones son las (001) correspondientes a los minerales laminares indicados.

TABLA VI

*Espaciados e intensidades correspondientes a las reflexiones en la fotografía de rayos X del agregado orientado de la muestra natural y de las dos fracciones*

d	I			M	K	P
	Total	< 2 μ	> 2 μ			
10,1	mf	mf	f	(001) +		
9,30	f	dm	mf			(001) +
7,20	m	m	fm		(001) ++	
5,00	m	m	dm	(002) +		
4,60	fm	dm	m	+	+	(002) ++
4,20	dm	--	m		+	
3,60	d	m	m		(002) ++	
3,36	f	f	mf (*)	(003) +		
3,07	f	m	mf			(003) ++

M = mica; K = caolín; P = pirofilita.

(\*) Línea muy punteada por la presencia de cuarzo.

La línea a 7 Å no ha sufrido, sin embargo, aumento apreciable en su intensidad relativa, si se compara con el diagrama de polvo. Ello nos hizo pensar que se tratase de haloisita, aunque esto sólo es posible en parte, ya que la línea a 7 Å obedece ligeramente a la orientación de la muestra. La línea a unos 3,5 Å resulta también ligeramente débil para el caolín y la 2,57 toma la forma de una banda, característica en haloisita, que enmascara posible-

mente las diversas líneas de caolinita en esta zona, pues la existencia de una serie de reflexiones entre las (001) y (002) indica que independientemente debe existir caolinita. En efecto, las fotografías al microscopio electrónico de diversas fracciones, han mostrado la presencia de tubos de haloisita, además de las láminas de contorno exagonal características de caolín (1).

En cuanto al mineral a 10 Å, tipo mica, es probablemente moscovita, dada la existencia de las reflexiones a 10 Å, 5 Å y 4,5 Å de igual intensidad relativa. Las líneas a 3, 2,88 y 2,83 son en moscovita de igual intensidad media. Aquí probablemente también lo son, y la línea a 3 Å resulta más intensa al coincidir con una fuerte de pirofilita. Es extraño, sin embargo, que la línea a 1,99, procedente de (005), resulte débil media, cuando su intensidad es fuerte en una moscovita normal. Una falta de potasio puede originar esta debilitación de la reflexión (005) respecto a (001), como hemos deducido calculando los factores de estructura F (00l) para una mica con K<sup>+</sup> y con H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>, y que será objeto de una comunicación independiente.

Aparte estos tres minerales de la arcilla, se ha puesto de manifiesto la presencia de feldespato, en cantidad no superior probablemente al 5 por 100, y de anatasa. La existencia de ésta se ha confirmado por las fotografías al microscopio electrónico (fig. 5c). En el análisis por Rayos X resulta dudosa su existencia, ya que las líneas coinciden con otras del resto de los minerales. No obstante, en los diagramas de las muestras calentadas persisten las líneas

(1) Debe recordarse que según los trabajos de Honjo y col. (11), existe caolín tubular y podría ser un caso en que existiesen juntas las dos variedades morfológicas, sin haloisita, lo que está más de acuerdo con el hecho de no existir agua de hidratación en la curva de A. T. D.

a 3,51 y 1,9 A, cuando el caolín ha desaparecido. La existencia de anatasa es, por otra parte, común en «fire-clay» y caolines sedimentarios (12) (13), y el análisis químico pone de manifiesto un contenido alto en  $TiO_2$ , de 0,7 por 100.

Las curvas termoponderales (fig. 1) recuerdan a las del caolín. De la cantidad de agua perdida desde la inflexión a 400°C hasta la temperatura de 950°C, se infiere que la cantidad de caolín debe ser inferior al 50 por 100, ya que en aquella cantidad va incluida además el agua reticular de pirofilita y mica.

La curva de A. T. D. (fig. 4) corresponde a una mezcla de minerales sin agua de hidratación, lo que está de acuerdo con los resultados del análisis por Rayos X. Cualquiera de los picos a 560° y 590° puede ser de caolín, y el de 757° C puede corresponder a la mica y la pirofilita.

Por el hecho de existir dos inflexiones en la zona de 500-600°C, se sometieron diversas muestras a calentamientos hasta peso constante a la temperatura de 600-500-450 y 400. En todas ellas desaparecieron simultáneamente los dos picos endotérmicos. Probablemente corresponden a los dos minerales del caolín, laminar y tubular, cuya velocidad de nucleación es distinta, pero comenzando ambos procesos a la misma temperatura.

Por la misma razón se separaron dos fracciones: una  $< 2\mu$  y otra  $> 2\mu$ . Las curvas de A. T. D. (fig. 4) muestran que uno de los minerales del caolín se enriquece en la fracción fina y otro en la gruesa, a no ser que el pico a 590 correspondiera a la mica.

En efecto, de las fotografías de difracción de los agregados de las dos fracciones, se deduce que la fracción fina apenas tiene pirofilita, lo que coincide con ausencia del

pico a 765 de la curva de A. T. D. Como la mica se concentra, por el contrario, en esta fracción de menor tamaño de partícula y la disminución de éste hace descender la temperatura de los efectos térmicos en las curvas de A. T. D., cabe pensar que el pico 584, en la curva de la fracción fina, y el de 590 de la total, sean debidos a la mica extremadamente fina que contiene el material.

El valor de la capacidad de cambio de cationes es poco significativo por sí sólo. Su valor bajo está, sin embargo, de acuerdo con el tipo de minerales encontrados, todos ellos de pequeña capacidad de cambio.

El análisis granulométrico pone de manifiesto que aproximadamente un 50 % es de tamaño inferior a  $2\mu$ . De esta fracción más del 50 % es  $0,5\mu$  (2). El material es, pues, muy rico en fracción extremadamente fina y da idea de que, o bien la erosión física ha sido muy intensa, o son minerales de neoformación, por proceder de una erosión química preponderante sobre los minerales originales. La forma de la curva resultante de representar gráficamente los datos del análisis granulométrico (fig. 2) apoya esta última idea.

Las fotografías al microscopio electrónico ponen de manifiesto la presencia de un mineral micáceo, láminas de caolín de contorno exagonal, un escaso número de tubos y algunos cubos densos, uno de ellos bien patente en la figura 5e. Todo ello está de acuerdo con la composición mineralógica señalada. Basándonos en ella hemos intentado una estimación cuantitativa de los diversos componentes minerales a partir de los datos del análisis químico.

(2) Como se ha deducido del peso de las fracciones extraídas para el mencionado estudio en vía experimental.

Supuesta la cantidad de feldespato del orden de un 2 por 100, el  $K_2O$  restante—que es prácticamente todo el que posee la muestra—se supone pertenece a la mica. A partir de esto hemos deducido la cantidad de  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  y  $H_2O$  que corresponden al 25 por 100 de mica calculado. Se supone que el contenido en  $MgO$ ,  $CaO$  y  $Fe_2O_3$  de la muestra también pertenece a la mica. Nos quedan así como únicos componentes  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  y  $H_2O$ , que deben corresponder a pirofilita y caolín. Repartidas estas cantidades proporcionalmente entre los dos minerales y calculados  $x$  e  $y$  (por ciento de caolín y pirofilita, respectivamente), por el método de mínimos cuadrados, se obtiene para el caolín un 32 % y para la pirofilita 43 %. Si se calcula el agua que debe desprender esta muestra al calcinar, se obtiene un 7,7 %. La curva de deshidratación da para el agua constitucional un 7,5 %, en buen acuerdo con el valor teórico.

Un análisis racional de la muestra (14) dió un 58 % de caolín, lo que probablemente se debe a que el ataque es demasiado agresivo, y parte de la pirofilita se destruye también.

La cantidad de mica, probablemente se ha subestimado, por las consideraciones hechas al discutir los resultados de las fotografías de Rayos X, ya que dicha mica debe ser deficiente en potasio, en cuyo caso los porcentajes de caolín y pirofilita obtenidos son altos.

Los ensayos de plasticidad de la muestra, dan unos valores comparables con los de buenas arcillas cerámicas comerciales (Tabla VII); su color, al calcinar, es ligeramente rosado y da un buen enladrillamiento. Todo ello, unido a la presencia de pirofilita, que según las investigaciones de Heystek y Campbell (15) comunica buenas cualidades

a los materiales cerámicos (\*) hace pensar que este material podría utilizarse para otros fines cerámicos más interesantes industrialmente que la simple aplicación actual para blanqueo. El color levemente rosado al cocer puede

TABLA VII

	Jabonita	Pastas cerámicas (16 a)		Comp. media de pasta para gres. (16 b)	Pastas crudas para loza blanca (16 c)	
		Meissen	Limoges			
$SiO_2$ .....	50,83	60,00	67,96	60-75 %	64,25	61,71
$Al_2O_3$ .....	30,29	35,43	24,83	15-25 %	21,46	26,69
$Fe_2O_3$ .....	0,81	no dosif.	0,92	1-5 %	0,54	1,14
$MgO$ .....	0,64	—	—	—	Trazas	0,06
$TiO_2$ .....	0,70	—	—	1 a 5 %	—	—
$CaO$ .....	0,18	0,57	1,7	—	2,38	Trazas
$K_2O$ .....	2,20	2,26	1,17	2 a 6 %	1,97	1,30
$Na_2O$ .....	—	1,55	3,25	—	1,03	—
$CO_2$ .....	—	—	—	—	1,99	—
$H_2O$ calc.....	8,44	—	—	—	6,12	9,24
$SiO_2$ libre....	1,78					

proceder del  $TiO_2$  o del hierro de la mica. Los estudios en curso sobre las fracciones, parecen demostrar que la mica se concentra en las fracciones más finas, en cuyo caso podría eliminarse para determinados usos, por sedimentación del material.

Aun cuando realizamos actualmente más ensayos prác-

(\*) Con una composición a base de caolín y pirofilita llegan a la conclusión de que se reduce la contracción al cocer y es muy uniforme en el margen de temperaturas empleadas (conos 4, 6 y 8) y para diferentes presiones. Disminuye la expansión del bizcocho con la humedad, su expansión térmica y su deformación plana, presentando una gran resistencia al agrietamiento. Por el contrario, el módulo de ruptura es algo inferior, y en cuanto a la absorción de agua aumenta probablemente por la pequeña cantidad de fase vítrea, por ausencia de flujo, en comparación con las otras dos mezclas ensayadas por ellos, con 5 por 100 y 12 por 100 de feldespato.

ticos sobre el material, damos en las Tablas siguientes (Tablas VII y VIII) la composición de «Jabonita» (química y mineralógica) junto a la de otros materiales cerámicos para demostrar su semejanza y con ello las posibilidades de empleo en cerámica.

Debe notarse que la mica es precisamente uno de los materiales más usados como fundente, especialmente para el gres.

En la Tabla VIII se compara la composición mineralógica de «Jabonita» con la de la pasta empleada por Heysteck y Campbell (15) en sus ensayos para la fabricación de lozas prensadas para paredes con un espesor de 3/16 de pulgada.

TABLA VIII

	Jabonita	Composición de Heysteck y Campbell (15)
Caolín.....	32	36; 18 de caolín y 18 de ball clay.
Pirofilita.....	43	40
Talco.....	—	12
Cuarzo.....	—	10
Mica.....	23	—
Feldespatos.....	2	—
Blanquearte.....	—	2

Aunque el estudio genético del depósito será objeto de una comunicación posterior, debemos indicar que, según los trabajos de Kindelán y otros (1), la región estudiada ha estado sometida a acciones metamórficas e hidrotermales, lo cual está de acuerdo con la presencia de los minerales encontrados. En efecto, en las síntesis efectuadas por Noll (17), a partir de los geles de  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a  $400^\circ$ , en

distintos medios, se obtiene una mezcla de pirofilita y caolinita cuando el medio es ácido, en presencia de ión potasio.

\* \* \*

Agradecemos al Prof. Goicochea, al Dr. MacEwan, al Dr. Swerdlow y al Prof. Calvente, la colaboración prestada en el presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) «Mapa geológico de España, hoja 803, Almendralejo (Badajoz)».
- (2) GONZALO Y TARÍN, J.: «Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz». *Com. Mapa Geol. Esp.*, t. VI, Madrid.
- (3) JACOB, S.: «Guía para el análisis químico de rocas», 1944. Consejo Superior Investigaciones Científicas.
- (4) ROSS, S. and HENDRICKS, S.: «Minerals of montmorillonite group, their origin and relation to soil and clays». *Geol. Survey Profess. Paper 205-B*, 23-79, 1945.
- (5) CERAMICA INDUSTRIALE. Gian Piero Reggiori, Ed. Ulrico Hoepli, Milano 1946, pág. 39.
- (6) CASAGRANDE, A.: «Diss. 1933». *Harvard Engineering School*, Cambridge, Mass. U. S. A.
- (7) BRINDLEY, G. W.: «X-Ray identification and crystal structures of clay minerals». London 1951, cap. XIII, tablas XIII, 2 y XIII, 3.
- (8) A. P. I.: «Ref. Clay Min. Research Project 49», Rep. 7, pág. 32. Tablas 19 y 20 (1950).
- (9) GREEN, A. T.: and STEWART, G. H.: «Ceramic. A Symposium». *Publ. British Ceramic Soc.*, 1953, pág. 39.
- (10) BRINDLEY, G. W.: «X-Ray identification and crystal structures of Clay Minerals». London 1951, cap. IV, pág. 104.
- (11) HONJO, G., KITAMURA, N. y NIHAMA, K.: «A study of clay minerals by means of single-crystal electron diffraction diagrams. The structure of tubular kaolin». *Clay Min. Bull.*, 2, 133-141, 1954.
- (12) NAGELSCHMIDT, G., DONNELL, H. F. y MORCON, A. I.: «On the occurrence of anatase in sedimentary kaolin». *Min. Mag.*, V, 28, núm. 204, pág. 402, 1949.
- (13) BRINDLEY, G. W. and ROBINSON, K.: «Note on the occurrence of anatase in some fire clay deposits. *Min. Mag.*, V, 28, núm. 199, pág. 244, 1947.



- (14) CERAMICA INDUSTRIALE. Gian Fiero Reggiore. Ed. Ulrico Hoepli. Milano 1946, pág. 51.
- (15) HEYTECK, H. y CAMPBELL, R. M.: «Factors involved in production of thin wall tile». *J. Am. Ceram. Soc.*, 31, 59-65, 1948.
- (16) GREBER, E.: «Tratado de Cerámica». Trad. del francés. Ed. Gustavo Gili, S. A. Barcelona, 2.<sup>a</sup> ed., 1947. a) Cap. X, pág. 602; b) Cap. IX, pág. 555; c) Cap. VIII, pág. 505.
- (17) NOLL, W.: «Über die Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit, Sericit, Pyrophyllit und Analcium». *Mineralog. petgwg. u. Mitt.*, 48, 210-246, 1936.

Recibido 21-X-57

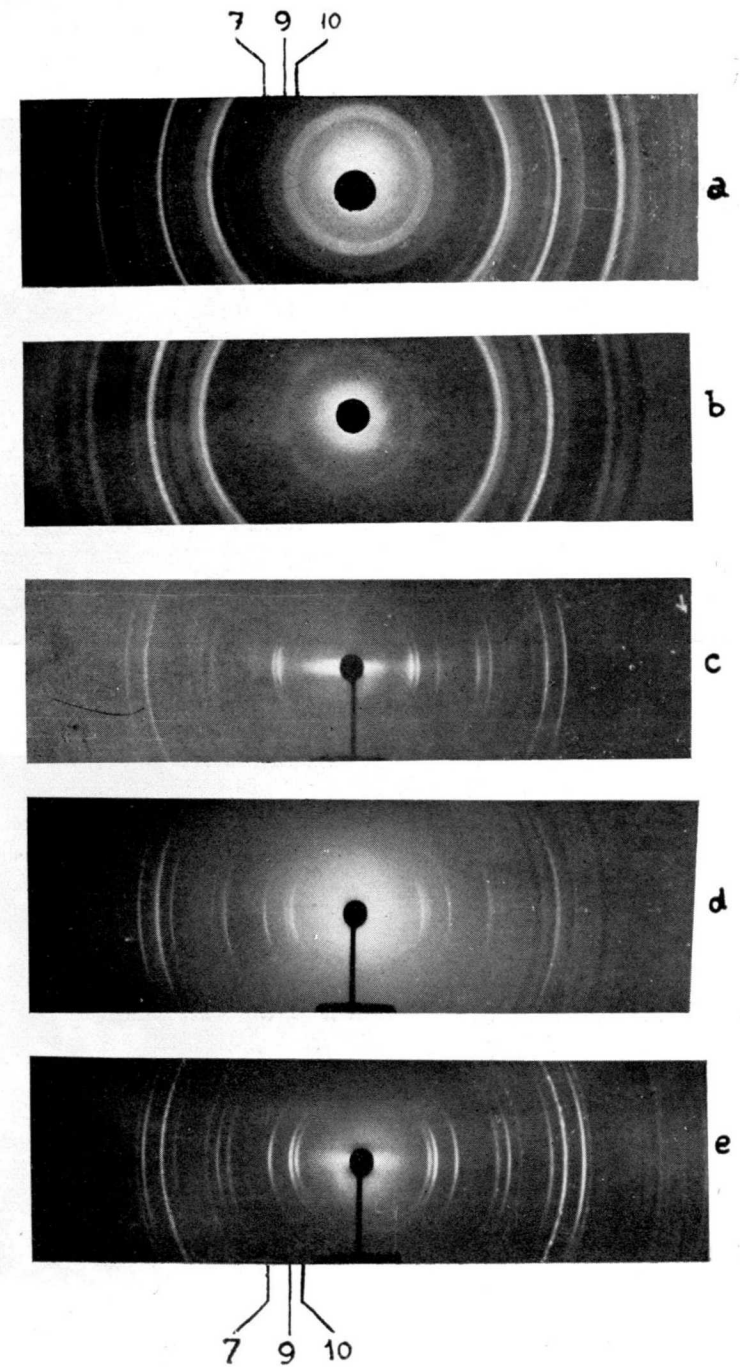
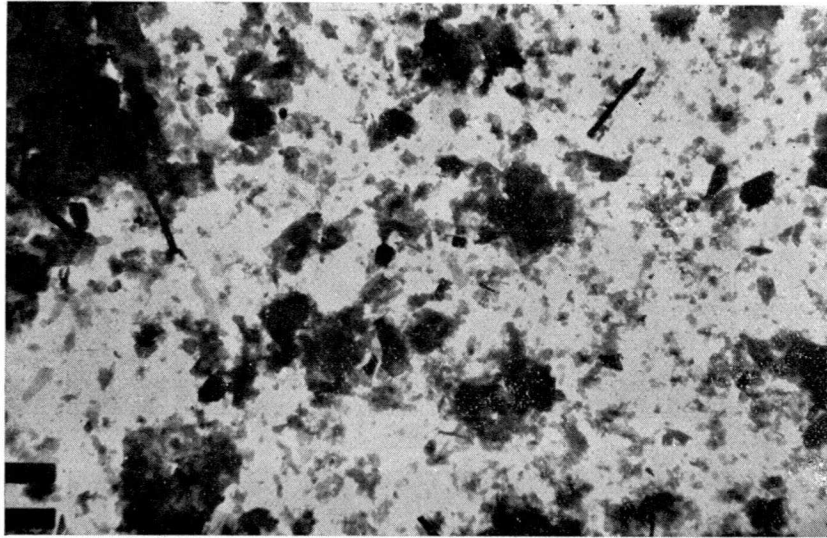
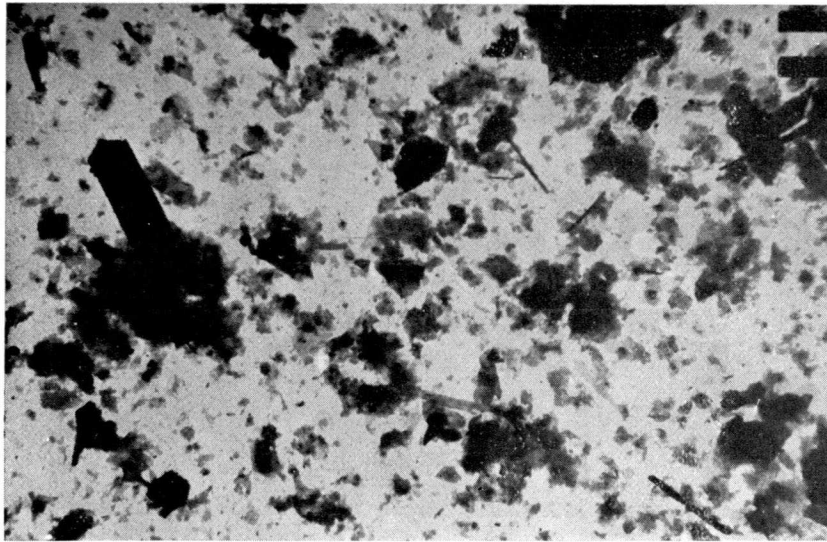


Fig. 3.—Fotografías de difracción de rayos X de la «Tierra Blanca» de Zarza de Alanje (Jabonita): a) Fotografía de polvo de la muestra total, sin tratamiento térmico. b) Idem, id., tratada a 650° C. c) Fotografía de un agregado orientado de la muestra total. d) Idem de la fracción < 2  $\mu$ . e) Idem de la fracción > 2  $\mu$ .

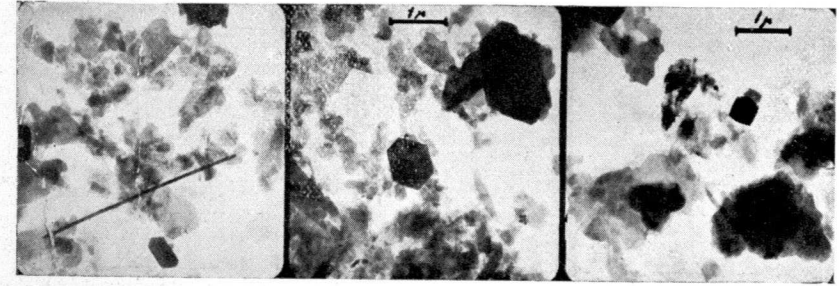


a



b

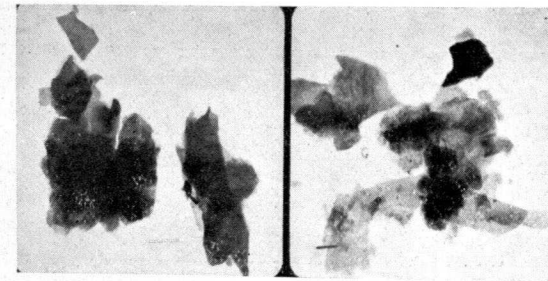
Fig. 5.—Fotografías al microscopio electrónico de la «Tierra Blanca» de Zarza de Alanje, a) y b) muestra total ( $\times 5.000$ ).



c

d

e



f

g

Fig. 5.—Fotografías al microscopio electrónico de la «Tierra Blanca» de Zarza de Alanje, c), d), e), f) y g): fracción  $< 2 \mu$  ( $\times 10.000$ ).

Alumbramiento de aguas en Embid de Ariza  
(Zaragoza)

POR

JOSE MESEGUER PARDO

JOSE MESEGUER PARDO

## ALUMBRAMIENTO DE AGUAS EN EMBID DE ARIZA (ZARAGOZA)

La escasez evidente de agua para el riego en zona agrícola tan interesante como la situada al NO. de Alhama de Aragón, en la que radican los pueblos de Embid de Ariza, Cetina y Contamina, indujo, a causa de sus particularidades hidrológicas, a realizar obras de investigación y, en su caso, alumbramiento de aguas subterráneas.

El sector aludido se halla constituido casi exclusivamente por un conjunto de estratos cretáceos y eocenos cuya naturaleza litológica ha dado origen a una particular morfología, a la vez que imprime a la zona especial carácter desde el punto de vista hidrológico.

Dominan en el primero de los referidos sistemas las calizas correspondientes al piso medio, que forman gruesos bancos apoyados en concordancia sobre un horizonte inferior de arcosas de coloraciones variadas. Cuando se avanza de E. a O. van siendo los niveles cada vez más modernos, pero no pueden seguirse de una manera continua, a causa de los trastornos estratigráficos que han alterado acentuadamente la disposición primitiva.

El Eoceno, también calizo, muestra capas de color gris, compactas y uniformes, que parecen hallarse con-

cordantes con las cretáceas y, aunque menos potentes que ellas, cuentan con espesor superior a 150 metros.

Los rasgos tectónicos de la comarca son relativamente complejos y se concretan en pliegues normales y paraclasas bastante próximas a la vertical, que siguen el rumbo N.-NO. a S.-SE., y se acompañan en ocasiones de fallas secundarias más o menos paralelas, entre las que se observan cuñas de calizas rotas y milonitizadas.

En esencia, pueden señalarse dos anticlinales: uno, oriental, más bien anticlinorio, del cual forma parte la llamada Serrata de los Cabezos, de edad exclusivamente cretácea, y otro, occidental, cretáceo-eoceno, al que corta transversalmente el río Henar en el paraje El Estrecho, situado como a un kilómetro aguas arriba del pueblo de Embid de Ariza.

Los anticlinales aludidos, cuyos ejes muestran cierto tendido hacia el S., se ven separados por un sinclinal central que corresponde al valle del curso acuífero, de presión a nivel inferior al de los primeros, que tiene sus flancos limitados por sendas fallas casi verticales, la más occidental de las cuales ha producido el borde escarpado de la Serrata de los Cabezos.

El valle del Henar, de carácter tectónico, se dirige al SE., desde el pueblo de Deza hasta cerca de Embid de Ariza, pero luego corre de N. a S. desde el último hasta Cetina. La anchura se reduce al cruzar los accidentes del Estrecho de Embid, mas la pendiente se conserva bastante uniforme, con inclinación que no excede de 0,01 entre Deza y la unión con el valle del Jalón en las inmediaciones de Cetina.

En la zona son patentes algunas manifestaciones hidrológicas de interés, pues a lo largo de los accidentes tectónicos surgen diversos manantiales, bien localizados

o difusos, que se sitúan en el cauce o las márgenes del Henar. Son dignos de mención la Fuente de Suso y otra a nivel inferior, próximas ambas al pueblo de Deza; las de la Casilla de San Roque, en las inmediaciones de la carretera a Embid, y, por fin, la existente en el propio paraje, en la margen derecha del río.

En el Estrecho de Embid, algunas pequeñas labores practicadas evidenciaron la existencia de aguas subterráneas de diversa índole: unas, frías, de procedencia superficial, que circulan descendiendo por las hendiduras y oquedades de las calizas, y otras, de origen profundo, atestiguado por la termalidad, que ascienden probablemente por la honda fractura que interrumpe de un modo brusco la continuidad del Cretáceo de la Serrata de los Cabezos.

Por resultar así El Estrecho un área de innegable interés hidrológico, se proyectó una investigación por galería a partir del fondo de un pozo ya existente, que, orientada al N.-10°-O., es decir, perpendicularmente a la dirección del relieve, pudiera cortar grietas y fracturas favorables de las calizas.

Una vez realizado el ensanche y acondicionamiento del pozo, se acometió, a los cinco metros de profundidad, la perforación de la galería, comenzada en un principio a brazo y con una sección de 2 x 2 metros, a fin de que, después de revestida de hormigón, por ser el terreno inconsistente, pudiese contarse con una sección libre de 1,90 metros de alto por 1,60 de anchura.

Luego de atravesados los primeros metros en los derrubios de una zona milonitizada, se presentó en el hastial derecho la caliza, que no tardó en ocupar todo el frente, permitiendo la ejecución de la labor sin reves-

timiento y, por consiguiente, con la ventaja de una sección más reducida.

A las longitudes de 10, 15 y 16 metros se cortaron grietas con algunos brotes acuíferos, y en algunos puntos del piso de la galería aparecieron distintas surgencias de agua a 32°, con pequeña cantidad de gases, de manifiesto por un burbujeo periódico. El caudal ascendía a tres litros por segundo.

A los 20 metros de la boca de la labor aparecieron en las grietas de la caliza algunos brotes de agua fría, procedentes de la infiltración superficial; más adelante se presentaron alternancias de caliza más o menos resquebrajadas y margas de color oscuro.

En consideración a la naturaleza y compacidad de las rocas a atravesar, se decidió el empleo de la perforación neumática, efectuando la instalación de un compresor de aire «Ingersoll Rand», impulsado por motor de gasolina de 30 CV y la correspondiente tubería de hierro para la alimentación de dos martillos perforadores B B R - 13, de 17 kilogramos de peso.

Las deficiencias de funcionamiento de este compresor obligaron a sustituirlo más tarde por otro «Worthington», de características semejantes. A la vez, las dificultades de ventilación de la galería y la elevada temperatura ambiente producida por la presencia del agua termal, exigieron el montaje de un ventilador «Kieffer», tipo especial para la eliminación de humos, accionado por motor «Diésel Matacas», de 6 CV, con capacidad de 3.000 metros cúbicos/hora.

A los 107 metros de longitud el caudal total de las grietas cortadas ascendía a 14 litros por segundo. En adelante el terreno fué seco, y a los 201 metros apareció una grieta en el hastial izquierdo, con abundante brote

de agua, el más importante de los encontrados. Sobre esta grieta, a fin de favorecer la surgencia, fué practicada una pequeña galería de 8,30 metros de longitud.

Dificultades de diversa índole han obligado a la suspensión temporal de los trabajos, merced a los cuales se ha logrado, hasta la fecha, un aumento de caudal de 25 litros por segundo.

Recibido 23-III-57

Diciembre 1957

Ensayo bioestadístico sobre la fauna cuaternaria  
marina del N. E. de España

POR

JAIME DE PORTA

JAIME DE PORTA

## ENSAYO BIOESTADISTICO SOBRE LA FAUNA CUATERNARIA MARINA DEL NE. DE ESPAÑA

Muy pocas son las formaciones marinas cuaternarias de la costa NE. de España, a pesar de la longitud considerable y de la variada morfología de la misma. A ello hay que añadir el agravante de que la mayor parte de ellas (precisamente las más interesantes desde el punto de vista paleontológico) no se pueden reconocer ya de nuevo, dadas sus especiales condiciones, ya que los dos yacimientos de San Juan de Vilasar, el de Llevaneres y el de Arenys de Mar, fueron descubiertos al practicar diversas perforaciones destinadas al alumbramiento de aguas.

La exploración de la costa durante estos últimos años, ha permitido ampliar considerablemente la lista de las especies conocidas, así como poder datar algunas de las formaciones ya conocidas (*Solé y Porta, 1955; Porta, 1957*).

Por todos estos motivos hemos considerado de interés el intentar un análisis bioestadístico, que nos informará de las condiciones biológicas en que se desarrollaron los últimos tiempos tirrenienses.

La expresión en tantos por ciento de cada familia, dentro de la composición faunística de cada yacimien-



to y su comparación con los demás, permite apreciar un conjunto de variaciones que escapan al realizar la comparación directa entre varias listas de especies. Pues aun en el caso de que la composición cualitativa entre dos órdenes o dos familias se conserve igual, su relación numérica puede cambiar. Estas mismas expresiones indicando la relación entre el número de individuos de cada familia y señalando las especies más abundantes, constituyen valiosos indicadores de los más variados factores ecológicos.

En toda la zona costera del NE. de España las terrazas marinas se encuentran representadas por dos niveles bastante constantes en cuanto a su altitud absoluta: el más antiguo alrededor de los +4 m. y el otro a +2 m. Los dos niveles se diferencian además por su fauna, pues mientras el nivel de +4 m. contiene *Strombus bubonius* Lamck., entre otras especies senegalesas, en el de +2 m. falta esta especie, pero todavía quedan representantes de la fauna tirreniense.

Al describir por primera vez las formaciones cuaternarias de Salou, ya incluimos los dos niveles en el tirreniense, a pesar de que algunos yacimientos se encontraban a una altura algo inferior a los +2m. Este hecho fué puesto de manifiesto anteriormente en las playas cuaternarias de Mallorca por Cuerda (1956). Simultáneamente Ottmann (1956) describe en el Cuaternario de Córcega un hecho análogo a los anteriores. Considera como tirrenienses aquellas formaciones que contienen algunas especies de carácter tropical, aún cuando falte el *Strombus bubonius*, independientemente de su altura. Estas formaciones en las que falta la especie cálida por excelencia, las denomina de «tirreniense empobrecido», pues ya indican una regresión de la fauna

tropical, debida, sin duda, a un descenso de la temperatura.

En este sector del litoral hemos observado que las formaciones más meridionales presentan un número más elevado de especies cálidas que aquellas situadas más hacia el N. Esta observación es válida para los dos niveles. Así tenemos que en el nivel de +4 m., el valor de este conjunto cálido es de 6 por 100 en Hospitalet de l'Infant, en Salou de 2,3 por 100, y en San Juan de Vilasar I, localidad más septentrional, no alcanza el 1 por 100; en Llevaneres ya veremos que existen unas condiciones especiales que determinan la falta de las mismas. Por lo que respecta al nivel de +2 m., en Salou se alcanza un 3,6 por 100, mientras en San Juan de Vilasar II y Arenys de Mar faltan completamente. La especie de carácter más tropical que se encuentra en estos últimos yacimientos es *Purpura haemastoma* L.

La formación de Llevaneres está situada alrededor de los +4 m., según indican Solé Sabarís y Villalta (1940) y la de San Juan de Vilasar II está prácticamente al nivel actual del mar, según se desprende de los datos proporcionados por Thomas (1955). Dado el tipo de fauna que encierra, la consideraremos como perteneciente al nivel de +2. Resumiendo, tendremos, pues, que Hospitalet de l'Infant, Salou, San Juan de Vilasar I y Llevaneres corresponden al nivel de +4 m.; Salou (Platja Llarga y Replanells), San Juan de Vilasar II y Arenys de Mar, serán los representantes del nivel de +2 m.

\* \* \*

En todas las localidades estudiadas se encuentra una máxima representación de moluscos, mientras que los

demás grupos zoológicos no existen o su representación es insignificante. Dentro de los moluscos se mantienen siempre en predominio los gasterópodos sobre los lamelibranquios. La única excepción la encontramos en Llevaneres.

El conjunto de la fauna de Hospitalet, Salou y S. Juan de Vilasar I. que son las localidades que poseen un mayor valor faunístico, da una representación bastante fiel de la primitiva biocenosis, lo que viene confirmado por la estrecha correlación que existe entre la fauna y el tipo de sedimentos. Todo ello demuestra que no ha tenido lugar la aportación de elementos pertenecientes a otras biocenosis, pues tratándose de zonas costeras, generalmente representan tanatocenosis más bien que biocenosis.

El paso del tirreniense a la época actual comporta variaciones en la composición de la biocenosis, aparte, naturalmente, de las que representa la desaparición de las especies de carácter tropical. También se observan cambios importantes en la relación numérica de algunas familias y todavía de una manera acentuada entre algunas especies. Citemos tan sólo el caso entre *Venus gallina* L. y *Loripes lacteus* L. en las playas de Salou. En las playas tirrenienses dominaba *Loripes lacteus* L., mientras que en la actualidad la proporción se ha invertido completamente.

El estudio completo de estas variaciones, comparadas con el resto de las formaciones, sería de mucho interés y sin duda proporcionaría resultados sobre posibles desplazamientos de fronteras biogeográficas. No obstante, estas investigaciones exceden, por el momento, a los propósitos de este trabajo.

*Nivel de +4m.*—En la tabla 1 se puede seguir la variación de cada orden a través del litoral.

TABLA núm. 1

*Composición faunística por Ordenes expresada en % (1). Lamelibranquios*

	Hospitalet de l'Infant		Salou		S. Juan de Vilasar	Llevaneres
Heterodontos....	50,0	62,0	—	—	66,3	100,0
Taxodontos.....	44,5	35,5	66,6	50,0	11,3	—
Disodontos.....	5,5	2,5	33,4	50,0	15,2	—
Desmodontos....	—	—	—	—	7,2	—

El orden Heterodontos es el mejor representado en la mayor parte de las formaciones. Falta únicamente en Salou. En Vilasar se encuentra una disminución del valor hallado en Hospitalet, debida principalmente al descenso que experimentan los Cárdidos y los Cámidos, que pasan de 28 por 100 a 8,5 por 100, y de 5,5 por 100 a 2,8 por 100, respectivamente. Aparecen en cambio un conjunto de familias prácticamente en la misma proporción (2,7 por 100): Tellínidos, Cultéllidos, Máctridos, etcétera, pero que en conjunto no llegan a igualar el valor global de la primera localidad. En Llevaneres todos los Lamelibranquios están representados por dos familias: Lucínidos y Cárdidos, ambas en la misma proporción (50 por 100); ya veremos más adelante las condiciones de este yacimiento que pueden explicar tal pobreza de fauna.

Los Taxodontos tienen un valor bastante elevado en Hospitalet de l'Infant (44,5) y Salou (66,6), y bastante

(1) La primera columna indica siempre el porcentaje por especies y la segunda el porcentaje por individuos.

más bajo en Vilasar (11,3). La relación Arcidos/Pectuncúlidos se mantiene con predominio de los primeros en todas las formaciones.

La representación del Orden Disodontos es poco abundante en Hospitalet (5,5) y Vilasar (15,2), en relación con Salou (33,4). En Vilasar falta la familia Espondílidos, que precisamente es la única que representa al Orden, y en cambio aparecen aquí Mitílidos y Pectínidos, entre otros. Estas diferencias que venimos señalando, son debidas a la distinta naturaleza del substrato.

El Orden Desmodontos aparece exclusivamente en Vilasar, con cuatro familias: Anatinidos (1,5), Hiatélidos (1,5), Gastroquénidos (1,5) y Corbúlidos (2,7). Es de resaltar el equilibrio en la proporción de las mismas, así como su escaso valor.

En la misma Tabla número 1 se dan también las relaciones entre el número de individuos de cada familia. Por las razones expuestas más arriba, sólo se han podido calcular los valores correspondientes a las localidades de Hospitalet de l'Infant y Salou: al no poder compararlos con las restantes no es posible obtener consecuencias de tipo cuantitativo. En Hospitalet el valor cuantitativo de cada Orden conserva la misma relación de predominio que se observaba para los valores cualitativos. En Salou los dos Ordenes se igualan a un 50 por 100. Dentro de los Taxodontos debemos señalar que la relación anteriormente indicada Arcidos/Pectuncúlidos se ha invertido. Por el número de individuos predominan los Pectuncúlidos.

El análisis bioestadístico aplicado a los Gasterópodos también presenta particularidades interesantes. Los resultados están reunidos en la Tabla número 2.

TABLA núm. 2

Composición faunística por Ordenes expresada en %. Gasterópodos

	Hospitalet de l'Infant		Salou		S. Juan de Vilasar	Llevareres
Prosobranquios .	100,0	100,0	100,0	100,0	94,5	100,0
Opistobranquios.	—	—	—	—	5,5	—

Los Prosobranquios no sólo están presentes en todas las localidades sino que, excepto en Vilasar, son los únicos representantes del grupo. En este yacimiento las familias Tróquidos, Cerítidos, Estrómbidos, Násidos, Cónidos y Purpúridos adquieren la máxima distribución espacial, por lo que son las de mayor interés para poder establecer comparaciones.

En Hospitalet de l'Infant, los Tróquidos contienen una sola especie: *Trochus turbinatus*. En Salou, junto a esta especie aparece el *Tr. rarilineatus*. En San Juan de Vilasar encontramos dentro de esta familia un conjunto de especies de pequeña talla que habitan en los fondos arenosos.

Los Cerítidos tienen un valor bastante constante en las tres primeras localidades: 7,2, 10 y 11 por 100. En Llevareres alcanzan el 100 por 100. En los diversos yacimientos la única especie es *Cerithium vulgatum* Brug. En Vilasar el más alto valor que alcanza la familia se debe, por el contrario, al género *Bittium*.

Los Estrómbidos, y particularmente *Strombus bubonius* Lamek., caracterizan el nivel de +4 m.

Násidos, Purpúridos y Cónidos son las otras familias cuya presencia es constante a todo lo largo del litoral. Entre los Purpúridos señalaremos *Purpura (Stramonita) haemastoma* L. que acompaña siempre a *Strombus bu-*

*bonius*. De los Cónidos citaremos a *Conus testudinarius* Martín, procedente de los conglomerados de nuestro mar a partir del tirreniense.

Los Opistobranquios están representados exclusivamente en San Juan de Vilasar con un 5,5 por 100.

La relación por número de individuos sigue en general las mismas normas que adoptan los valores del análisis cualitativo (ver Tabla núm. 2). En Hospitalet, Tróquidos, Estrómbidos, Columbélidos, Purpúridos y Cónidos alcanzan valores superiores a los correspondientes cualitativos, prueba de que son las familias que adquieren un desarrollo más esplendoroso: sobre todo aparece ello claro en los Purpúridos (principalmente *P. hacmastoma* L.) con un 28,5 por 100. En Salou esta misma familia constituye algo más de la mitad de todos los Gasterópodos (52 por 100), y junto con los Cónidos (16 por 100), son los más exuberantes.

El análisis estadístico que acabamos de realizar nos permite obtener algunas conclusiones de tipo ecológico en cada una de las localidades estudiadas. La fauna de Hospitalet de l'Infant, donde todas las especies presentan una concha gruesa, unido al carácter detrítico de los sedimentos, corresponde a una zona francamente costera, de fondo rocoso y en general bien batida por el oleaje; o sea que prácticamente estaría bajo las mismas condiciones físicas que está sometida actualmente la zona del Coll de Balaguer.

En Salou las características son las mismas: zona litoral rocosa.

La playa de San Juan de Vilasar presenta ya unas características distintas. El conjunto de la fauna es propia de un zona de aguas tranquilas, con fondos arenosos habitados por praderas de algas en las que pululaba una

gran variedad de especies de pequeña talla y concha más bien delgada: *Rissoa*, *Rissoina*, *Bittium*, etc.

Las condiciones más extremas las encontramos en Llevaneres. En primer lugar se pone de manifiesto la pobreza de la fauna que ya indica una ecología especial. La abundancia de *Cardium edule*, particularmente la forma adaptada a zonas lagunares, y de *Cerithium vulgatum*, da a esta formación un carácter marino-lagunar. La presencia de las otras dos especies indica que quizás existía alguna pequeña comunicación con el mar libre. Ante estas condiciones no es pues de extrañar la ausencia de especies cálidas, y particularmente la de *Strombus bubonius*.

*Nivel de +2 m.*—A diferencia del nivel anterior, tenemos aquí tres formaciones de características mucho más homogéneas.

TABLA núm. 3

Composición faunística por Ordenes expresada en %. Lamelibranquios

	Salou		S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
Heterodontos .....	48,6	84,6	45,5	56,5
Taxodontos .....	15,3	5,8	45,5	11,0
Disodontos .....	30,1	8,9	9,0	27,0
Desmodontos .....	6,0	0,7	—	5,5

Según nos muestran los valores de la Tabla número 3, las dos formaciones de mayor semejanza son las de Salou y Arenys de Mar. La de Vilasar se aparta un poco, en cuanto a los tres últimos Ordenes. El estudio más detallado a base de las familias permite apreciar mejor dónde residen estas analogías y diferencias (Tabla número 9).

En Salou las dos familias más numerosas del primer Orden son los Lucínidos y Venéridos, ambas con un 12,3 por 100. En Vilasar los Lucínidos, y en Arenys de Mar, además de esta familia, la de los Cárdidos. La proporción por número de individuos entre las dos familias, es completamente diferente en Salou. Como habíamos adelantado al principio, los Lucínidos (47,7) casi cuatuplican a los Venéridos (13,2). Junto a estas dos o tres familias más importantes encontramos: Tellínidos, Donácidos, Máctridos y Cámidos, todas con 3 por 100, y en una proporción algo mayor las mismas familias en Arenys (5,5). En Vilasar existe mayor pobreza de fauna.

En el Orden Taxodontos, la relación Arcidos/Pectuncúlidos no se mantiene de la misma manera que en el nivel de +4 m. Ahora únicamente encontramos dominio de los Arcidos en Salou; en Vilasar los Pectuncúlidos casi duplican a los primeros, y en Arenys hallamos las dos familias en la misma proporción de 5,5. Cuantitativamente en Salou se mantiene la misma relación.

Los Disodontos tienen su máxima representación en Salou (30,1) al que sigue San Juan de Vilasar (22,0). Mientras en la primera localidad debemos señalar la importancia de los Mitílidos, con 18,1 por 100, en Arenys de Mar aparece un magnífico equilibrio entre todas las familias del Orden. La importancia de los Mitílidos, aparte de su valor, estriba en la presencia de *Mytilus senegalensis* que, junto con *Tritonidea viverrata* y *Patella ferruginea*, dan un carácter cálido al conjunto de la fauna, motivo por el que colocamos estas formaciones en el tirreniense, a pesar de su escasa altura. En S. Juan de Vilasar la última familia citada dentro de este Orden, es la de los Anómidos, con un 9 por 100.

Por último, los Desmodontos son poco importantes numéricamente. En Salou tan sólo existen Corbúlidos y Foládidos, ambas con un 3 por 100; en Vilasar faltan completamente y en Arenys encontramos nada más que Corbúlidos, con un 5,5 por 100.

En cuanto a los Gasterópodos, observamos mayor semejanza entre Salou y Vilasar, precisamente lo contrario de lo que señalábamos para los Lamelibranquios

TABLA núm. 4

Composición faunística por Ordenes expresada en %. Gasterópodos

	Salou		S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
Prosobranquios .....	94,0	99,1	92,5	100,0
Opistobranquios .....	2,0	0,2	—	—
Escafopodos .....	4,0	0,7	7,5	—

Entre los Prosobranquios, los Fisurélidos son de los más abundantes en las dos últimas localidades (11,5 y 12,5), algo menos en Salou (4,0), pero como podemos ver, están presentes en todos los yacimientos. En el nivel de +4 m., los encontrábamos tan sólo en San Juan de Vilasar. Este caso se repite varias veces entre ambos niveles, lo que ya nos indica el diferente régimen ecológico en los dos, y por otra parte, la mayor semejanza de la formación de Vilasar con todas las del nivel de +2 m. Sobre este punto insistiremos más adelante al tratar de las analogías ecológicas.

Integran la familia de los Tróquidos un conjunto de especies de talla pequeña con varias formas comunes en todo el litoral.

En Salou, los Risoidos (18 por 100) presentan la ma-

yor variedad de especies de todo el conjunto. Existe menor variación en Vilasar y falta totalmente en Arenys de Mar.

Los Cerítidos presentan, como en el nivel de +4 m. una amplia dispersión. En San Juan de Vilasar y en Arenys de Mar constituyen la familia dominante. En ambas formaciones encontramos los géneros *Cerithium* y *Bittium*. En Salou esta familia alcanza por número de individuos el 69,5 por 100, o sea más de la mitad de todos los Gasterópodos. A este valor tan alto contribuye muy especialmente *Bittium reticulatum*, que representa el 99 por 100 de la familia.

Debemos señalar por último el equilibrio que existe en el yacimiento de Arenys de Mar.

Del análisis anterior se desprende que en todas las formaciones predominan las familias que habitan en substratos arenosos más o menos próximos al litoral.

En Salou las playas de +2 m. están situadas en una zona más o menos amplia, que queda entre los acantilados que se prolongan en el interior del mar. Son, pues, zonas que permanecen abrigadas, de aguas tranquilas, con extensas praderas de *Laminaria* habitadas por gran cantidad de herbívoros. Algo más próximas a la línea de la costa aflorarían, entre las arenas fangosas habitadas por algunos Lamelibranquios (*Macra*, *Tellina*, *Donax*), algunas rocas donde se desarrollarían las *Patella* y *Mytilus*.

En Arenys de Mar y en San Juan de Vilasar las condiciones no debían alejarse mucho de las señaladas en Salou. En Vilasar, Thomas (1953) indica que la mayor parte de los fósiles están rodados, lo que revela que el lugar del depósito no es el mismo que el de su habitat. Existe un predominio de formas que viven en la zona

de Laminarias, si bien encontramos alguna, como *Purpura haemastoma*, de carácter más intercotidal.

Hemos observado que aquellas zonas más abrigadas, con una relativa tranquilidad de las aguas y con sedimentos de tamaño homogéneo, presentan mayor riqueza faunística y mayor abundancia de individuos. Sin duda estos factores deben desempeñar un papel importante, aparte del que tienen la cantidad de sustancia orgánica, la salinidad, etc.

\* \* \*

Aparte de que la semejanza entre los yacimientos de cada nivel queda indicada en las páginas anteriores y en las Tablas números 7, 8, 9 y 10, hemos querido expresar numéricamente estas analogías y diferencias con el empleo de la fórmula:

$$\frac{2C}{N_1 + N_2} \cdot 100$$

que, pese a no ser completamente exacta, se puede admitir siempre como una primera aproximación. C es el número de especies comunes entre los yacimientos que se comparan,  $N_1$  y  $N_2$  representan los colectivos menor y mayor respectivamente. Cuanto mayor sea el valor de C y más próximos  $N_1$  y  $N_2$ , mayor será la semejanza de las dos poblaciones.

Resulta más interesante y exacta la semejanza cuando se emplea el índice de diversidad, pero por desconocer la distribución numérica de las especies en la mayor parte de los yacimientos, no nos es posible calcularla.

Los resultados obtenidos vienen expresados en la Tabla número 5.

TABLA núm. 5

Semejanza faunística entre las formaciones del nivel de +4 m. (Se ha tomado como punto de referencia Salou.)

	Hospitalet de l'Infant	S. Juan de Vilasar	Llevaneres	S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
C	17	4	1	12	13
I	23,2	4,8	9,0	22,2	21,8

El valor de I viene expresado en tantos por ciento.

La dos localidades más semejantes son las de Hospitalet de l'Infant y Salou para el nivel de +4 m.

Para el otro nivel, encontramos prácticamente la misma semejanza entre Salou y San Juan de Vilasar y Salou con Arenys de Mar.

Tanto por el número de especies, como por las condiciones ecológicas, son muy semejantes las playas de Salou correspondientes al nivel de +2 m. y la de S. Juan de Vilasar de +4 m., descrita por Almera (1904). El número de especies comunes entre ambas localidades es de 37, lo que proporciona un índice de semejanza de 31 por 100.

\* \* \*

Desde el punto de vista biológico hemos calculado la proporción de carnívoros respecto al total de fauna y al total de los Gasterópodos en cada uno de los niveles estudiados. Como es natural, hemos excluido los carnívoros que se alimentan de carroña, puesto que ellos no hacen variar el equilibrio de las asociaciones.

TABLA núm. 6

Número de carnívoros a lo largo del litoral expresado en %. (En la primera fila los valores se refieren al total de la fauna. En la segunda, sólo a los Gasterópodos.)

	Hospitalet de l'Infant	Salou	S. Juan de Vilasar	Llevaneres	Salou	S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
T	30,7	30,7	17,1	44,4	12,3	20,0	15,3
G		36,3	32,5	100,0	22,2	42,9	50,0

La impronta de algunos gasterópodos carnívoros que da patente en las valvas de los Lamelibranquios, por una perforación de forma tronco-cónica. Hecho que se manifiesta de una manera muy marcada sobre *Venus gallina*, que vive actualmente todavía en las playas de Salou. Sobre una población de 623 individuos, hemos observado que 262 presentan la señal de haber sido atacados por un carnívoro, lo que representa que un 46,5 por 100, es decir, prácticamente la mitad de la población peca como consecuencia del ataque de los gasterópodos carnívoros. En la muestra procedente de la playa tirreniense de la misma localidad también se aprecian las señales de los carnívoros. La proporción de los individuos atacados es sólo de 2,6 por 100. Como dato de comparación hemos calculado el número de individuos atacados en una población, de la misma especie, procedente de la playa tirreniense de La Albufereta, en Alicante. Se ha obtenido el valor de 3,3 por 100, sobre un total de 424 individuos. Estas cifras indican claramente que la especie actual de Salou resulta mucho más atacada que la tirreniense. La explicación de este hecho puede estar en la existencia de un ciclo en el que intervienen varias especies, semejante al descrito por Fischer-Piette (1935), de

la región de St. Malo. En la actualidad, el ciclo se encontraría en una fase de desequilibrio.

*Sección de Paleontología del Museo de Sabadell  
(C. S. I. C.)*

A P E N D I C E

TABLA núm. 7

*Composición faunística por familias expresada en %. Nivel de + 4 m.  
Lamelibranchios*

	Hospitalet de l'Infant	Salou	S. Juan de Vilasar	Llevaneres
Lucinidos	—	—	5,5	50,0
Tellinidos	—	—	11,0	—
Escrobicularidos	—	—	2,7	—
Psamóbidos	—	—	1,5	—
Donácidos	—	—	5,5	—
Cultélidos	—	—	2,7	—
Máctridos	—	—	2,7	—
Mesodesmátidos	—	—	1,5	—
Cámidos	5,5	8,8	2,7	—
Cárdidos	28,0	42,2	8,5	50,0
Crasatélidos	—	—	2,7	—
Carditidos	—	—	4,0	—
Veneridos	16,5	11,0	13,8	—
Pectinidos	—	—	2,7	—
Arcidos	33,5	13,5	6,8	—
Pectuncúlidos	11,0	22,0	4,5	—
Pinnidos	—	—	1,5	—
Anómidos	—	—	1,5	—
Petricólidos	—	—	1,5	—
Espondílidos	5,5	2,5	33,4	—
Ostréidos	—	—	4,0	—
Mitílidos	—	—	5,5	—
Anatinidos	—	—	1,5	—
Hiatélidos	—	—	1,5	—
Gastroquénidos	—	—	1,5	—
Corbúlidos	—	—	2,7	—

TABLA núm. 8

*Composición faunística por familias expresada en %. Nivel de + 4 m.  
Gasterópodos*

	Hospitalet de l'Infant		Salou		S. Juan de Vilasar	Llevaneres
Patélidos	14,0	11,6	—	—	2,7	—
Fisurélidos	—	—	—	—	1,3	—
Turbínidos	7,4	5,5	—	—	—	—
Tróquidos	3,8	10,0	10,0	4,0	14,0	—
Fasianélidos	—	—	—	—	1,3	—
Adeorbinidos	—	—	—	—	1,3	—
Escaláridos	—	—	—	—	1,3	—
Eulimidos	—	—	—	—	1,3	—
Risóidos	—	—	—	—	16,5	—
Risoinidos	—	—	—	—	2,7	—
Caliptréidos	3,8	1,6	—	—	1,3	—
Naticidos	3,8	1,6	—	—	2,7	—
Vermétidos	2,8	1,6	—	—	4,3	—
Cerítidos	7,2	6,6	10,0	4,0	11,0	25,0
Estrómbidos	3,8	6,6	10,0	8,0	1,3	—
Casídeos	3,8	1,6	—	—	1,3	—
Cipréidos	3,8	1,6	—	—	2,7	—
Columbélidos	3,8	5,0	—	—	7,5	—
Tritónidos	3,8	1,6	—	—	—	—
Buccinidos	3,8	1,6	—	—	—	—
Násidos	11,0	5,0	10,0	4,0	15,6	—
Muricidos	—	—	—	—	1,3	25,0
Purpúridos	11,0	28,5	20,0	52,0	1,3	—
Fusinidos	—	—	—	—	1,3	—
Marginélidos	3,8	1,6	—	—	2,7	—
Cancelláridos	3,8	1,6	10,0	4,0	—	—
Túrridos	—	—	—	—	4,0	—
Cónidos	3,8	6,6	10,0	16,0	1,3	—
Búllidos	1,6	0,1	—	—	5,5	—

TABLA núm. 9

*Composición faunística por familias expresada en %. Nivel de + 2 m.  
Lamelibranchios*

	Salou	S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
Lucinidos	12,3	47,7	18,5
Tellinidos	3,0	0,2	9,0
			5,5



	Salou	S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
Escrobicularidos	—	—	5,0
Psamóbidos	—	—	5,5
Donácidos	3,0	5,0	—
Máctridos	3,0	6,3	—
Cámidos	3,0	5,2	9,0
Cardidos	9,0	3,5	—
Carditidos	3,0	0,3	—
Veneridos	12,3	13,2	9,0
Arcidos	12,3	5,5	18,0
Pectuncúlidos	3,0	0,3	27,5
Anómidos	3,0	6,2	9,0
Pectinidos	6,0	0,5	—
Espondílidos	—	—	—
Ostréidos	3,0	0,2	—
Límidos	—	—	—
Mitílidos	18,1	8,0	—
Corbúlidos	3,0	0,5	—
Foládidos	3,0	0,2	—

TABLA núm. 10

Composición faunística por familias expresada en %. Nivel de + 2 m.  
Gasterópodos

	Salou	S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
Patéllidos	8,0	1,8	—
Haliótidos	2,0	0,2	—
Fisurélidos	4,0	6,2	11,5
Tróquidos	12,0	2,0	7,5
Fasianélidos	2,0	0,2	—
Piramidélidos	8,0	1,8	—
Eulmidos	—	—	7,5
Escaláridos	4,0	0,3	—
Litorinidos	2,0	1,6	—
Risóidos	18,0	10,6	—
Risoinidos	2,0	1,6	—
Capúlidos	2,0	0,3	—
Turritélidos	2,0	0,2	—
Cerítidos	10,0	69,5	28,5
Casídidos	2,0	0,2	—

	Salou	S. Juan de Vilasar	Arenys de Mar
Columbélidos	—	—	7,5
Buccínidos	2,0	0,3	—
Násidos	2,0	0,5	7,5
Murícidos	6,0	0,5	—
Purpúridos	—	—	7,5
Fusínidos	6,0	—	—
Marginélidos	2,0	0,3	7,5
Búllidos	2,0	0,2	—
Escafópodos	2,0	0,7	7,5

## BIBLIOGRAFÍA

- ALMERA, J.: Una playa de terreno cuaternario antiguo en San Juan de Vilasar. *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona*, 3.<sup>a</sup> época, t. IV, núm. 39, pp. 515-523. Barcelona, 1904.
- BATALLER, J. R. y VILASECA, S.: Geología del Cap de Salou. *Bull. Cent. Exc. de Catalunya*, T. XXXVII, núm. 336, pp. 5-32, 7 figs., 8 láms. Barcelona, 1923.
- «Memoria explicativa de la Hoja núm. 498 del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Hospitalet de l'Infant)». Madrid, 1931.
- «Memoria explicativa de la Hoja núm. 473 del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Tarragona)». Madrid, 1933.
- FISCHER-PIETTE, E.: «Histoire d'une moulière. Observations sur une phase de déséquilibre faunique. *Bull. biol. France et Belgique*, t. LXIX, pp. 153-177, 4 figs., 1 pl., 1935.
- SOLÉ SABARÍS, L. y VILLALTA, J. F. DE: Sobre la existencia del Siciliense marino en Llevanteres (Barcelona). *Asoc. Est. Geol. Medit. Occid.*, III, pp. 1-3. Barcelona, 1940.
- THOMAS CASAJUANA, J.: «Nota sobre un yacimiento de Cuaternario marino en San Juan de Vilasar. *Mem. y Comunic. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, t. X, pp. 83-84. Barcelona, 1953.
- SOLÉ, N. y PORTA, J. DE: «Las formaciones tirrenienses del Cap de Salou. *Mem. y Comunic. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, t. XIII, pp. 5-35 6 figs., 11 láms. Barcelona, 1955.
- CUERDA BARCELÓ, J.: «Notas paleontológicas sobre el Cuaternario de Baleares». *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares*, t. II, fasc. 1-4, pp. 705-112. II láms. Palma, 1956.
- OTTMANN, F.: «Les formations pliocènes et quaternaires sur le littoral corse», 1957.
- PORTA, J. DE: «Observaciones sobre las terrazas marinas de Cataluña». Presentada al V Congr. Intern. de Inqua. Madrid Barcelona, 1957.

Recibido 23-1-58.

Localización del Gothlandense en la Hoja  
de Sallent (Huesca)

POR

R. CANO ALONSO, J. PASCUAL GARCIA y F. PEREZ SILVA

## LOCALIZACION DEL GOTHLANDENSE EN LA HOJA DE SALLENT (HUESCA)

*Ya hace dos años, y en la primera excursión de nuestro primer Campamento, localizamos en el Barranco del Yanel, en el abanico de escombros de pie del mismo, un abundante yacimiento de fósiles, Orthoceras y Cardiolas sobre todo. De esta manera quedaba determinada la presencia de un probable Gotlandés en la Hoja de Salient de Gállego, dado que los ejemplares se habían extraído de grandes bloques de caliza negra, muy vetada de calcita, que sin duda tenían que proceder de la vecindad. Sin embargo, no entraba, de momento, en mis planes estudiar con detalle la materia, que quedó pendiente para más adelante, y me limité a reseñar su presencia (1).*

*En el segundo Campamento (2) volvimos a visitar el yacimiento, ya que se encuentra en una de nuestras habituales rutas de entrenamiento; enriquecimos nuestra recogida con buenos ejemplares, lo que nos permitió publicar una nota en que se reproducían los mejores.*

---

(1) J. M. Ríos: «Memoria acerca de los resultados logrados con el Primer Campamento para prácticas de Geología (Pueyo de Jaca, 1955)».

(2) J. M. Ríos: «Memoria acerca de los resultados logrados con el Segundo Campamento para prácticas de Geología (Panticosa, 1956)».

*Pero tampoco me conzino concentrarme en la tarea de manera especial, y los dos equipos que cruzaron la zona no dieron en sus itinerarios con el punto de procedencia de los materiales.*

*Pero en este tercer Campamento (3) ya me impuse como objetivo ineludible la localización «in situ» de este Gotlandés, pues comprendí que tras dos años en que la zona fué cruzada repetidas veces, con la atención alerta, sin encontrarlo sin embargo, se trataba, con seguridad, de un afloramiento de reducidas dimensiones, muy localizado.*

*Así fué, en efecto. Uno de mis equipos tenía como misión fundamental la localización del Gotlandés y, como objetivo inmediato, la exploración detallada, aguas arriba, del Barranco de Yanel, tarea nada cómoda, dada la gran pendiente en terreno muy quebrado y lo boscoso de sus márgenes. Lo encontró, en efecto, pero en superficie muy reducida, justo en el tajo del barranco, y no se pudo localizar ni prolongaciones laterales ni otros afloramientos.*

*Los autores del hallazgo explican a continuación las principales características del yacimiento, que dió muy bonitos y abundantes ejemplares, recogidos, esta vez, in situ.*

J. M. Ríos

#### INTRODUCCIÓN

Presentamos este modesto trabajo, que en el fondo no es más que un escueto informe del primer contacto

(3) J. M. Ríos: «Memoria acerca de los resultados logrados con el Tercer Campamento para prácticas de Geología (Panticosa, 1957)».

con el campo de la Geología, que tuvimos ocasión de desarrollar durante las prácticas realizadas en el Tercer Campamento, tan acertada y entusiásticamente dirigido por nuestro querido Profesor D. José M.<sup>a</sup> Ríos.

Nuestra misión, durante las citadas prácticas, fué el estudio litológico y estratigráfico de la zona Sur de Panticosa, abarcando una extensión aproximada de 25 km.<sup>2</sup>. Se siguió el método de itinerarios, poniendo especial atención en la recogida de muestras y fósiles.

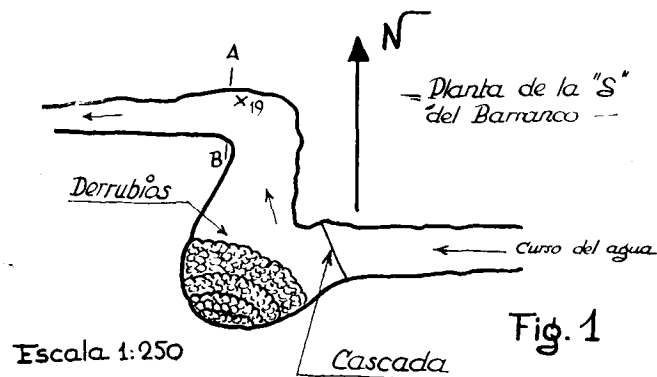
Los primeros días se efectuaron recorridos de adiestramiento, en los que participaron, conjuntamente, todos los componentes del Campamento. Durante una de estas jornadas se llegó al llamado Barranco de San Lorenzo, tema de nuestro informe, donde encontramos gran profusión de cantos rodados, algunos de los cuales de considerables dimensiones, en los que aparecían incluidos magníficos ejemplares de *Cardiolas* y *Orthoceras*.

El problema, en extremo atractivo, que presentaba la localización de los estratos de procedencia de dichos cantos, cuestión no dilucidada en años anteriores, fué motivo para que el Sr. Ríos nos encomendara con verdadero interés su exacta ubicación.

Agradecemos al Sr. Ríos su decidido apoyo y no menos eficaces orientaciones y consejos, sin los cuales nos hubiéramos tenido la oportunidad de desarrollar el presente trabajo. A D. José de la Revilla, su valiosa ayuda en la clasificación de fósiles; a D. Pablo Yagüe, su eficaz colaboración, y al Instituto Geológico y Minero de España, que ha puesto a nuestra disposición todos los elementos necesarios.

## GEOGRAFÍA FÍSICA

Las aguas que discurren por el Barranco de San Lorenzo tienen su origen por la confluencia, a 1.800 metros de altitud, en la ladera Sur del Yanel, de varios arroyuelos, procedentes del deshielo en su mayoría, constituyendo de esta forma un cauce típico y pintoresco de alta montaña. En su parte más alta presenta fuertes pendientes, que comienzan en un ligero encajonamiento, para volver a salir a nivel de ladera unos 200 metros más



abajo, discurrendo desde este punto con menor pendiente en unos cincuenta metros en dirección E.-W. aproximadamente, hasta la cota 1.600 metros. En este lugar salva verticalmente, formando cascada, un brusco desnivel de unos 10 metros, cuyo fondo lo constituye una olla, anegada en casi su totalidad por una importante acumulación de derrubios, que presentan una marcada pendiente. A partir de este accidente, el río sigue un curso casi normal al anterior, hacia el N., para cam-

biar 10 metros más adelante a su primitiva dirección E.-W., formando, pues, una «S» muy recortada, en la cual el río se encajona de una manera notoria, aunque desigualmente en sus dos márgenes, que contrastan visiblemente, ya que la derecha, todo en la parte central de la «S» es un tajo perfecto que alcanza 15 metros, en tanto que la izquierda presenta cierta pendiente. (Fig. 1).

Desde la salida de la «S» presenta el cauce pequeñas terrazas, perdiéndose el encajonamiento progresivamente, hasta desaparecer unos 20 metros más abajo.

El río continúa su curso cerca de medio kilómetro, en pendiente cada vez más suave y con ensanchamiento paulatino, sobre todo en sus últimos metros, formándose un manto de deyección de unos 50 metros de ancho, hasta su confluencia con el Gállego.

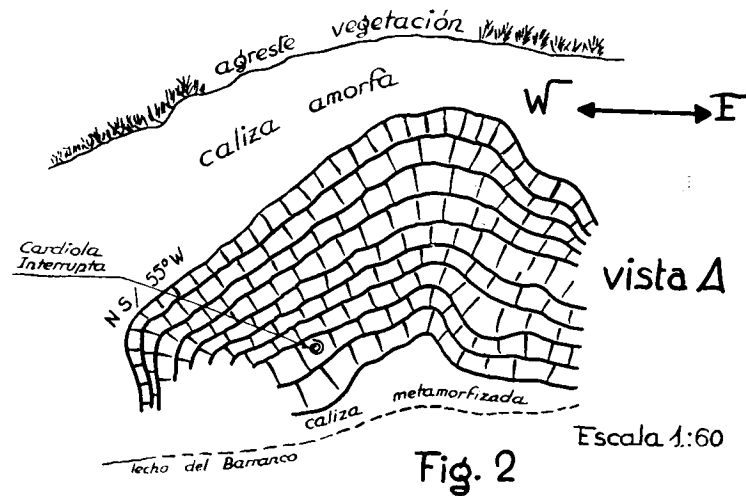
Presenta toda esta zona abundante y espesa vegetación, que impide toda observación del terreno en ambas márgenes.

## ESTRATIGRAFÍA

Vamos a referirnos tan sólo al punto en donde hemos ubicado el Gothlandense, determinado por los fósiles característicos *Cardiola interrupta* y *Orthoceras hostile*, que fueron encontrados *in situ* en un anticlinorio bastante tendido, cortado en dirección E.-W. y formando la margen derecha del cauce del Barranco de San Lorenzo, con potencia de unos 4 metros.

El referido anticlinorio presenta una manifiesta estratificación de calizas, que al E. buzan con muy poca pendiente, mientras que al W. tienen un buzamiento de NS./55° W. La base está constituida por una formación

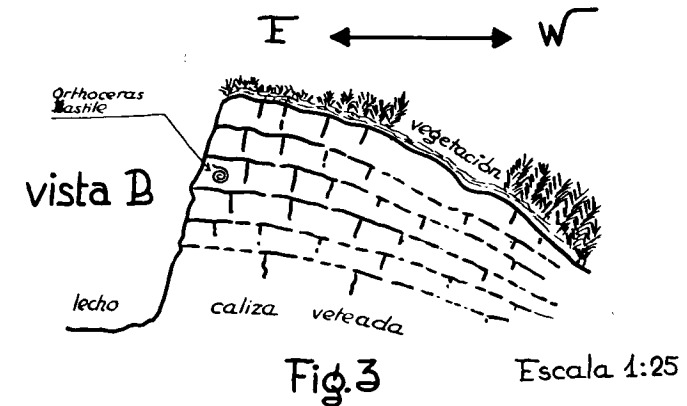
de caliza gris compacta, al parecer de bastante potencia, en la que, en algunos puntos, pudimos observar señales de metamorfización, y que vuelve a presentarse en la cúpula del anticlinorio en un espesor de 1 a 2 metros sin muestra de metamorfismo y cubierta por abundante y agreste vegetación. (Fig. 2.)



Hemos de hacer notar que en la margen izquierda sólo encontramos el *Orthóceras hastile*, y que la estratificación no se presenta aquí de una forma tan manifiesta, pues incluso llega a borrarse en algunos puntos o hacerse difícilmente discernible, debiéndose señalar también que la caliza de última formación se nos muestra, en esta margen, no tan compacta como anteriormente. (Fig. 3.)

La observación minuciosa de estos accidentes geológicos nos induce a suponer que el anticlinorio a que hemos aludido, es el estado final, tras un proceso de erosión, de una primitiva cúpula que enlazaba ambas

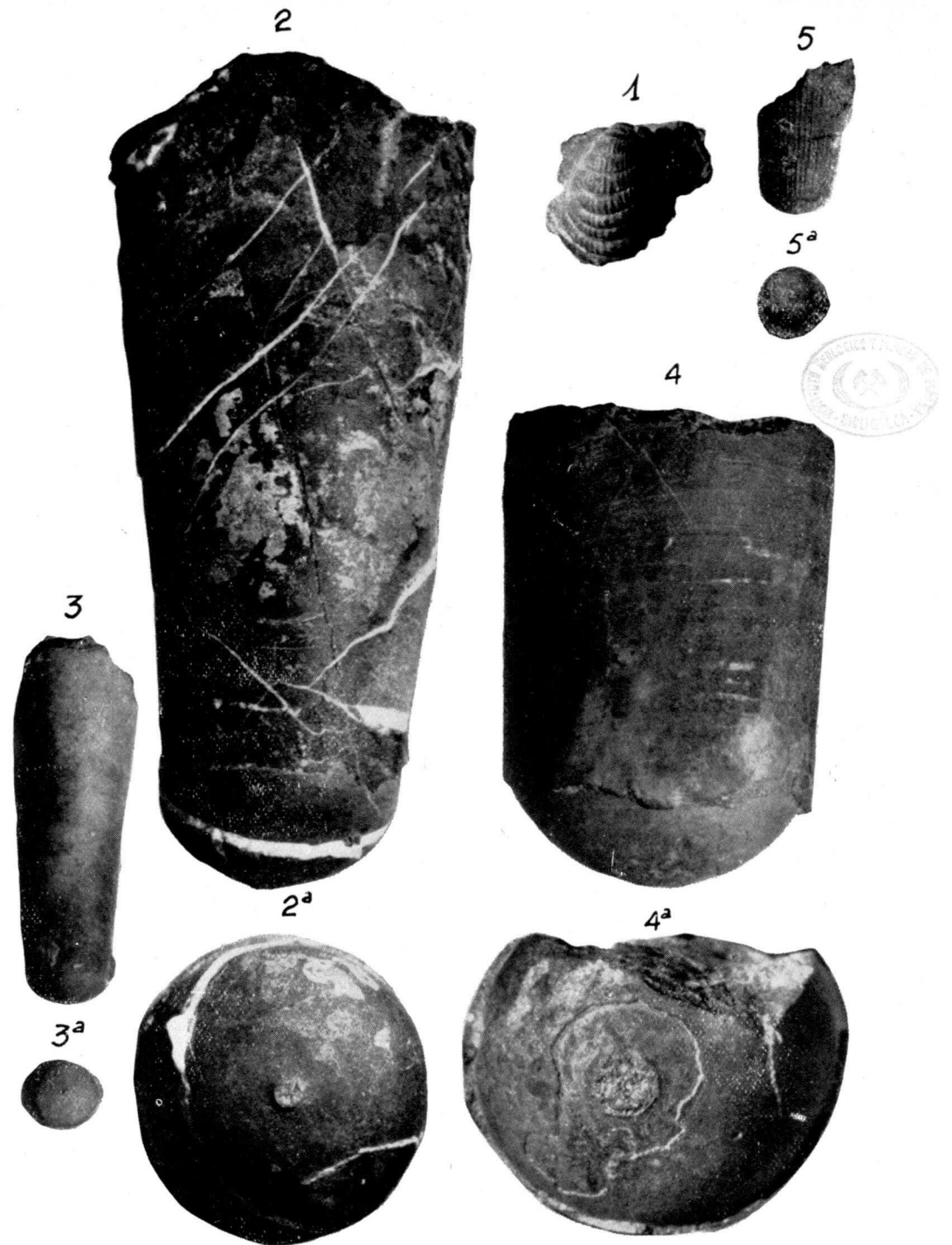
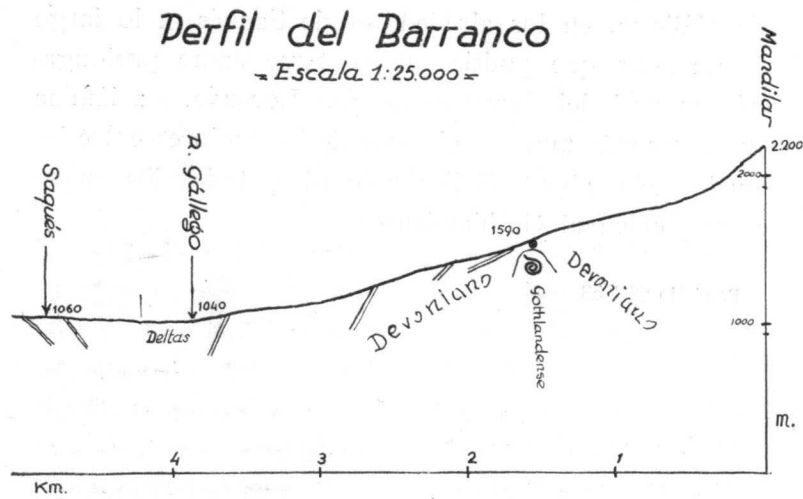
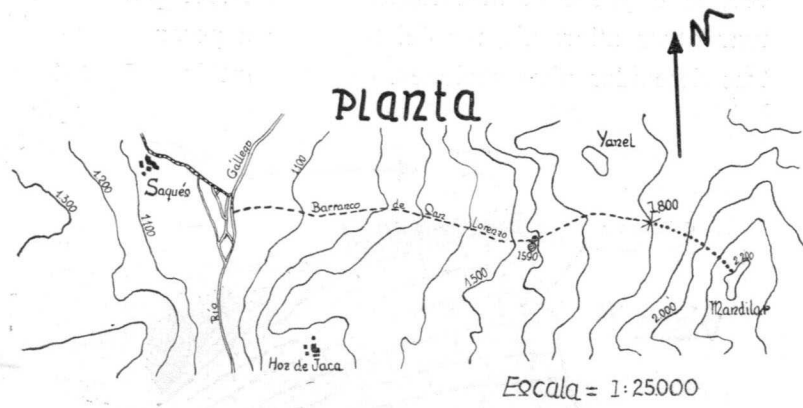
márgenes del cauce, siendo esto, a nuestro modo de ver, la explicación más lógica de no haber podido situar otros afloramientos del Siluriano a pesar de nuestras detenidas observaciones, en este sentido, al W. del



*Orthoceras timidum*, Barr. Gothlandiense. Ligeramente aumentado.

río Gállego, en los alrededores de Saqués, a lo largo de un zona que podría interpretarse como prolongación natural del Barranco de San Lorenzo. La lámina que acompaña muestra algunos de los mejores entre los muchos ejemplares fósiles recogidos, todos los cuales corresponden al Gothlandense.

Recibido 28-I-58



1.—*Cardiola interrupta* Sow. Gothlandense.  
 2.—*Orthoceras magister* Barr. Gothlandense. 2.<sup>a</sup> × 1 1/3.  
 3.—*Orthoceras timidum* Barr. Gothlandense. Ligeramente aumentado.  
 4.—*Orthoceras hastile* Barr. Gothlandense. 4.<sup>a</sup> × 1 1/3.  
 5.—*Orthoceras doricum* Barr. Gothlandense. Ligeramente aumentado.

Aspectos geológicos de la reciente explosión  
subterránea atómica en Nevada

POR

E. B. ECKEL, C. B. READ, W. H. DIMENT  
y E. DOBROVOLNY  
del U. S. Geological Survey.



E. B. ECKEL, C. B. READ, W. H. DIMENT, y E. DOBROVOLNY  
del U. S. Geological Survey. (\*)

## ASPECTOS GEOLOGICOS DE LA RECIENTE EXPLOSION SUBTERRANEA ATOMICA DE NEVADA

*Hace ya meses que leí, en alguna revista no técnica o quizá en la prensa diaria, que con fines exclusivos de investigación de la corteza terrestre desde un punto de vista geológico y geofísico, se preparaba en Estados Unidos una potentísima explosión atómica. La noticia excitó intensamente mi curiosidad, por la trascendencia geológica que podría tener el experimento, caso de obtenerse de él los frutos que se esperaban, por lo que durante algún tiempo estuve atento a nueva información acerca de aquél o sus resultados. Pero no llegué a enterarme de su desarrollo, bien porque nada se publicase, o bien porque me pasase inadvertido, y poco a poco llegué a olvidar el asunto. Pero en el último número de "Geotimes", recién llegado a mis manos, se habla ya de la realización del experimento. Aunque no se dice nada concreto acerca de los resultados, por-*

---

(\*) La versión directa del inglés ha sido hecha por J. M. Ríos. La traducción y publicación han sido autorizadas por los autores y por el editor de la revista «Geotimes», que publica mensualmente el American Geological Institute, en Washington D. C. Apareció en el núm. 5 del Vol. II, de noviembre de 1957.

*que dependen de estudios e interpretaciones de largo desarrollo, aún en proceso de estudio, como el experimento es en sí curioso e interesante y puede un día resultar de trascendencia, he querido informar a nuestros lectores de estas NOTAS Y COMUNICACIONES acerca de él, en compás de espera de información más concreta de los resultados geológicos y geofísicos. Ha sido posible esta traducción gracias a la amable autorización de los autores y del editor de "Geotimes", en cuyas interesantes páginas ya hemos espiado alguna otra vez, y a quienes damos desde aquí las gracias.*

J. M. Ríos.

\* \* \*

La primera gran explosión nuclear subterránea y profunda del mundo libre tuvo lugar en el Campo de Pruebas de Nevada, a las diez de la mañana del 19 de septiembre de 1957. La prensa dió información, en general excelente, del experimento y de sus efectos sísmicos.

Antes ya se habían llevado a cabo unas pocas explosiones nucleares subterráneas. Las de dinamita son sumamente corrientes, tanto en pisos de roca como en suelos desagregados. Sin embargo, aún no se había intentado nunca en este país integrar por entero todos los efectos de una gran explosión, bien fuera nuclear o de los habituales explosivos de gran efecto. Exceptuadas unas pocas pruebas de escaso alcance, con dinamita, las explosiones anteriores habían sido ideadas para quebrantar la roca hasta determinado nivel, en minas, en canteras o sobre la superficie del terreno.

La prueba del 19 de septiembre, motejada «Rainier», fué dirigida por las Organizaciones para la prueba de Ne-

vada integradas por la Comisión de Energía Atómica, el Ministerio de la Guerra y otros departamentos gubernamentales y sus contratistas, incluyendo el Laboratorio de Radiaciones de la Universidad de California, primordialmente interesado en la detonación subterránea. Se llevó a cabo en una pequeña cámara al extremo de una galería horizontal, de casi 670 metros (2.000 pies) de largo y situada a unos 270 metros (800 pies) bajo la superficie del terreno. La explosión se produjo mediante un artificio nuclear con una producción de energía equivalente a entre 1 y 3 kilotones de T. N. T. La extremidad de la galería, casi recta, estaba arqueada con la esperanza de obtenerse así un cierre estanco mediante la firme compresión de la roca ante el frente de la onda gaseosa de choque, conforme ésta avanzase alejándose de la cámara de explosión.

La geología y la geofísica han desempeñado, en el proyecto y realización de esta prueba, un papel mucho más grande que en cualquier otro experimento nuclear de los que hasta ahora se han llevado a cabo. La prueba misma fué motivo de pausa en el esfuerzo concertado de un equipo del U. S. Geological Survey que había comenzado sus tareas más de un año antes. En julio de 1956 la Sección de Pruebas de la Comisión de Energía Atómica pidió al Geological Survey que aconsejase acerca de la posibilidad geológica y geofísica de explosiones nucleares subterráneas. Bajo la vigilancia de un grupo de consultores eminentes, no pertenecientes al Geological Survey, los deberes de su personal consistirían en ayudar a escoger un sitio y a proyectar el trazado de las labores subterráneas, predecir los efectos sísmicos tanto en el campo de pruebas como fuera de él, y asesorar acerca de las probabilidades de

contaminación de los aprovechamientos de aguas subterráneas. Esto constituía un verdadero desafío, no sólo respecto a la aplicación de los principios geológicos a problemas ingenieriles de nueva índole, sino incluso acerca de la posibilidad de llegar a tocar el fondo de algunas cuestiones fundamentales de la geología.

Muy rara vez se había tenido ocasión de estudiar ondas sísmicas ocasionadas por tan grandes fuentes de energía, liberada subterráneamente, y en momento y sitio conocidos previamente con toda precisión; nunca hasta ahora había intentado el hombre fabricar por sí mismo un magma de regular tamaño, y de tener la oportunidad de estudiarlo después.

#### OPERACIÓN PLUMBOR

En completar la tarea se invirtió cantidad de años-hombre de trabajo, con iniciativas a veces estériles y siempre continuamente cambiantes, con nuevos problemas, siempre renovados, de orden técnico y humano, problemas que se acumulaban antes de que pudieran ser resueltos los anteriores. Además de la realización de cartografías topográfica y geológica detalladas, de estudios petrográficos y químicos y de las perforaciones de exploración que son normales en tales tareas hubo tres facetas de la investigación que merecen especial mención: las medidas geofísicas, las pruebas de características físicas y las pruebas con explosivos de gran potencia. Se usaron ampliamente los métodos geofísicos sísmico, gravitativo y otros. De hecho, y como derivación del trabajo, el Geological Survey tuvo que recopilar los resultados sísmicos de todas las pruebas y experimentos, sobre torre y globo, llevados a cabo durante

el conjunto de series de pruebas conocidas bajo la denominación de «Operación Plumbor». Estos registros de amplitudes de onda suministraron datos para establecer la relación entre los esfuerzos corticales causados por explosiones nucleares llevadas a cabo en el aire y las realizadas bajo la superficie. También contribuyeron al conocimiento básico de la corteza terrestre. Las propiedades físicas, eléctricas, de resistencia, permeabilidad, y cantidad de otras características de las rocas involucradas en la prueba están siendo determinadas y los resultados se relacionarán, detalladamente, con la geología. Con objeto de poseer algunos datos reales para la predicción del efecto de la detonación nuclear en proyecto se concibieron y llevaron a cabo por el equipo del Geological Survey dos pruebas con explosivos de gran potencia, mediante la ayuda de un ingeniero especialista en cuestiones de protección y seguridad, perteneciente al Servicio Estatal de Minas. Se perforó una galería de 200 metros (600 pies) en una localidad escogida deliberadamente con el propósito de poner a prueba las rocas más falladas y fracturadas que pudieran encontrarse. Se detonaron dos explosiones de dinamita de tipo normal en cámaras abiertas en esta galería, una de 10 T., otra de 50 T. Después de cada explosión se limpió la galería y se cartografiaron con detalle las esquemas de fracturas y quebrantamientos. Estas pruebas, aún no aprovechadas en su totalidad, no solamente suministraron alguna clase de escala o medida para la evaluación y predicción de los resultados de la prueba nuclear, sino que también proporcionaron datos acerca de la potencia de fracturación de los efectos sísmicos y de la contención de explosiones de dinamita, que serán de interés para los ingenieros especialistas en explosivos y minería, y para los geólogos.

La localidad elegida para la detonación nuclear se escogió tanto sobre la base de razones geológicas como topográficas. Hacía falta encontrar laderas empinadas que permitiesen una cobertura suficiente para una galería relativamente corta, con vistas a lograr un factor de seguridad para la prueba. Se encontró esta coincidencia de circunstancias en una formación topográfica de tipo «mesa» del Banded Range, que se encuentra en la esquina noroeste de la Hoja de Tippihah Springs. Según describen en términos generales Johnson y Hibbard en el «Boletín 1021-K» del Geological Survey, las rocas de este área consisten en la toba riolítica de Oak Springs que yace sobre un complejo basamento de sedimentos paleozoicos.

Excepto por lo que se refiere a una serie de tobas muy sólidamente consolidadas, que son las que forman la cobertura de la «mesa», la formación de Oak Springs está constituida, en su mayor parte, por cenizas riolíticas de claras tonalidades, en lechos relativamente tendidos. Suministra excelentes condiciones para la excavación de galerías y es, no obstante, tan porosa que actúa como un excelente absorbente para las ondas sísmicas originadas por las explosiones, tanto de tipo corriente como nucleares.

#### EXPERIMENTO LOGRADO

El éxito logrado por la prueba atómica fué tan completo que resultó casi decepcionante (por lo que a su espectacularidad se refiere). Conforme se empezaron a contar los diez segundos previos, anunciados por un altavoz, los geólogos y geofísicos del grupo de observadores—todos ellos pesimistas de profesión—tomaron sus precauciones, precaviéndose.

Desde luego esperaban un éxito conjunto del experimento, pero ninguno se habría sorprendido de una sacudida terráquea o de ver abultarse y quizá fracturarse la tapa de la «mesa» o de ver un surtidor de rocas, polvo o material radiactivo lanzados por la boca-mina. No ocurrió nada de esto. Algunos observadores notaron un temblor muy ligero bajo sus pies y otros pocos apreciaron una ligera vibración de la mesa al impacto de la onda de choque. Bloques del «sombrero» de toba consolidada que cubre la «mesa» rodaron ladera abajo, levantando nubes de polvo. ¡Nada más! Algunos momentos después de la explosión aviones a chorro y helicópteros sobrevolaron la zona casi a ras del suelo. Comunicaron que no había grietas o fracturas, al menos visibles desde el aire. Aún más significativo, no se manifestaba radiactividad alguna sobre el suelo. Al cabo de algunas horas se practicaron y examinaron 370 metros (1.100 pies) de galería. También aparecían incontaminados. La cantidad de material caído de muros y techos no pasaba de dos toneladas. Una fallita próxima a la boca se había desplazado ligeramente, y más adentro en la galería se había formado una falla cabalgante a lo largo de un plano de estratificación y había desviado los carriles unas pocas pulgadas.

El análisis instrumental llevado a cabo por cantidad de organizaciones científicas probó que la detonación había alcanzado el rendimiento energético que se esperaba. Las medidas sísmicas mostraron que la energía transmitida al terreno se podía comparar a la suministrada por las explosiones más importantes de entre las de las series de experimentación aérea.

Evidentemente el esquema de autocontención de la galería fué eficaz para limitar prácticamente todas las conse-

cuencias y efectos. El tamaño y carácter de la zona afectada en el interior de la roca no es aún conocido en su totalidad. Las contestaciones a estas cuestiones han de esperar a más completos estudios de los registros instrumentales, así como a los resultados de las perforaciones que tienen como objetivo la exploración y desmuestra de los materiales creados por la explosión. Hay diversidad de opiniones respecto a la cantidad y carácter de cualquier magma artificial que, producido por el proceso de la explosión, pueda existir, así como a las presiones que se hayan de encontrar en las perforaciones.

Recibido 10-I-58

## Historia estructural del ángulo SE. del núcleo paleozoico de las montañas astures

POR

L. U. DE SITTER

L. U. DE SITTER (1)

## HISTORIA ESTRUCTURAL DEL ANGULO SE. DEL NUCLEO PALEOZOICO DE LAS MONTA- ÑAS ASTURES (2)

Cuando el núcleo paleozoico de los Pirineos, tras hundirse hacia el Oeste, queda anegado por su cobertura mesozoica en los montes Cantábricos, no vuelve a reaparecer hasta 600 kms. más allá, en la cadena de montañas astures.

El carácter de las rocas paleozoicas se nos manifiesta entonces completamente cambiado y podemos tener la seguridad de que las cuencas pirenaica y astur son distintas, y que en ellas la sedimentación tuvo lugar bajo circunstancias diferentes. Incluso un examen elemental de las series sedimentarias paleozoicas muestra enseguida las diferencias existentes, sobre todo por lo que se refiere al Paleozoico superior de las dos regiones.

En los Montes Astures el Carbonífero superior es productivo y se apoya sobre calizas compactas del Carboní-

---

(1) Instituto de Geología de la Universidad de Leiden.

(2) Versión directa, por J. M. Ríos, del original inglés titulado *The structural history of the S. E. corner of the Paleozoic core of the Asturian Mountains*, aparecido en el «Neuen Jb. Geol. und Paläont. Abh.», 105, 3, págs. 272-284. Stuttgart, nov. 1957. Esta traducción se publica gracias a la amable y expresa autorización de autor y editores.

fero inferior, mientras que el del Pirineo, ni en general es productivo, ni suele contener calizas. El Devoniano asturiano es muy arenoso, con calizas ocasionales, mientras que en los Pirineos consiste principalmente en alter-

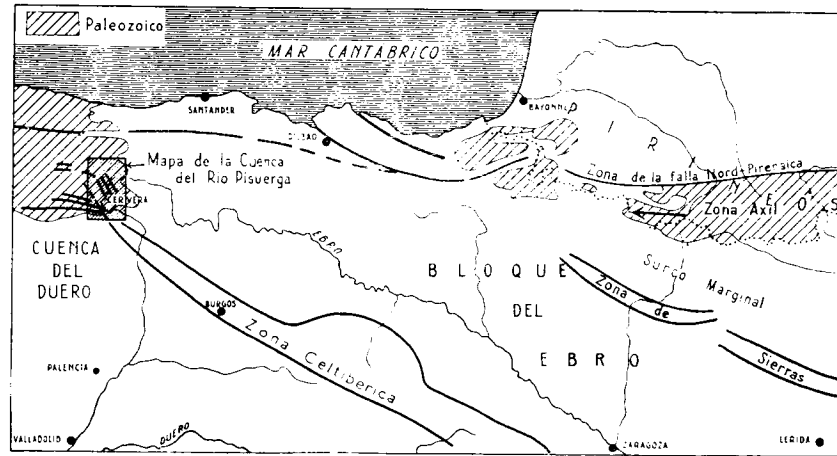


Fig. 1.—Situaciones respectivas del Paleozoico del NE. de España y del área cartografiada de la cuenca del río Pisuerga.

nancia de margas pizarreñas y calizas. En su historia orogénica difieren también en gran medida, sobre todo, porque los Pirineos ofrecen facies magmáticas sin-tectónicas y tectónico-tardías, de intenso desarrollo, que faltan casi por completo en los Montes Astures.

Sus historias mesozoicas presentan más puntos de analogía pero, como de momento estamos menos interesados en esta historia más moderna, no intentaremos establecer su comparación a este respecto.

Es evidente que ambas cadenas montañosas, tan ligadas a veces en el habla popular, se originaron en ambientes muy diferentes. Así es que nos asombraremos tanto más cuando encontremos, en algunos detalles, analogías sorprendentes.



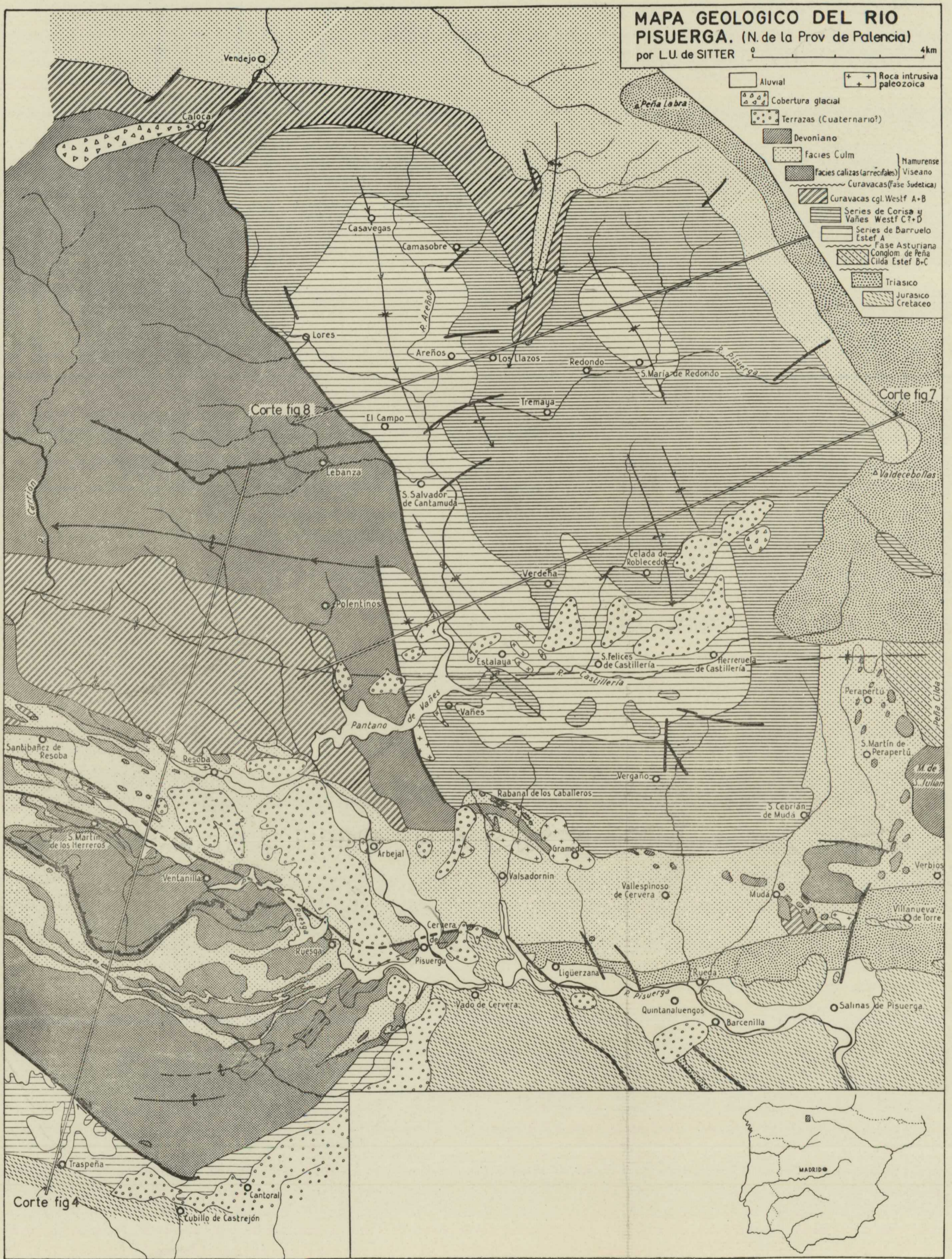


Fig. 2.—Mapa esquemático de la cuenca del río Pisuerga y áreas adyacentes.



Los cuadros 1 y figura 3 nos ofrecen una breve orientación estratigráfica de la serie petrográfica del Carbonífero de las vertientes meridionales de los Montes Astures al N. de Palencia.

*Cuadro 1. Serie carbonífera al Norte de Palencia*

	Lechos rojos permo-triásicos, conglomerados y areniscas en estratificación cruzada, arcillas rojas en la parte alta. Discordancia intensa.
Estef. B + C.	Conglomerados, margas y areniscas de la serie de Peña Cilda. Flora. Discordancia intensa. Fase Astúrica.
Estef. A	Margas, margas arenosas y areniscas de la serie de Baruelo, con repetición ordenada ocasional. 1.500 m. Próximas a su base contienen los paquetes de carbón de San Felices-Redondo-Casavegas, que son más o menos equivalentes. Próximo a la parte alta lleva el paquete de capas de Areños. Flora. Ligera discordancia.
Westf. D.	Margas, margas arenosas y areniscas de la serie de Sierra Corisa. En la parte alta, calizas gruesas, calizas de Sierra Corisa, con diastemas y fauna de Fusulina. En la parte baja, paquete de capas carboníferas de San Cebrián, con flora, y caliza de Cotaraza. Abundantes faunas marinas y continentales. 0 - 2 100 m.
Westf. C.	Alternancias de margas y areniscas de la serie de Vañes. 500 - 1.200 m.
Westf. A + B	Conglomerado de Curavacas. Flora. 0 - 1.000 m. Discordancia intensa. Fase de Curavacas (sudética).
Namurensis-Viseano	Facies Culm de margas, areniscas y conglomerados, sin fósiles. Calizas compactas de facies arrecifal con intercalaciones margosa; en la parte baja de la zona occidental, el grioto (caliza manchada). Facies oriental: calizas arrecifales y conglomerados en margas. Fosilífero. ¿Discordancia? ¿Falta del Tournaisense?
Devoniano	Completo las más de las veces. El Famense falta en ocasiones. Facies variables, con cuarcitas en la parte superior y en el fondo. Calizas.

Los hechos más sorprendentes acerca de esta secuencia son, sin duda, la existencia de las dos fases de plegamiento intenso, la Astúrica situada entre el Estefa-

parálicas ocasionales. La supuesta falta del Tournaisense se basa exclusivamente en evidencia paleontológica, como ocurre también en la Montagne Noire y en los Pirineos. A veces el hiato comprende también el Devoniano más alto. Como no se ha podido señalar claramente discordancia o superposición hay duda respecto a su validez. No obstante hay indicaciones intensas, aunque de carácter local, de discordancia entre el Visense y el Devoniano.

La fase astúrica está muy bien puesta de manifiesto por la discordancia existente entre el conglomerado del Estefanense superior tendido de Peña-Cilda, que se apoya sobre las series verticales de Barruelo del Estefanense inferior (Wagner, 1952). El afloramiento en la cabecera del río Rubagón es relativamente pequeño pero muy convincente, y de todos modos se repite, aunque peor datado, en otros afloramientos más occidentales, primero en la región de Cistierna, después en la depresión de Tineo. El Permo-trías trunca de nuevo la totalidad de las estructuras más antiguas. Las dos fases principales de plegamiento, Curavacas y Peña Cilda, o, según la nomenclatura de Stille, sudética y astúrica, tienen arreglos completamente distintos.

Los pliegues acostados de la región de Ruesga, los cuales se componen sólo de Devoniano y Carbonífero inferior y, más al Norte, el anticlinal devoniano de Lebanza, y finalmente las estructuras del Devoniano al Este. (colinas de San Julián), tienen todos rumbo EO. Las estructuras de la cuenca del Carbonífero superior del río Pisuegra, compuesto por los sinclinales de Casavegas y Redondo, en el Norte, y el anticlinal de Celada y estructuras de Verdeña, al centro, tienen todos rumbo NNO.-SSW., en marcado contraste con las estructuras sudéticas.

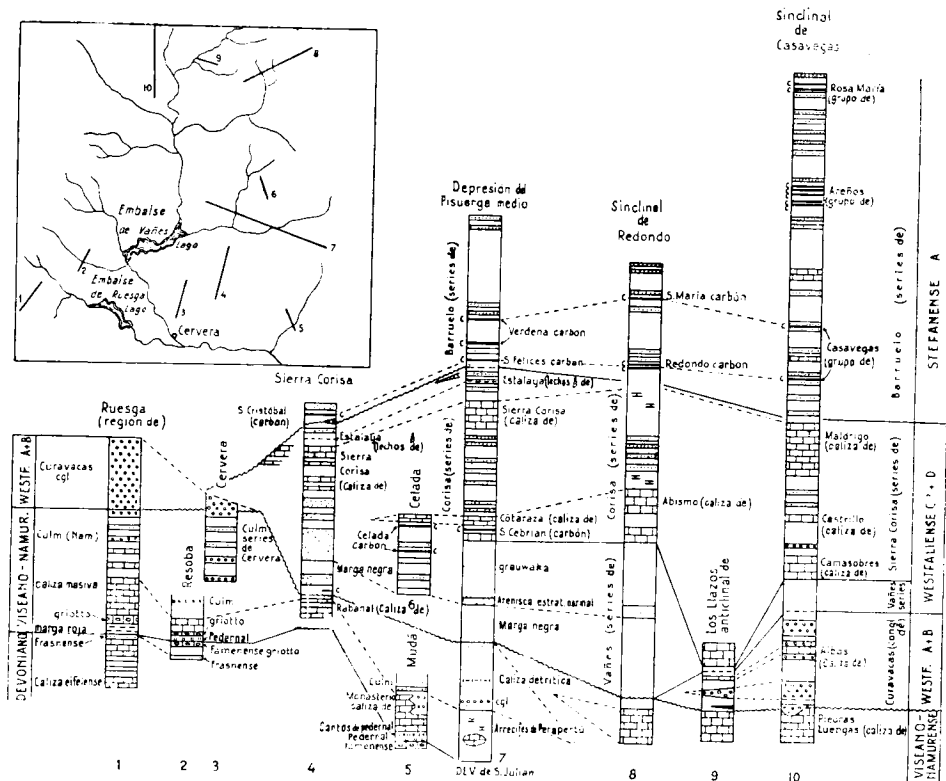


Fig. 3.- Correlaciones estratigráficas de las cinco columnas del Carbonífero superior de la cuenca del Pisuegra.

niense A y B y la Sudética, entre el Westfaliense C y el Namureense, o quizás el Westfaliense A. Por lo que a este respecto se refiere, la secuencia guarda buena armonía, sobre todo con el Carbonífero de América, ya que la secuencia del Carbonífero superior ofrece una facies predominantemente marina con sólo interrupciones

La deformación terciaria, que tiene su expresión principal en la estrecha cresta triásica o cretácea, de gran pendiente, que recorre la margen meridional del Paleozoico y que podríamos denominar flexuras de Rueda y Castellón, tienen de nuevo rumbo EO. Es la misma dirección que encontramos en el sinclinal triásico de Reinosa y en el gradiente triásico que desciende del Valdecebollas hacia el Sur. Sin embargo en el Cretáceo al Sur de Cervera encontramos un cinturón bien pronunciado de pliegues y fallas arrumbantes de NO. a SE., cartografiado por Ciry (1939) y Karrenberg (1934) que separa la plataforma cretácea del Alto Ebro de la depresión miocena del Duero. Este haz de pliegues constituye la prolongación directa de los pliegues celtibéricos más al Sur. Su desarrollo estructural reside principalmente, probablemente, en la fase pirenaica. Fué seguido por el hundimiento del bloque de Castilla, de la misma manera que ocurrió más al Este con el bloque del Ebro. Puesto que el Mioceno se inclina agudamente a lo largo de su margen septentrional, la dirección EO. de la flexura de Castellón es, en parte al menos, de edad miocena, probablemente intra miocena (fase sávica de la nomenclatura de Stille). No podemos afirmar que la flexura de Rueda sea de misma edad, así como tampoco tenemos manera de determinar la del sinclinal de Reinosa, o del de Corisa al Sur de Valdecebollas.

No es sólo que por un lado son paralelas la fase sudética y una de las terciarias, y por otro la astúrica y la otra terciaria, sino que además el haz de pliegues de la cadena Celtibérica se prolonga por los pliegues devonianos de Peñas Negras, que más al Norte arquean al Oeste integrándose en el flanco del anticlinal sudético de Lebanza, orientado de EO.

Esta línea NE.-SO. que pasa sobre la ciudad de Cervera del Pisuerga tiene una gran importancia paleogeográfica. Cruza el contacto Paleozoico-Mesozoico próximo a Cervera, y por esta razón la denomino línea o divisoria de Cervera.

Todo el Triásico y el Jurásico acuña en dirección Oeste a lo largo de esta línea, y lo mismo ocurre con respecto al Mioceno de la depresión del Duero, en dirección oriental.

Constituye, además, el límite occidental de la depresión del Carbonífero superior del Pisuerga, y el oriental de la de Guardo, igualmente en Carbonífero superior, si bien ambas cuencas ofrecen facies diferentes.

El Carbonífero inferior también es diferente a ambos lados de esta cresta o divisoria, ya que al Oeste tenemos el típico desarrollo astur de calizas masivas, mientras que al Este encontramos arrecifes aislados entre margas. Además el conglomerado de Curavacas no alcanza a rebasar esta cresta.

Al Norte, la serie de Curavacas, que se compone allí de cantidades variables de lentejones gruesos de conglomerados, alternantes con areniscas y margas y una caliza, acuña hacia el Este al acercarse al agudo anticlinal comprendido entre los dos sinclinales principales.

Hacia el Sur el conglomerado masivo acaña contra la cresta devoniana de Peñas Negras.

Al parecer el saliente de Cervera es uno de los rasgos más fundamentales de la historia geológica de esta región.

Desde el punto de vista estructural es igualmente importante. Al Oeste de Cervera encontramos los pliegues acostados de la región de Ruesga (Kanis, 1956)

que alcanzan hasta el área de Camporredondo, de la que la figura 4 nos ofrece un corte representativo.

Vemos una serie de pliegues sudéticos truncados por los conglomerados de Curavacas. Es posible que hayan sido deformados de nuevo por plegamiento terciario, pero lo más probable es que sólo ocurra así en su contacto meridional con el Cretáceo. El que esta última fase haya podido ejercer influencia importante sobre los pliegues más viejos resulta probado por el pliegue de Traspeña, con eje vertical en el Cretáceo y en el Carbonífero superior, acompañado por una gran falla de desgarre en el Carbonífero inferior (ángulo SO. del mapa).

Estos pliegues recumbentes faltan del todo en las estructuras de la región de San Julián, por el Este, que se desarrollan en Carbonífero inferior y Devoniano, las cuales tienen la misma dirección EO., pero cuyo plegamiento es mucho menos intenso. Y lo mismo puede decirse del anticlinal devoniano de Lebanza, al Norte.

Por otra parte, el arrumbamiento NO.-SE., de edad astúrica, que presenta la cuenca del Pisuerga al Este de la divisoria del Cervera, de la que las figuras 7 y 8 ofrecen cortes representativos, falta por completo al Oeste de aquella.

El Culm desempeña un papel misterioso en este conjunto, y es una formación que queda muy mal definida bajo todos los puntos de vista. Nunca se encontraron fósiles en sus estratos, y su afloramiento cruza la divisoria de Cervera sin la menor vacilación. Al Oeste aparece plegado conjuntamente con los pliegues volcados; al Este, por el contrario, muestra plegamiento mucho más tranquilo, lo cual es típico de la región de San Julián, y su rumbo varía, incurvando, desde la dirección EO. a la NO.-SE.

Por consiguiente, el Culm constituye, en cierto modo, un enlace entre las propiedades contrastantes de la región occidental y más vieja, con respecto a la oriental, más joven. Función que viene representada también por la curiosa divisoria de Rabanal, de dirección EO. (fig. 9), que transcurre desde la estructura devoniana de Peñas Negras, en dirección al Este, hasta Mudá, y constituye la conexión entre la divisoria de Cervera con la unidad tectónica de San Julián. Está integrada la divisoria por la calizas viseanas de Rabanal y Mudá y por varios afloramientos devonianos de reducida área. Al Sur de ella encontramos los pliegues del Culm, al Norte el Carbonífero superior de la depresión del Pisuerga.

Con objeto de poder lograr una comprensión mayor a estas peculiaridades tendremos que estudiar, con algún detalle mayor, la estructura de los pliegues acostados, al Oeste, y de la depresión del Pisuerga, al Este.

La característica más sorprendente de los pliegues recumbentes occidentales que componen la estructura de Ruesga es la posición del núcleo anticlinal del pliegue de San Martín, y del sinclinal del mismo nombre por debajo de aquél, cuyos núcleos se inclinan tendidamente hacia el Norte; ambas estructuras quedan muy bien puestas de manifiesto inmediatamente al S. del Valle de Ruesga. En su parte oriental encontramos que una estrecha banda de Carbonífero que jalona un plano de falla cabalgante, el cual separa dos pliegues recumbentes, en cuarcitas, del Devoniano superior.

Ese plano de falla, que acompaña a la cuña de Carbonífero, puede seguirse hacia el Oeste, y está puesto de nuevo de manifiesto, con gran claridad, en el pliegue volcado de San Martín (fig. 9), pero allí parece eviden-

temente involucrado conjuntamente en los plegamientos recumbentes.

Podemos seguir este plano de falla, plegado, aún más al Oeste, por algún trecho, pero luego se pierde en el Carbonífero. En las complicadas estructuras al N. y Oes-

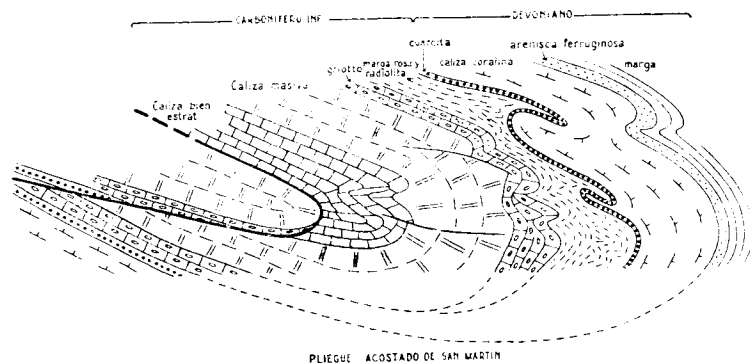


Fig. 5.—Pliegue acostado de San Martín, que muestra una superficie de cabalgamiento plegada.

te de San Martín y en el sinclinal volcado por debajo de Santibáñez, al Sur, puede señalarse la presencia, de cuando en cuando, de un plano de falla semejantemente, plegado con parecida intensidad.

Más al NO. (fuera del mapa) se desarrolla otro pliegue acostado en posición tendida, muy bien desarrollado, del cual la figura 6 representa un croquis.

Estos pliegues, todos ellos con plano axial inclinado hacia el N., muestran una complicada historia de tendidos planos de falla más viejos, y posterior plegamiento recumbente, cuyos dos movimientos pertenecen más o menos a la misma fase del plegamiento.

Además es posible que parte de su carácter recumbente sea debido a deformación terciaria, puesto que en su límite meridional, el plano de discordancia tiene po-

sición vertical (fig. 4). Por otra parte la regularidad tanto de los rumbos de los ejes de plegamiento como de los rumbos y pendientes de los planos axiales no acusan la existencia de trastornos más modernos de índole EO. Sin embargo existen algunas ondas arrumbadas NS, en los planos axiales de los pliegues acostados que indican que la posterior fase astúrica ha penetrado, por lo menos, hasta San Martín, en región de Ruesga.

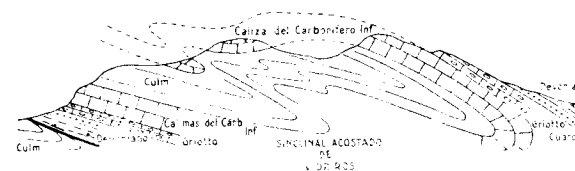


Fig. 6.—Pliegue acostado al S. de la montaña de Curavacas, en la proximidad de Vidrieros.

Como mencionamos antes, estas estructuras aparecen truncadas por el cuerpo del conglomerado de Curavacas que, en sí mismo, muestra una somera estructura sinclinal a la que haremos referencia más adelante.

Pasemos ahora a la estructura de la depresión del Pisuerga. En su porción central un corte EO, se parece al croquis de la figura 7, en su parte septentrional, al de la figura 8.

Los planos axiales se disponen por lo general verticalmente, excepto en el flanco oriental. De las subdivisiones de la serie del Carbonífero superior las correspondientes a Vañes y Corisa adelgazan probablemente hacia el Oeste, mientras que la serie de Barruelo trunca las más antiguas al Oeste y posee aquí su mayor espesor. Al parecer el eje de la depresión en proceso de hundimiento, se trasladó de E. a O. durante el Carbonífero superior.

Estos pliegues se extinguen muy rápidamente hacia el límite meridional de la depresión y apenas nada queda preservado, en la Sierra Corisa, de los pliegues arrumbados NNO.-SSE., excepto el flanco oriental empinado y ligeramente desplomado. Esta desaparición de los pliegues astúricos ha quedado acentuada por la presencia del sinclinal de Sierra Corisa, de rumbo EO., estructura tendida que creemos ser de edad terciaria, a causa, precisamente, de que por lo menos su flanco septentrional aparece también expresado en el buzamiento meridional del Triásico que desciende de Valdecebolla hacia el Valle de Castillería (fig. 9).

Este valle sigue el sinclinal y si lo proyectamos más al Oeste encontramos que coincide con el sinclinal del conglomerado de Curavacas (ves corte de la fig. 4). En el corte de la figura 9 aparece también la divisoria de Rabanal, mencionada antes como uno de los nexos de unión entre las estructuras orientales y las occidentales. Ahora nos parece patente que su emergencia a la superficie, como núcleo anticlinal, es debida en parte al mismo plegamiento terciario EO. Resulta verdaderamente cierto que el afloramiento de Culm entre Mudá y Cervera, que continúa en la región de Santibáñez, junto con la banda de Rabanal, constituye el antepaís meridional de la depresión carbonífera superior del Pisuerga, pero su pronunciado afloramiento en la actual disposición estructural es debido, en parte, al posterior plegamiento terciario de dirección EO.

La importancia del plegamiento astúrico está además expresada claramente por los estratos invertidos de la región de Barruelo (Wagner, 1952) que aparecen contra el levantamiento devoniano de San Julián, el cual separa de nuevo las facies, diferentes entre sí, de las de-

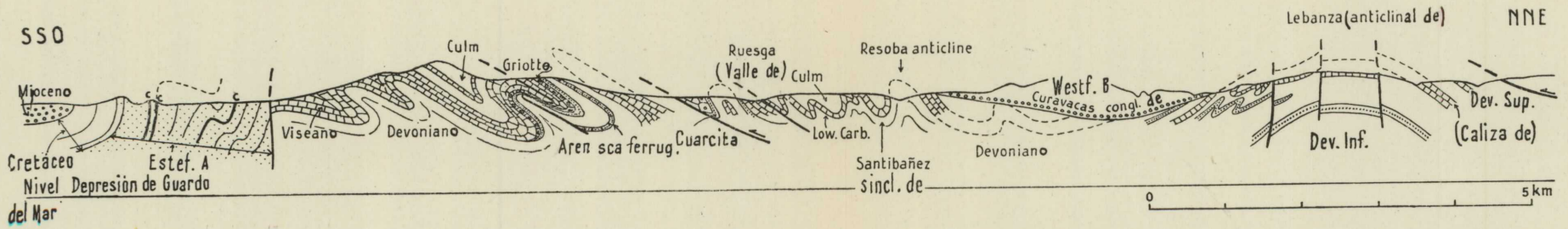


Fig. 4.—Corte a través de los pliegues acostados de la región de Ruesga.

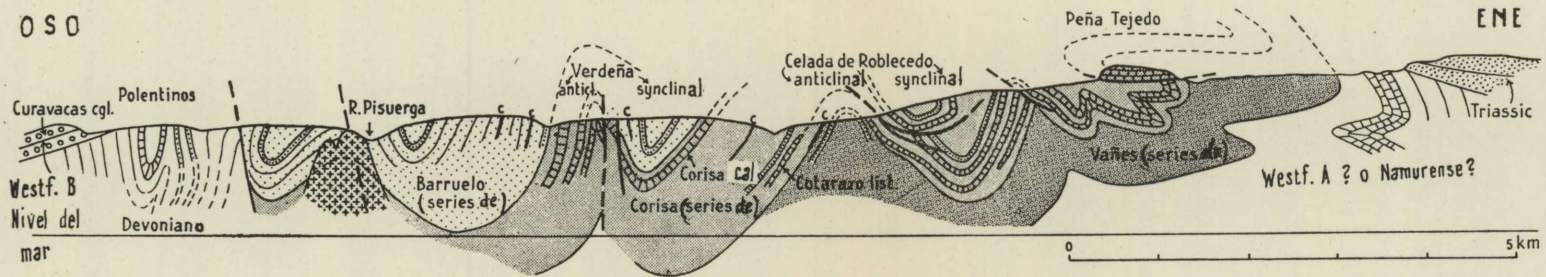


Fig. 7.—Corte a través del Carbonífero superior de la cuenca central del Pisuegra.

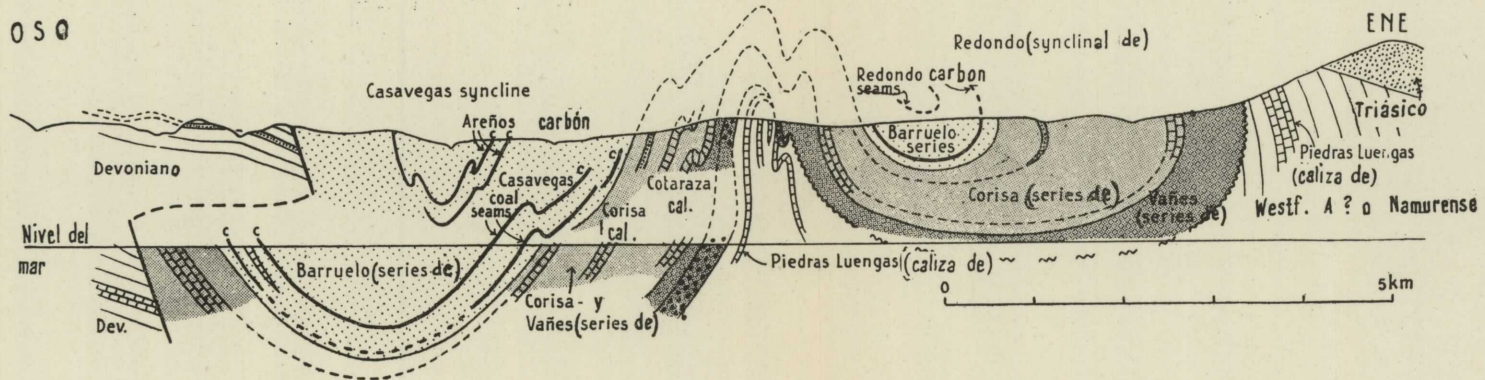


Fig. 8.—Corte a través del Carbonífero superior de la cuenca septentrional del Pisuegra.

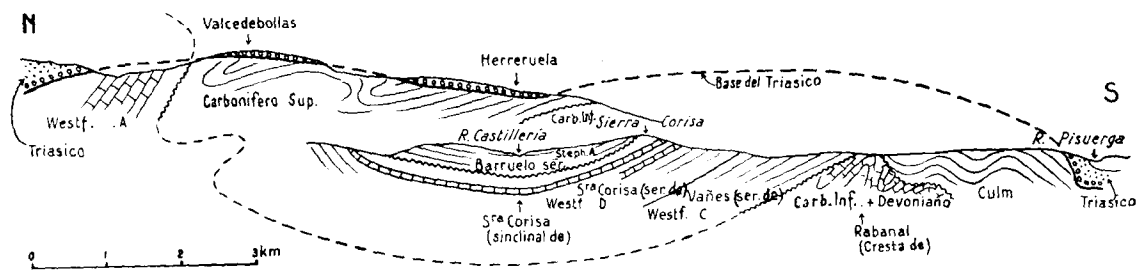


Fig. 9. Origen terciario del sinclinal de Sierra Corisa a lo largo del curso del río Castillera.



presiones del río Pisuerga y del río Rubagón, ambas en Carbonífero superior, del mismo modo que la divisoria de Cervera separa las cuencas de Pisuerga y Guardo. Por ahora aún no se ha encontrado solución satisfactoria a la prolongación NO. de las estructuras de la depresión del Rubagón, cubierta como está por el Triásico de Valdecebollas. De momento pienso que su plano principal de falla continúa bajo la cobertura triásica y emerge de nuevo bajo la estructura recumbente de la Peña Tejedo (fig. 7). El salto tendría que decrecer considerablemente en esa dirección, de modo que en vez de un contacto anormal entre las series de Barruelo y la devoniana, encontramos al SE. las complicadas estructuras al S. y al E. del sinclinal de Redondo, todas ellas constituidas en las series de Corisa y Vañés. Este problema aún no ha sido desarrollado.

En la región septentrional limítrofe de la depresión del Pisuerga, encontramos de nuevo estratos de gran pendiente, y rumbo EO., tanto en los flancos septentrionales de Redondo como de Casavega. A partir del flanco septentrional del sinclinal de Casavega hay una banda, casi vertical, compuesta de la series de Curavacas y Viseana, que dirige su rumbo lejos por el Oeste.

Este rumbo EO., desde luego, no es debido a la fase sudética, puesto que participan en él las series Curavacas e incluso el Carbonífero superior del sinclinal de Casavegas. Al parecer el plegamiento astúrico NNO.-SSE. de la cuenca del Pisuerga incurva aquí una dirección EO.

Resumiendo el cuadro estructural recién esquematizado podemos decir que en el Sur encontramos pliegues sudéticos muy intensamente recumbentes, que incurvan muy ligeramente a un rumbo NO.-SE. en dirección esteada y que se continúan en dirección al Norte, por una

serie de anticlinales y sinclinales arrumbados de EO. Estas estructuras ya no aparecen acostadas, sino que son pliegues empinados, casi verticales. Aquí, al Norte, resulta dudosa la posición del conglomerado de Curavacas, a consecuencia de resultar casi indiferenciable respecto al del Culm. Por otra parte el plegamiento astúrico es débil en el Sur y se manifiesta intensamente al Norte, curvando de su rumbo NNO.-SSE. al EO., conforme avanzamos de S. a N.

Los pliegues recumbentes de la región Ruesga-Camporredondo se manifiestan casi como un elemento extraño, quizá celtibérico, procedente del SE. y soldado a la cadena montañosa astur de rumbo EO., primero por plegamiento astúrico y más tarde por las fases terciarias.

Antes de que intentemos resumir más los principales resultados de nuestro análisis tendremos que mencionar algunos hechos estratigráficos peculiares. Como señalamos antes el Devoniano aflora en pequeñas manchas aisladas en la divisoria o cresta de Rabanal, y en su prolongación por el anticlinal de Santibáñez. Este Devoniano superior (Famenense) tiene facies de caliza griota con goniatites del Devoniano superior, tanto en un pequeño afloramiento justo al Oeste de Mudá, como en la región de Santibáñez. Además encontramos pedernales, probablemente del Carbonífero inferior, asociados con estos griotos devonianos, tanto en la región de Santibáñez como al Sur de Mudá. Y, finalmente, al Este de Mudá y a lo largo de la divisoria de Rabanal, se encuentran afloramientos ocasionales de una brecha polimicta que contiene fragmentos de pedernal. Todo esto presenta gran analogía con las facies pirenaicas del Devoniano superior y Carbonífero inferior, y ofrece agudo con-

traste con las facies asturianas en que el Devoniano superior tiene facies de cuarcitas y el Carbonífero inferior facies de calizas.

Al parecer las facies pirenaicas del límite Devoniano-Carbonífero penetran como estrecha banda muy lejos por el Oeste, hasta Santibáñez. Por otra parte, también se encuentran en los Pirineos pliegues astúricos recubiertos discordantemente por el Estefanense Superior, aunque en otras facies. Además conocemos en los Pirineos un Westfaliense mal definido, que lleva próximo a su base algunos lechos de cuarzo y pedernal. Esto podría relacionarse quizás con el Carbonífero Superior de las regiones meridionales de las montañas astúricas. De esta manera podría establecerse una cierta relación entre dos cadenas montañosas, de otro modo muy distintas.

Cierto que podría argüirse que el área de la región cartografiada alrededor de Cervera del Pisuerga es excesivamente reducida como para permitir establecer conclusiones realmente regionales, pero pensamos que esta región constituye, en gran medida, un punto crítico en el esquema orogénico de España septentrional, y nos gustaría, por consiguiente, proponer, en forma tentativa, algunas deducciones generales al lector.

Cuando partimos de la hipótesis de que el rumbo EO. puede ser relacionado con la fase sudética y con uno de los plegamientos terciarios y que la dirección NO.-SE. es debida a la fase astúrica y a otra fase terciaria, según lo hemos hecho hasta ahora, entramos en colisión con hechos manifiestos fuera de nuestra región presente. No es verdad que la fase astúrica causase solamente rumbo NO.-SE., porque al O. de nuestra zona tenemos prueba clara de rumbos EO. prevalentes incluso en el Carbonífero Superior.

A la misma conclusión llegamos cuando tratamos de asignar una de las dos direcciones prevalentes a una sola fase terciaria, así es que tenemos que llegar igualmente a la conclusión de que ambas direcciones fueron activas durante ambas fases (eoceno y mioceno).

Aparentemente ambas son fundamentales y pueden ser activadas cada vez que un campo de fuerzas se impone en la región.

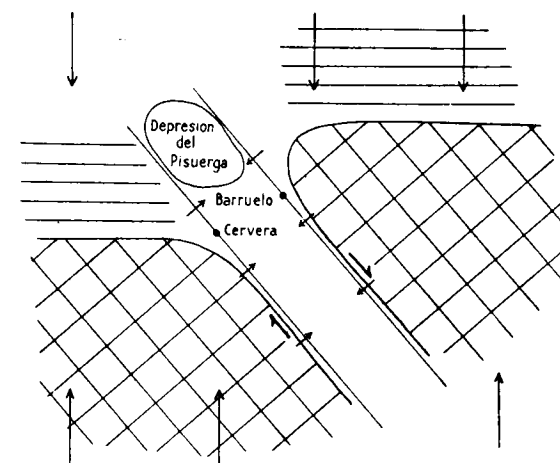


Fig. 10. --Dos bloques fundamentales separados por una zona de debilidad arrumbada de NO. a SE.

Por otra parte, es evidente que el rumbo NO.-SE. aparece restringido a una ancha zona, algo más amplia que las ocupadas actualmente por las cuencas de los ríos Pisuerga y Rubagón. Esa zona es la que abarca la divisoria de Cervera, el cabalgamiento de Barruelo y el empujado flanco oriental de la depresión del Pisuerga.

Este dispositivo geográfico general sugiere que una zona fundamental de debilidad se sitúa entre los bloques del Ebro y de Castilla y que cada esfuerzo de dirección N.-S. es capaz de dar origen a estructuras de dirección

NO.-SE. en esta zona de movimiento, como se representa en el croquis de la figura 10.

Algunos detalles de las complejas estructuras de la margen de esta zona encontrarán su explicación en esta doble clase de esfuerzos, uno cortante horizontal y una dirección principal de esfuerzos resultantes perpendicular a aquél. Cuando quiera que la zona de debilidad resistió, el esfuerzo se propagó a través de ella en su dirección diagonal NS., ocasionando los pliegues EO., pero tan pronto como cedió, cambios locales de esfuerzos originaron un rumbo NE.-SO.

Recibido 23-I-58

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALVARADO, A. DE y SAMPELAYO, A. II.: «Zona occidental de la cuenca del Rubagón». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, 58, pp. 1-53, 1945.
- (2) CRY, R.: «Étude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, v. 74, pp. 1-528, 1939.
- (3) HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y F.: «Observaciones respecto a la estratigrafía y tectónica de la cordillera Cantabro-Astúrica». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, núm. 35, 1935.
- (4) KANIS, J.: «Geology of the eastern zone of the Sierra del Bierzo» (Palencia, Spain). *Leidsche Geol. Med.*, v. 21, pp. 377-445, 1956.
- (5) KARRENBERG, H.: «Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-Asturischen Gebirges» (NW-Spanien). *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys.*, Kl., 3, H. 12, 1934.
- (6) LEOPIS LLADO, N.: «Los rasgos morfológicos y geológicos de la cordillera Cantabro-Astúrica». *Trab. Mem. Lab. Geol. Univ.*, Oviedo, 1951, 2, núms. 1-2.
- (7) — — «Sobre la tectónica de la cuenca carbonífera de Asturias». *Est. Geol.*, 21, pp. 79-101, 1954.
- (8) — — «Estudio geológico del reborde meridional de la cuenca carbonífera de Asturias». *Monografías geol.*, IV, Oviedo, 1955.
- (9) MALLADA, L.: «Notas para el estudio de la cuenca hullera de Valderrueda (León) y Guardo (Palencia)». *Bol. Com. Mapa geol. Esp.*, t. XVIII, p. 467.
- (10) DE PRADO, C.: «Mapa geológico estratigráfico de las montañas de la provincia de Palencia». 1 : 100.000, 1861.
- (11) QUIRING, H.: «Die ostasturischen Steinkohlenbecken». *Arch. La gerst-Forsch.*, 69, 1939.

## Notas sobre prospección minera

POR

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

## NOTAS SOBRE PROSPECCION MINERA

Es de advertir que en esta reseña se usa el término prospección en un sentido amplio por oposición al más técnico y restringido que de ordinario tiene ; se han recogido aquí datos sobre estudios relativos al problema general de conocer la existencia, situación, cuantía y posibilidades de explotación de las riquezas minerales ; pero a veces se tiene noticia cierta sobre alguno de estos elementos de juicio y se ignoran otros, de donde la investigación puede adoptar las más variadas formas, no pocas veces harto originales.

*La Inspección Geológica de los Estados Unidos (Geological Survey).*—Fue creada por el Congreso en 1879 para explorar y evaluar los recursos mineros naturales, aunque posteriormente se le encomendó también el catastro y la topografía del país ; en la actualidad casi puede afirmarse que ha explorado todo el vasto territorio continental y ultramarino equivalente a 19 veces el de España ; mas como en tiempos más modernos los procedimientos de prospección alcanzan cada vez más adentro bajo esa extensa superficie, sus actividades no pueden lógicamente tener resultados definitivos ante una labor cuyas dimensiones crecen a medida que se realiza. Cuenta hoy con unos 7.000 empleados, la mitad de ellos técnicos en las más diversas

especialidades, distribuidos en cuatro secciones: *a*), conservación e inspección de minas; *b*), recursos hidráulicos; *c*), topografía, y *d*), geología; esta última, además del uso de novísimas técnicas prospectivas, de que trataremos a continuación, tiene que enfrentarse con la actual demanda gubernamental de elementos minerales, cuyo nombre hasta hace poco apenas pasaba las puertas del laboratorio; la electrónica, los cohetes y la energía atómica, exigen cantidades antes insospechadas de germanio, niobio, cerio, lantano, circonio, que de la categoría de sustancias curiosas han pasado a la de necesarias, y que hace falta encontrar a todo trance, hállese donde se hallen. Investigaciones de este Departamento han revelado existencias notables de niobio, llamado también columbio, y que se usa para aleaciones indispensables en los cohetes, entre los desechos de las factorías de aluminio a base de las bauxitas de Arkansas; depósitos potenciales de germanio en las cenizas de ciertos carbones de Ohio, y están sobre la pista de otros minerales raros, igualmente importantes (6).

*Prospección aérea.*—Es, sin duda, el modo más eficaz y rápido de descubrir riquezas minerales: un avión con una tonelada de equipo realiza el trabajo que no es capaz de hacer el mejor prospector desde el suelo y en un tiempo incomparablemente más breve; no sólo porque salva fácilmente obstáculos naturales infranqueables, por causas contrarias en invierno y en verano, cuales son los pantanos, lagos, etc., sino porque a veces un yacimiento radiactivo no es perceptible a 30 metros de distancia, mientras que el avión lo *siente* desde alturas mucho mayores: una de las minas más importantes se descubrió así, a 20 kilómetros de la vía férrea, en una región donde otros métodos habían dado resultados casi negativos; el magnetómetro, em-

pleado con éxito durante la segunda guerra mundial contra submarinos y minas en el mar, ahora se ha adaptado a usos pacíficos; otro aparato contador del centelleo (*scintillation counter*) se usa para minerales radiactivos, y un tercero es el electromagnetómetro, que provoca en los yacimientos metalíferos una emisión-respuesta que se registra a bordo.

No solamente en las regiones remotas del Canadá, sino en otras inferiores en latitud, se han hallado así importantes depósitos que explotan hoy poderosas empresas internacionalmente conocidas, que piensan extender su acción hasta la misteriosa Antártida; con ocasión del Año Geofísico Internacional, la Aeromagnetic Surveys Ltd. canadiense va a enviar allá sus aviones de exploración; esta Compañía ha descubierto ya minas nuevas en 34 países, desde Suecia hasta el SW. de los Estados Unidos; se jacta de ser la única del mundo que puede hacer simultáneamente tres clases de investigación geofísica aérea, tomando al mismo tiempo fotos del terreno y registrando la posición del avión en tres dimensiones respecto del suelo. Además del registro continuo de radiactividad, el magnetómetro lo hace con las variaciones del campo magnético terrestre, cuyos máximos corresponden a metales magnéticos y los mínimos al petróleo, amianto, etc.; el tercer aparato EM (electromagnetómetro) es extremadamente sensible y sirve para los sulfatos de Cu., Pb., Zn. o Ni. Una de las formas novísimas del EM es el que se vale de una bobina transmisora arrollada a un triángulo situado entre los extremos de las alas y la cola del avión; los campos magnéticos emitidos desde unos 100 metros de altura crean dos campos secundarios en el suelo, que son registrados en un detector remolcado a unos 150 metros a la zaga, en forma

de torpedo, y que se denomina en el argot técnico «pájaro» (*bird*); hay minerales con diferente conductividad eléctrica que el resto del terreno, y al recibir la emisión electromagnética del avión, la energía que ellos desarrollan se manifiesta en el equipo receptor.

A bordo, un técnico vigila la aguja inscriptora que marca en la gráfica las variaciones de los dos campos magnéticos emitidos desde abajo; otro atiende a la cámara cinematográfica, sincronizada al registrador antes citado, que va tomando vistas del suelo mientras el avión vuela 16 kilómetros en una dirección y vuelve a recorrerlos en pasadas sucesivas, para cada una de las cuales se ha desviado lateralmente 200 metros más allá; otros instrumentos registran en cada momento la altitud, las variaciones del campo magnético terrestre y las radiaciones radiactivas, donde se hace automáticamente la corrección de perturbaciones debidas a los rayos cósmicos. Es de notar que ninguno de los técnicos enumerados ni los demás tripulantes puede averiguar el resultado efectivo de la operación: cada elemento parcial es insuficiente para ello; tan sólo en el laboratorio, donde se analizan y comparan todos, se obtiene la visión de conjunto en que consiste el fruto de la prospección y éste se facilita al cliente con plenas garantías de secreto profesional.

A juzgar por lo dicho, pudiera creerse que esta labor era fácil y expedita; lo es en cierto modo, pero requiere en los operadores *estómagos fuertes*: para que el resultado sea bueno, hay que volar muy bajo, a unos 150 metros de altura lo más, siguiendo en lo posible los accidentes del terreno y ello implica una lucha enconada con la turbulencia atmosférica de las capas inferiores que zarandean al avión como a una barquilla la mar rizada; hasta tal punto, que

semejante dificultad impedía antes el acceso a parajes montañosos o excesivamente desnivelados; a partir de 1955 se emplea en tales casos un nuevo tipo de EM adaptable a un helicóptero, con dimensiones apropiadas, capaz de ser usado aun en las montañas más abruptas.

A este propósito se recuerda el hecho de que Edison estuvo a punto de hacerse millonario por este camino: con un EM rudimentario halló indicios de una vena rica de Ni. al N. del Lago Hurón y comenzó las excavaciones en el lugar así determinado; pero hubo de abandonarlas desilusionado al no encontrar nada. Años más tarde, otro dueño posterior del terreno descubrió un poco más abajo la más copiosa vena de Ni. de la rica región minera de Falconbridge (17).

*Prospección de gabinete.*—Acerca de la impenetrabilidad del telón de acero ruso, alguien ha dicho que para averiguar las disponibilidades minerales soviéticas el mejor espía es un buen mapa geológico; hay ejemplos de descubrimientos notables en esta materia, que han sido hechos sobre la mesa de trabajo: en la comarca de Jefferson City-Mascot, al NE. de Knoxville, Tennessee, se había explotado en otros tiempos hasta agotarlo un importante yacimiento de Zn.; y como hacía falta en los E.E. U.U. este metal, la Geol. Survey estudió el problema sobre mapas, fotos aéreas y planos de minas en explotación; se vió entonces que todos los depósitos se hallaban a lo largo de una falla horizontal, especie de arruga en el lecho subterráneo de roca en que un estrato había desviado a otro fuera de línea; pero en la misma región había otra falla vertical: se hicieron catas en ella, y, en efecto, encontraron un depósito por lo menos de un millón de toneladas de mineral (6). Otro tanto ha sucedido, al menos en parte, con

el petróleo de la meseta del Irán. Una empresa nacional, autorizada por su gobierno en 1948, valiéndose de un equipo de geólogos suizos reclutado por el profesor Arnold Heim bajo la dirección del Dr. Gansser y con material perforador norteamericano, se dedicó a la prospección y eventual explotación de las regiones petrolíferas situadas fuera de las concesiones anteriormente hechas por el Irán; comenzaron sus trabajos cerca de la ciudad de Qoum, lugar de peregrinación, a 150 kilómetros al SSW. de Teherán, donde las investigaciones geológicas habían demostrado la existencia de grandes bolsas subterráneas, estratigráfica y tectónicamente *simétricas*, respecto del eje de los Montes Zagros, con los célebres yacimientos iraníes; parecía, pues, verosímil que esta simetría arguyese una riqueza petrolífera análoga al otro lado de dicho eje. Los primeros indicios favorables fueron comunicados al Congreso geológico internacional de Argel, aunque las condiciones de perforación se presentaban particularmente difíciles; se había llegado a profundidades del orden de los 3.000 metros, hasta que en la noche del 24 al 25 de agosto de 1956, la sonda número 5, a la profundidad de 2.676 metros, tuvo una erupción considerable, cuya presión se calculó en 700-1.000 atmósferas, con una producción de petróleo de más de 10.000 toneladas. Hubo que desviar la circulación por carretera y paralizar el tráfico ferroviario: Qoum se encuentra sobre el trazado del oleoducto Ahwaz-Teherán, construido ya en parte, y destinado a llevar el petróleo de Abadán a la capital; pero después de puesto en explotación este nuevo yacimiento y de la construcción de una refinería en el mismo Qoum, que está a 900 metros de altitud, el trayecto Qoum-Abadán funcionará en sentido contrario al previsto; este pozo está a 300 kilómetros del mar Caspio, aunque se

interponen alturas de hasta 2.000 metros; en cambio dista 1.300 kilómetros de Alexandreta, por un trayecto que no pasa más que por el Irán y Turquía, sin llegar nunca a cotas tan altas (7).

*Prospección geoquímica.*—Como es sabido, los depósitos minerales del subsuelo están frecuentemente rodeados de un «halo» de roca o tierra por donde se ha esparcido, aunque de ordinario en proporciones muy pequeñas, la sustancia mineral que contienen; es lo que también se ha llamado la «sombra» del mineral sobre el terreno. La formación del halo, no bien averiguada todavía, puede deberse a diversos agentes geológicos, cuya historia suministra orientaciones útiles cuando se descubren trazas del mineral en depósitos de glaciares o sedimentos de ríos; en éstos se suele investigar agua arriba, porque la proporción crece, naturalmente, con la proximidad del filón y decrece cuando se pasa de él. Los de cierta importancia se hacen notar hasta siete u ocho kilómetros agua abajo; al llegar a una confluencia hay que hacer un análisis de ambos tributarios para saber cuál de los dos trae una cuantía predominante del elemento que se busca; hay métodos químicos capaces de revelar su presencia, aunque la proporción no sea sino de pocas milésimas por ciento, sobre todo si este indicio se confirma por otros métodos de investigación; y al revés, cuando por otros procedimientos parece dudosa la riqueza mineral de un terreno, la ausencia del dato geoquímico es valiosa como argumento negativo para desistir a tiempo. La utilidad de este método como complemento de otros se manifiesta sobre todo respecto de la prospección magnética por avión; ésta revela a veces demasiadas anomalías, algunas de las cuales resultan corresponder a formaciones de un valor económico nulo; el análisis geoquí-

mico elimina entonces con seguridad los datos poco prometedores.

El análisis de las mismas aguas es mucho más laborioso que el de los sedimentos, porque suelen contener proporciones mucho menores, del orden de uno por un millón y, además, se contaminan fácilmente con metales de origen artificial; la prudencia y la experiencia pueden ahorrar en tales casos no pocas decepciones: hace pocos años se seguían por estos medios las huellas de un probable yacimiento de Zn. en una selva del Estado de Carolina del Norte; perdida la pista más allá de un máximo de concentración, se dispersaron los buscadores en direcciones divergentes, y al reunirse de nuevo, uno de ellos dió su informe en estos términos: «Ya lo he encontrado: hay un cortijo ahí arriba cuyo dueño se compró hace poco una bañera de porcelana y tiró la antigua de cinc junto a un manantial...»

Sin embargo, la prospección geoquímica a base del agua corriente tiene dos importantes ventajas: aporta elementos procedentes de notables profundidades del subsuelo y es más uniforme en su concentración que los sedimentos recogidos al azar; es especialmente útil cuando se trata del uranio, pues hay métodos físicos o químicos para descubrir su presencia hasta en la proporción de uno por mil millones (en cuyo caso la radiactividad no se manifiesta suficientemente para ser apreciada) y, además, la carnotita o uranio amarillo es muy soluble en el agua, al revés de la cofinita o uranio negro, que es un silicato insoluble.

La mayor parte de las muestras no se obtienen en el agua, sino del suelo mismo; en el Brasil se analizaron en 1956 unas 25.000 muestras, y el doble en el Canadá; en la colonia africana de Rodesia, una sola Compañía minera

analiza anualmente unas 100.000, y según informes de origen soviético, se recogieron en Rusia 11.000.000 durante los años 1954 a 1955.

Para apreciar una concentración superior a la *normal*, es indispensable conocer ésta y ello depende de varios factores; así, por ejemplo, en distintos horizontes los resultados pueden ser discordantes, como ocurre con el cinc en las capas superiores, donde predominan los residuos orgánicos, porque suelen almacenarlo las hojas de los árboles en proporción mucho mayor a la que correspondería a un halo estrictamente geológico, y si no se analiza también un nivel inferior, puede dar lugar a engaño, como ha ocurrido recientemente a una expedición de prospectores canadienses. A veces es aconsejable no buscar directamente en el análisis el mineral que se desea hallar, sino otro de los que suelen acompañarle en cantidad menor, pero más fácil de identificar: son los *minerales-guías* (*pathfinders*), como el cadmio respecto del cinc, el arsénico respecto del cobalto y el molibdeno respecto del cobre; la especial utilidad de este último se evidencia porque su proporción, normalmente de uno por un millón en las tierras ordinarias, sube a cien veces más en las cercanías de un filón de cobre, al paso que éste sólo aumenta unas diez veces; por otra parte, el molibdeno forma compuestos más solubles en las aguas, se difunde mejor y se revela más fácilmente que el cobre.

En cuanto a los métodos analíticos, los hay de laboratorio y de campo; el más rápido y sensible, aunque no para todos los minerales (no lo es para el Zn. y el U), el espectrógrafo ha llegado a ser *portátil* al ser instalado por la Geol. Survey en un camión; una versión novísima de este aparato, el espectrógrafo fluorescente de rayos X bombar-



dea la muestra con estos rayos de alta frecuencia, lo que excita en ella la emisión de otros de frecuencia menor, que se reciben en la pantalla. Otros tres métodos han resultado altamente prácticos: 1), el análisis calorimétrico en que se usa como indicador muy sensible la ditizona (difeniltiocarazona) de manejo sencillo y rápido en el campo; 2), también lo es la cromatografía, especialmente aplicable al uranio, pues el tono de color obtenido en una tira de papel de filtro revela no sólo la existencia, sino la concentración del metal en la muestra; 3), el más reciente, aún no bien experimentado, se funda en la desigual proporción de los isótopos del oxígeno  $O^{16}$  y  $O^{18}$ ; está relacionado con el hecho geológico de que las calizas, como se comprobó en las dolomíticas cercanas a Leadville, Colorado, hubieran sido invadidas en épocas remotas por intrusiones calientes metálicas de Ag., Pb. o Zn., que las reemplazaron parcialmente; este calor *coció* la roca circundante y produjo en ella alteraciones isotópicas en un área a veces 20 veces más extensa que el yacimiento; al medir la proporción citada, apareció una anomalía perceptible entre los 5 y los 25 kilómetros de distancia; llevados al mapa estos valores diferentes, las curvas de contorno dejaban en su centro el filón (3). Otro ejemplo curioso de esta clase de análisis lo ofrecen los trabajos de dos investigadores norteamericanos: por espacio de ocho años, desde 1942, Henry E. Millson, vicepresidente de la American Cyanamid's Calco Chemical Division, acompañado de su hijo Henry Jr., graduado por la Universidad de Michigan, ha dedicado sus ratos libres a una investigación de la fosforescencia de los minerales, en busca de ejemplares en que este fenómeno se presente con caracteres de suficiente estabilidad y duración, para que puedan servir de base a la fabricación de pintu-

ras fosforescentes de diversas aplicaciones industriales (durante la segunda guerra mundial se emplearon con éxito para enviar con paracaídas alimentos y medicinas a las tropas situadas dentro de las líneas enemigas: tales paquetes podían así ser fácilmente hallados de noche por los destinatarios, sin que fueran vistos a distancia por los contrarios). Millares de muestras, recogidas a veces por ellos mismos con ocasión de viajes de negocios, fueron examinados en condiciones singulares: el método en sí era sencillo: someter los ejemplares a la acción de los rayos ultravioletas y examinar en seguida la duración de la fosforescencia provocada; pero como esto exigía la más completa oscuridad y haberse antes acostumbrado a ella los ojos del observador, cosas ambas difíciles de conseguir en las fondas u hoteles, solían hacer los análisis *en la cama*, bajo cuyas mantas metían los minerales a raíz de la irradiación, que solía durar un minuto; ésta se hacía sólo por una cara de las piedras, a fin de apreciar, dándole vueltas, el cambio tenue de luz.

Entre las diversas especies examinadas, algunas brillaban sólo una fracción de segundo y otras, en cambio, por varios años, aunque débilmente. La fluorita de Trumbull, Connecticut, resultó la más fluorescente, pues conservó la luz producida por un minuto de exposición durante cuatro años; la calcita de Brewster County, Texas, la mantuvo poco más de ocho meses, aunque ocho años más tarde aún se apreciaba por métodos fotográficos, y todavía continuaba en 1950; también presentan esta propiedad la willemita, la wernerita y varias especies de fósforo sintético (10).

*Prospección biogeoquímica.*—A principios de 1944, dos geólogos de la Universidad de British Columbia, Vancou-

ver, Harry V. Warren y Robert E. Delavault, al excavar bajo un lecho de rocas observaron que las raíces de los árboles llegaban hasta allí, y al instante se les ocurrió que debían de absorber cualquier clase de minerales solubles que hallaran a su paso; al efecto de hacer una campaña de pruebas, se pusieron de acuerdo con varias Compañías mineras y empezaron a investigar sobre las plantas que crecían encima de filones conocidos; valiéndose de medios completamente caseros vieron pronto confirmada su idea: los vegetales analizados contenían mucho mayor proporción de elementos procedentes del subsuelo que la de los que crecían en tierras conocidamente carentes de riqueza mineral.

En 1948 estos geólogos y muchos de sus compañeros habían recogido suficiente cantidad de muestras para determinar por análisis el contenido normal de cada elemento en cada tipo vegetativo, de donde poder deducir que si el contenido era mayor, *probablemente* se debía a depósitos minerales subterráneos. Pruebas más extensas y metódicas permitieron fijar sobre el mapa su posición, hasta el punto de poder ya emplearse allí sobre seguro los procedimientos más inmediatos de perforación. El halo antes mencionado suele formar en el subsuelo una especie de cono con el vértice en el yacimiento; por tanto, a mayor profundidad de éste, mayor extensión superficial de los indicios que afloran: en los casos más favorables y claros, tendrían como centro la vena. Se ha comprobado que el método en sí es práctico, y en condiciones *ideales* puede sustituir a otros métodos de prospección; por desgracia, y por eso hemos subrayado lo probable y lo ideal, hay factores que perturban los resultados teóricos: uno de los más adversos es la presencia de minerales adventicios, llevados

allí por el viento, el agua, los glaciares, etc..., porque entonces de un indicio verdadero, cual es la presencia del mineral, se saca una consecuencia falsa: que está *allí* una vena cuya situación real se encuentra a centenares de kilómetros; la misma sensibilidad de las plantas se convierte así en un inconveniente práctico.

Este obstáculo no es insuperable; los investigadores de la Universidad citada han logrado distinguir bien la *sombra* de un yacimiento importante de la de esos otros aparentes, que si es verdad que complican los datos obtenidos, no logran confundirlos del todo. Los primeros trabajos en este terreno tropezaron con la falta de información acerca de los tipos de plantas más aptas para el análisis; utilizaron cortezas de árboles, agujas de pinos, hierba y otros materiales, con resultados no pocas veces desconcertantes, hasta que el profesor William H. White, del mismo equipo, pudo comprobar que las ramas sanas de dos o tres años en los pinos y abetos eran las más apropiadas para lograr resultados exactos. La preparación de esas ramas consistía en cortarlas transversalmente en discos delgados y someterlos a la acción del calor hasta que no quedasen más que cenizas, que se sometía a los diversos reactivos e indicadores; tal procedimiento se ha sistematizado posteriormente, hasta el punto de que puede ser empleado con buen éxito aun por personal no especializado con un laboratorio portátil no muy caro (unos cien dólares). No es todavía un medio universal capaz de suplantar a los demás, pero se espera mucho de él, porque tiene un poderoso aliado: la potencia vegetativa de las plantas cuyas raíces llegan fácilmente a donde no alcanzan otros medios de conocer la riqueza del subsuelo (9).

*El Mar Muerto americano.*—El Gran Lago Salado, que

da su nombre a la capital de Utah y constituye una saneada fuente de ingresos para varias Compañías que explotan su contenido mineral, presenta una caprichosa evolución cuyos caracteres peculiares están relacionados con su rendimiento económico, y por lo mismo han sido estudiados atentamente, así en su historia antigua, como en sus perspectivas futuras, investigación que podría llamarse «prospección a largo plazo». Al retirarse los hielos de la última glaciación, un lago de 560 kilómetros de largo por 240 de ancho y unos 300 metros de profundidad llenaba el receptáculo natural de la cuenca de Wasatch, en casi todo el W. de Utah. Se formó con las lluvias torrenciales y el hielo fundido, y aunque poco después se abrió una brecha al N. por donde perdió más de un tercio de su nivel primitivo, desde entonces solamente ha decrecido por evaporación, pues las aguas no hallaron ya salida natural alguna; se calcula por datos estratigráficos que hace diez mil años su profundidad era de 90 metros. Las aportaciones fluviales lo enriquecieron de sales hasta llegar dos veces al menos a la completa saturación y quedar completamente seco en varias ocasiones de su azarosa existencia; al W. del lago actual, vastas extensiones antes cubiertas por las aguas y hoy desiertos de sal, están formadas por una capa de cristales brillantes de poco más de un metro de espesor y 468 kilómetros cuadrados de superficie; la lluvia de cada año nivela esta llanura y queda luego una nueva capa exterior plana procedente de abajo.

La salinidad actual del lago es de 26 por 100, igual a la del Mar Muerto palestinese y sólo superada por la del Mar Rojo; varias empresas han establecido destilerías en las orillas y sacan unas 90.000 toneladas de sales cada año; se estiman las existencias en unos 6.500 millones de

toneladas; además del cloruro de sodio hay glauberita, yeso, epsomita y otras sales de calcio, magnesio y potasio.

¿Volverá a secarse de nuevo? En la actualidad el agua dulce que llega a él flota en su superficie por espacio de muchos kilómetros, hasta que poco a poco se mezcla con la salmuera inferior; en invierno se hiela la dulce y por ella pasan muchos animales de la tierra firme a las islas del lago. En 1873 tuvo un máximo su nivel, con 4,6 metros más que ahora, en que la profundidad media es de 4,0 y en el paraje más hondo 10,7; las orillas, como también el fondo, son tan llanas, que muy pequeños cambios alteran mucho los contornos, y en cierta ocasión una disminución extraordinaria de 3 metros dejó en seco unos 1.300 kilómetros cuadrados de marismas; por lo demás, estos cambios no son sistemáticos, sino irregulares, según las lluvias, de las que dependen principalmente; pero como al aumentar la superficie líquida crece la evaporación, se compensan pronto estos factores opuestos. Del agua que afluye se toma mucha para riego, pero gran parte de ella vuelve a caer en el lago en forma de lluvia o por filtraciones del subsuelo que la disposición topográfica natural conduce a él; de suerte que la desaparición del Gran Lago Salado es cosa que preocupará tan sólo a las generaciones futuras (20).

*Prospección meteórica.*—En el departamento de Coconino, Arizona, a unos 30 kilómetros al W. de Winslow y 56 al E. de Flagstaff, se halla enterrado un tesoro mineral desde hace cincuenta mil años, cuando un gigantesco meteorito hizo un hoyo en el suelo de 1.200 metros de diámetro y 167 de profundidad; además de pulverizar millones de toneladas del terreno en microscópicos granos de arena y transformar la fisiografía de aquel sitio, dejó sepul-

tada una enorme cantidad de hierro, teóricamente considerado como un yacimiento susceptible de explotación. Cuando los hombres blancos llegaron a Arizona, esta vasta depresión les llamó, naturalmente, la atención, pero parece que hasta 1903 no fué reconocido su verdadero origen por un famoso ingeniero de minas de Filadelfia, Daniel M. Barringer, y desde entonces se le dió el nombre actual de Cráter Meteórico; por espacio de casi treinta años, Barringer dedicó su vida a la empresa de beneficiar este depósito mineral, y tres planes sucesivos fueron aplicados hasta su muerte en 1929; desde entonces, primero por la depresión económica y más tarde por la segunda guerra mundial, apenas avanzaron los trabajos; se reanudaron en 1949 bajo la dirección del hijo de Barringer, presidente entonces de la Standard Iron Co.; en las muestras meteóricas recogidas se halló un 8 por 100 de metales platinoides, lo cual ya significaba, aparte el mineral de hierro, un valor de 50 dólares por el níquel y 25 por esos metales en cada tonelada: y como se calculaba el gasto de extracción por tonelada en 20 dólares, el beneficio parecía seguro.

Por desgracia, semejante empresa era bastante aleatoria: unos astrónomos opinaban que debería de haber unas 50.000 toneladas de mineral; otros lo hacían subir a decenas de millones, mientras que el verdadero problema (insoluble) consiste en que se ignora la reacción de una masa meteórica al atravesar la atmósfera en su caída: los factores velocidad, masa, energía mecánica desarrollada, calor desprendido, etc., son otras tantas incógnitas que los efectos observados en el suelo no son capaces de despejar. Si la masa actual es de 50.000 toneladas, la esfera meteórica habría tenido un diámetro de unos 23 metros y ello se compara difícilmente con las dimensiones presentes del cráter;

ter; otra hipótesis, fundada en consideraciones balísticas, da al proyectil capaz de producir tal impacto un diámetro de 122 metros y un contenido de hierro meteórico de 10.000.000 de toneladas, en cuyo caso el valor de la mina ascendería a 250.000.000.

Una perforación previa indicaba una mayor concentración de mineral hacia el borde S. del cráter y reveló efectivamente su existencia a una profundidad de 427 metros, confirmada por otras dos tentativas posteriores hechas a unos 300 metros al lado de la primera. Al presente se sigue trabajando, pero en un plan de explotación muy lento y combinado con otros procedimientos de beneficiar el yacimiento: la Standard pretende aunar el interés científico con el comercial; por lo pronto este sitio se ha convertido en una atracción turística que atrae todos los años unos 57.000 visitantes; se va a restaurar el museo meteórico que desde hace tiempo existía, y la Universidad de Nuevo Méjico, bajo la dirección del Dr. Lincoln La Paz, se encargará de explotar *científicamente* el suelo hasta una profundidad de 15 metros; a cambio de los ejemplares así coleccionados, los geólogos proporcionarán información sobre su naturaleza y el lugar exacto en que fueron hallados, obteniéndose así datos para la confección de un mapa indispensable para trabajos futuros. Hasta ahora, la suerte se mostró adversa a los Barringer: habiéndose profundizado 200 metros, encontraron una vena de agua tan copiosa, que parecía impedir todo avance, a menos de agotar antes toda el agua de Arizona; otras dos tentativas posteriores fracasaron a causa de que el subsuelo estaba formado por arenas movedizas y muy fragmentado, probablemente a causa de la explosión meteórica, y tales obstáculos hacían subir demasiado el coste de la operación. Hasta hoy

se han gastado 600.000 dólares y Barringer estima en varios millones lo que aún habría de gastarse; pero el valor potencial del contenido explica bien que no se renuncie a la empresa (16).

*Raudales de oro.*—En 42 millones y medio de toneladas se calcula el oro contenido en los océanos; innumerables químicos, ingenieros y, sobre todo, *inventores* se han ocupado del problema de su extracción económica. Su origen geológico se deduce del hecho de aparecer asociado frecuentemente al cuarzo: el oro que se desprende de su matriz mineral por la erosión, lo hace en fragmentos menudísimos que hasta flotan en el agua, a pesar de su gran densidad, y son arrastrados a los ríos y al mar; y aunque tiene escasa afinidad con los demás elementos, sin embargo, el Cl., Br., I. y el  $\text{NO}_3\text{H}$  producido por las tempestades eléctricas lo disuelven en pequeñas proporciones en el agua.

Parece que el primero en llamar la atención sobre la posibilidad de explotación del oro marino fué el profesor Adolfo Wurz, miembro de la Academia de Ciencias de París, en un discurso pronunciado en 1866 ante la Asociación Americana de la Ciencia; el químico inglés E. Sonstadt ante la Sociedad Química de Londres evaluaba en 1887 la riqueza aurífera oceánica en la costa inglesa en una cantidad 30 veces mayor que la citada más arriba, y pocos años más tarde, un australiano la hizo subir a un total de cien mil millones de toneladas como resultado de sus análisis en aguas de su isla-continente; y añadió que sería económico beneficiarlo como producto secundario en la extracción del bromo del agua del mar. Todas estas apreciaciones excitaron el interés por el asunto, pero los buscadores empezaron a desengañarse al encontrar una cantidad de oro muy

inferior a la prometida, y a veces nada. Svante Arrhenius en 1902 redujo a una décima parte la cifra de Sonstadt, pero aun así le parecía a todo el mundo enorme la cantidad de oro resultante, hasta que Alemania comisionó a un gran químico, el profesor Fritz Haber (el mismo que casi hizo ganar una guerra a su país, descubriendo la fabricación de explosivos a base de amoníaco, a pesar del bloqueo inglés respecto de los nitratos de Chile), para estudiar a fondo la cuestión. Por espacio de diez años hizo análisis de aguas en numerosos parajes, incluyendo la flora y fauna marítimas (en el plancton la proporción era mayor que en el agua), y aunque al principio obtuvo resultados parecidos a los de Arrhenius, al final tuvo que rendirse ante lo contradictorio de los resultados y confesar públicamente que a su juicio era más fácil resolver el clásico problema de hallar la aguja en el pajar que extraer el oro de los mares. A partir de 1930 les tocó el turno a los japoneses: Mataichi Josuda estudió con este fin los mares de la China y obtuvo una proporción diez veces mayor que nuestra cifra inicial; le sucedieron otros en los EE. UU., entre ellos Willard H. Dow, presidente de la Dow Chemical Corp., quien aseguró que se había obtenido en su fábrica de bromo y que aunque costaba diez veces más que su valor efectivo, el coste llegaría a reducirse; sin embargo, el escepticismo aumentaba, pues la concentración de bromo en el mar es treinta mil veces mayor que la del oro.

Se probó el método electrolítico y hasta se sugirió que los trasatlánticos lo aplicasen en sus hélices, que al terminar cada viaje estarían cubiertas de oro; pero pronto se calculó que para ello era preciso acelerar su rotación hasta 15.000 revol./min. y aun así el coste venía a ser cinco veces mayor que el provecho económico. En 1936 un vapor

francés emprendió un viaje de prueba llevando a bordo un aparato que ponía el agua en contacto con piritas de hierro pulverizadas, a las que el oro habría de adherirse ; pero lo hizo en tan exigua cuantía, que tras numerosos análisis hechos por el norteamericano Caldwell, se llegó a cifras un tercio más bajas que la admitida en la actualidad. Todavía no se dieron por vencidos los químicos japoneses, que en 1951 obtuvieron proporciones 13 veces mayores que las de Caldwell. Hoy se reconoce que, aparte la discordancia de resultados enumerada y acaso debida a diferencias reales de distribución en diversas partes por causas discutibles, la enorme energía que habría de gastarse en la operación es el principal obstáculo a estos fantásticos planes ; requeriría un coste siempre varias veces más elevado que el precio normal del oro, y aunque no se excluye la posibilidad absoluta de una idea feliz que resuelva económicamente el problema, la conclusión final es que la empresa de sacar oro del mar es tan vasta como el mismo mar que lo contiene (14).

*El problema de los diamantes.*— Ante la desaparición alarmante, en el mercado, del polvo y residuos de diamante industrial, se organizó hace algunos años en los Estados Unidos una afanosa búsqueda de recuperación a fin de suplir esta falta : una parte había ido a parar a las montañas de escombros de grandes centros fabriles, donde era difícil de buscar ; otra se hallaba en los montones de chatarra, y una gran parte parecía haber sido sacada de contrabando con destino a Rusia. Solamente el segundo *yacimiento* podía ser explotado ; en efecto, el diamante nunca se consume propiamente : cuando se usa para perforadoras o talladoras de materiales duros, a veces se rompe en fragmentos muy pequeños, pero más frecuentemente se escapa

de su ajuste o queda incrustado en partes blandas (relativamente) de los instrumentos con que se trabaja. La más mínima porción de él es siempre útil en la industria, y por eso la campaña de recuperación no ahorró esfuerzos con la esperanza de obtener así varios millones de quilates, indispensables en cualquier plan vasto de defensa. Aunque su campo de operaciones eran estos residuos fabriles metálicos, no se renunció del todo a *explorar* el registro de aduanas y el mercado negro : un kilogramo de polvo de diamante, cuyo precio normal es de 10.000 dólares, se vende fácilmente bajo cuerda al doble o triple ; y en cuanto al mercado rojo (agentes soviéticos), no hay límite de cifras... incluyéndose aquí los mercados, legales o clandestinos, de otros países, donde los rusos procuran abastecer sus necesidades industriales en competencia con cualquier otro comprador (1).

Las dificultades de importación tienen dos soluciones obvias : una prospección más diligente en el propio territorio es el primero ; y efectivamente, en 1950, James Boyd, Director de Minas del Departamento del Interior, anunció que hacía unos seis años se habían descubierto diamantes industriales de excelente calidad en el estado de Arkansas por los funcionarios del Gobierno ; en una búsqueda oficial realizada en la región de Pike se habían encontrado 32 piedras de 8,4 quilates, descubrimiento al que se dió entonces gran importancia, porque la guerra había hecho crecer la demanda en un 330 por 100 ; lo malo era que esos ejemplares se hallaron dispersos sobre una extensa superficie y aunque debían de tener un origen común en aquella localidad, todos los esfuerzos de los prospectores habían sido vanos hasta entonces para localizarlo ; todavía aparecen diamantes de vez en cuando y tales hallazgos excitan

el interés de los buscadores, pues confirman la esperanza de que un día los EE. UU. puedan beneficiar su primera mina de este género (2).

La otra solución, más *heroica*, es el diamante artificial o sintético; y en este terreno sí se han obtenido resultados prometedores: con temperaturas de 2.760°C y presiones de más de cien mil atmósferas (condiciones muy semejantes a las que rigen bajo la corteza terrestre a unos 400 kilómetros de profundidad), obtenidas con una prensa de mil toneladas en los laboratorios de la General Electric, se consiguió dar estructura cristalina a un material carbónico semejante al grafito, reproduciendo así artificialmente las propiedades del diamante natural, sobre todo en lo que se refiere a la dureza; no hay riesgo de competencia en el mercado, puesto que su precio resulta hoy prohibitivo, pero ello se considera un paso decisivo en el terreno económico-industrial (19). La investigación *seria* en este punto había comenzado en 1797, cuando Smithson Tennant demostró que el diamante no era más que carbono puro, que al arder no dejaba otro residuo que el CO<sub>2</sub>; subrayamos la seriedad de estos estudios, porque antes hubo otra clase de tentativas alquimistas de carácter fraudulento, que no merecen tenerse en cuenta. Los trabajos de Willard Gibb a fines del siglo pasado hicieron posible la predicción de las condiciones en que el carbono adoptaría la estructura cristalina con preferencia a la amorfa y se calculó el potencial termodinámico necesario como requisito (aunque todavía no suficiente) para salvar esta barrera; pero faltaban entonces los medios de realizarlo, especialmente las altísimas presiones a que habían de ser sometidos los materiales. Hoy no solamente es un hecho la transformación y la paridad de propiedades físicas entre

el diamante natural y el artificial, sino que las fotografías de difracción con rayos X muestran la más perfecta identidad estructural cristalina entre ambos (4). Esto se hizo en 1955; dos años más tarde y por el mismo autor de la síntesis, Dr. Robert H. Wentorf, de la G. E., fué descubierto un nuevo producto, al que se denominó *borazón*, de igual o mayor importancia que el diamante artificial: sometiendo el N. y el B. a presiones de 70 atmósferas y temperatura de 1,650°C., obtuvo cristales del tamaño de granos de arena de gran valor industrial, ya que su dureza es igual a la del diamante; pero éste se desintegra a los 880°, siendo así que el borazón resiste hasta 1.912°, más del doble (21).

*Prospección recuperativa.*—Los dos o tres casos incidentalmente citados más arriba de recuperación de residuos fabriles, piensan muchos que con el tiempo vendrán a extenderse a muchas otras sustancias; actualmente el material de desecho se descarta pródigamente en cantidades fabulosas, y llegará tarde o temprano una crisis industrial que obligará a financiar la prospección de esos depósitos, como único recurso para salvarla (19). Más aún: las mismas chimeneas de las fábricas constituyen minas potenciales, cuya explotación se está tomando en serio, como veremos en seguida. Hoy se consideran los residuos industriales como una maldición, origen de molestias y gastos: enturbian y envenenan el aire, contaminan las aguas y nos hemos acostumbrado a mirarlos como un mal necesario, como el precio a que hay que pagar las ventajas del progreso. Se ha dicho que en una sociedad que hubiera llegado a su *madurez química* no debería haber tales residuos, y que si se llega alguna vez a tal perfección, las chimeneas y aguas residuales pasarán a ser un recuerdo histórico;

porque, en realidad, *no existen* residuos inútiles. Si se echan fuera, es porque esa industria particular no considera económica su explotación, al menos con los medios actuales; de hecho lo que se arroja fuera en una de ellas sirve a veces a otra de materia prima, y otras veces la única razón de no utilizarlas es porque resulta igualmente barato, pero de mayor rendimiento, traer ese mismo material de la mina, o porque interviene el factor transporte. Así como hay fábricas estratégicamente situadas para usar el mineral a bocamina, con evidente provecho económico, podría haber industrias escalonadas, donde el sobrante de una entrase como materia prima en la inmediata; así ocurre con los bicromatos empleados como reactivos para elaborar productos orgánicos de alto precio y en los curtidos y tintes: para éstos serían excelentes los residuos cromados de las primeras, para quienes su valor no tiene comparación con el del objeto principal de su fabricación. Bajo el nombre de ácidos gastados, aguas madres, etc., del lavado o la destilación, se pierden grandes cantidades de productos útiles, cuya recuperación sería de desear; un ejemplo elocuente tenemos en la obtención del famoso DDT: uno de sus ingredientes es el monoclorobenceno, del que una parte se solía tirar en uno de esos ácidos *gastados*, mientras el precio se mantuvo alto; pero debido a la superproducción experimentó una sensible baja y se encontró en seguida el procedimiento para recuperarlo por completo, como se viene haciendo en la actualidad; la moraleja de este caso es que el precio de algunos productos fabriles es a veces más alto de lo que debería ser. A veces los desperdicios son en cierta manera más ricos que las mejores minas, como ha ocurrido con la plata: la Eastman Kodak Co., consumidor número 2 de este metal en los EE. UU., después del Tesoro

de la Nación, recupera hoy 2.5 millones de onzas (algo más de 70 toneladas) anuales, de las películas de desecho y de las perforaciones hechas en cada film; solamente estos agujeros dan más de una tonelada diaria de *mineral* (18).

De las chimeneas baste decir que generalmente dos tercios del combustible se pierden en humo o en gases de los escapes, siempre por combustión defectuosa. No faltan ejemplos de recuperación dignos de imitarse, como el procedimiento patentado con el nombre de *oxicat* por E. J. Houdry para el aprovechamiento del humo, así en las fábricas como en las casas particulares; consiste en una aleación de platino y aluminio, que a modo de filtro se intercala al paso de los gases y transforma las materias solventes en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  *con desprendimiento de calor*, que se aprovecha; así ha podido amortizar en breve plazo su instalación una fábrica de esmaltes de Allentown, Pennsylvania, a más de eliminar los elementos nocivos contaminadores de la atmósfera urbana; otros ejemplos se citan de aprovechamiento de cenizas para la fabricación de cementos, de vapores sulfurosos para abonos minerales, etc. (5). A la recuperación, que alguien ha propuesto extender a los incontables navíos que *pueblan* el fondo de los mares, habrá que unir el ahorro o prudente administración de los recursos actuales y la eventual sustitución de los metales escasos por los abundantes (12).

*Los minerales nucleares.*—Como breve complemento de la reseña publicada en esta revista hace tres años acerca del problema del uranio, anotaremos el hecho de que, impulsados por la urgente demanda de este mineral, hubo en los Estados Unidos durante ocho años (1948-1956) más prospectores de uranio que los del oro un siglo antes; se promovió activamente la prospección y el fruto ha sido pa-



tente: hallazgos copiosos y a veces sensacionales, perfeccionamiento de las técnicas de explotación e incremento acelerado del capital invertido por numerosas Empresas; y otro tanto ha ocurrido en el Canadá: antes de fines de 1956, los 100 millones de dólares en que estimaba este capital tres años antes, eran ya 150 y para un futuro próximo se creía haber de llegar a los 500; la extracción se realizaba a un ritmo de 7.000 toneladas diarias de mineral en la costa N. del lago Hurón, y para fines de 1958 se preveían de 25.000 a 30.000, de modo que podría rivalizar esta región con el Congo Beiga (11). Pero este auge tan desmesurado está sujeto a dos condiciones: la aplicación del uranio en gran escala a la industria de la energía nuclear y la demanda por el mercado; aquí el *mercado* son principalmente los Gobiernos, que en los Estados Unidos ha experimentado recientes fluctuaciones: los 4.800 millones de dólares destinados a esta atención en los últimos años parece que se estabilizarán en solos 1.000 millones, y para esa demanda ya bastan los capitales invertidos en la actualidad (8).

Por otra parte, si la industria atómica evoluciona hacia los métodos de fusión, en que el uranio podrá ser relegado a un papel secundario, otros minerales ocuparán su puesto de preferencia. A raíz de la explosión de una bomba de hidrógeno por los rusos en la Siberia, el análisis del aire radiactivo, hecho por los japoneses, reveló la presencia de abundantes partículas de litio, uno de cuyos isótopos (Li 6), atacado por neutrones, produce tritio, que al fundirse con el deuterio da origen a una reacción termonuclear. Si, como afirman no pocos especialistas, será posible obtener de esta suerte energía a partir del litio y el deuterio, se resuelven, como parecen estar en camino de serlo, las dificultades téc-

nicas de semejante *domesticación* de la bomba de hidrógeno, ello significaría la solución radical para la humanidad del problema de las fuentes de energía, ya que las reservas de deuterio en los océanos son prácticamente inagotables y las de litio suficientes en la corteza terrestre. Recientemente el «Boletín Oficial de la Federación de Rhodesia y Nyassalandia» daba cuenta del descubrimiento de un depósito de mineral de litio que se considera el más importante del mundo, cuya extracción están dispuestos a financiar los Estados Unidos: una vía férrea enlazará para ello Umtali con Fort Victoria, pues la mina está situada en Bikita, a 100 kilómetros de este último (15).

*Prospección lunar.*—Entre las ilusiones hoy tan en boga en el terreno de la astronáutica, mencionaremos los planes de beneficiar minas extraterrestres y en particular en la Luna...; teniendo en cuenta su escasa densidad (3,3) no es fácil que se hallen en ella muchos metales densos; pero el litio y el berilio, de tanta importancia para la técnica industrial, es fácil que los haya tan abundantes como aquí. La prospección podría teóricamente realizarse desde la Tierra, descubriendo los yacimientos superficiales, ya por la diferente reflexión de la luz según la naturaleza del suelo, ya por la diferente luminiscencia a los rayos ultravioletas, allí muy intensos por no haber atmósfera absorbente, ya por radioastronomía con longitud de onda suficientemente larga, aunque esto exigiría una gran potencia receptora terrestre y la construcción de un enorme espejo. A las dificultades de llevar a la Luna el personal para la explotación, que tendría a su favor la escasa intensidad de la gravedad, se añaden las no menores de traer el material obtenido: aunque sea más fácil de vencer el exiguo peso lunar, si se lanzasen en grandes bloques, nuestra atmós-

fera no los detendría, pero seguirían la suerte conocida de los grandes bólidos; por el contrario, los fragmentos pequeños serían pulverizados y dispersados por toda la atmósfera; y si viniesen en trozos de tamaño intermedio, a los más se podrían utilizar para la *descarga* los grandes desiertos del Sáhara o de Gobi, donde podrían recuperarse por los métodos corrientes de explotación de venas someras. El autor de la nota que resumimos la termina desaconsejando por ahora la compra de acciones de Empresas organizadas con este fin... (13).

## BIBLIOGRAFIA

- (1) ALEXANDER (H.): *Diamonds in the junkpile*. «The Baltimore Sunday Sun», 27 marzo 1955.
- (2) *Diamond «pipe» somewhere in Arkansas*. «The Balt. Sund. Sun», enero 1950.
- (3) BLOOM (H.) y WALTON (H. F.): *Chemical prospecting*. «Scient. Amer.», págs. 41-47, julio 1957.
- (4) BRIDGMAN (P. W.): *Synthetic diamonds*. *Ibid.*, págs. 42-46, noviembre 1955.
- (5) DUE (A.): *El problema de la contaminación del aire*. «Euclides», vol. XV, núm. 168, págs. 58-60, febrero 1955.
- (6) FROMAN (R.): *Surveying our underground riches*. «Coronet», enero 1955.
- (7) GOBLOT (H.): *La découverte de pétrole sur le plateau iranien*. «La Nature», vol. 80, pág. 401, octubre 1956.
- (8) GUTMAN (W. K.): *Uranium mining boom on the wane*. «Chemical and Engineering News», octubre 1955.
- (9) HELGERSON (R. W.): *Soil «shadows» spot mineral wealth*. «Science Dig.», pág. 82, abril 1952.
- (10) *Minerals on the mattress*. «Industrial and Engineering News», diciembre 1950.
- (11) JOHNSON (J. C.): *The romance of uranium mining*. «Science Dig.», pág. 58, septiembre 1956.
- (12) JUST (E.): *Minerals for the future*. «Science», vol. 122, págs. 317-318, agosto 1955.
- (13) KOPAL (Z.): *Why go to the moon?* «The new scientist», 30 mayo 1957.

- (14) KUSHNER (J. B.): *Oceans of gold*. «Science Dig.», págs. 25-29, junio 1957.
- (15) *Nouvelles richesses minérales en Rhodésies-Nyassaland*. «La Nature», vol. 81, pág. 372, septiembre 1955.
- (16) LEVITT (I. M.): *Finding meteoric treasure trove*. «Everybody's Weekly», 10 junio 1949.
- (17) MONTAGNES (J.): *Mineral prospecting from the sky*. «Think Magazine», mayo 1956.
- (18) ROSIN (J.) y EASTMAN (M.): *The road to abundance*. New York, 1953.
- (19) «Science Dig.», pág. 93, mayo 1955.
- (20) TINKER (F.): *America's sea of salt*. «Nature Magazine», febrero 1957.
- (21) WENTORF (R. H.): *Borazon, artificial diamond*. «Science Dig.», página 6, mayo 1957.

Recibido 26-XI-57

Memoria acerca de la organización y resultados  
logrados en el Tercer Campamento para prácticas  
de Geología «Panticosa 1957»

POR

JOSE MARIA RIOS

Profesor de Geología en la Escuela Técnica  
Superior de Ingenieros de Minas

JOSE MARIA RIOS

MEMORIA ACERCA DE LA ORGANIZACION  
Y RESULTADOS LOGRADOS EN EL TERCER  
CAMPAMENTO PARA PRACTICAS DE GEO-  
LOGIA «PANTICOSA 1957»

Una vez más, y con la ayuda de Dios, se ha desarrollado con toda normalidad nuestra actividad geológica veraniega con el Tercer Campamento para prácticas de Geología «Panticosa 1957».

Como en años anteriores (1), comenzó el 1.º de julio y terminó el 19 del mismo mes y, también como en años anteriores, tuvimos nuestra base en el pueblo de Panticosa, desde donde nos desplazamos para recorrer el terreno durante dos días, pernoctando en las tiendas de campaña la noche intermedia, y dedicando los días comprendidos entre salidas a descanso físico, examen de los datos recogidos y preparación de la próxima jornada.

La organización y medios disponibles fueron idénticos a los de las campañas anteriores, sobre todo la

---

(1) *Memoria acerca de la organización y resultados logrados con el Primer Campamento para prácticas de Geología*. J. M. Ríos: «N. y C. del I. G. y M. de E.», núm. 40, 1945, y *Memoria acerca de la organización y resultados logrados con el Segundo Campamento para prácticas de Geología*. «Panticosa», 1956. J. M. Ríos: «N. y C. del I. G. y M. de España», núm. 45, 1956.

de 1956, ya que el número de participantes fué el mismo que el de este último año, así como el material utilizado, vehículos, etc.

Una serie de empresas de las que solicité, a título personal, ayuda económica para esta iniciativa, respondieron generosamente. A todas ellas expresamos nuestro agradecimiento. En el Apéndice II pueden leerse los nombres de estas generosas Compañías.

Una vez más tuvimos la fortuna de poder contar con la ayuda de D. José García Rodríguez, alumno entonces de tercer curso, en funciones de secretario. Lo ha sido desde que empezó a moverse este mecanismo de los campamentos, y todos los campamentistas estarán de acuerdo en que su actuación fué siempre inolvidable por su cordialidad e inigualable por su eficacia.

Participaron en el Campamento «Panticosa 1957», veintiún alumnos de cuarto curso de la Escuela, y además un Ingeniero de Caminos, un alumno de Ciencias Naturales de la Universidad de Barcelona, un estudiante de Geología de la Universidad norteamericana de Southern California, y un auxiliar del Instituto Geológico y Minero de España. Un total, junto con el director y el secretario del Campamento, de veintisiete personas. Dos de ellas habían participado en el Campamento anterior.

Organicé siete equipos de tres personas. Cada uno de ellos tenía encomendado el estudio de una de las siete zonas en que distribuí el área.

El primer día, 1.º de julio, fué destinado a la distribución de material y organización de equipos. Los días 2, 3 y 4, a excursiones colectivas para conocimiento general de las premisas geológicas establecidas en las campañas anteriores y planteamiento de los proble-

mas pendientes, así como a entrenamiento físico. En los días sucesivos se llevaron a cabo en total 35 itinerarios de dos días de duración, a razón de cinco salidas por siete equipos.

No rebasamos los límites del área reconocida en anteriores campamentos. Para ello hubiéramos tenido que trasladarnos al Valle de Canfranc, que constituye, junto con el área hasta ahora estudiada, la de la Hoja de «Sallent de Gállego» del mapa nacional, objetivo por ahora de nuestros campamentos. Pero tampoco interesaba, ya que tal traslado complica mucho la organización, y de momento no es necesario, puesto que aún faltan diversos problemas por estudiar en el área primitiva. Antes bien, redujimos la zona, eliminando aquellas que se consideran suficientemente conocidas, y concentrando la atención en las restantes. De modo que las áreas asignadas a cada equipo fueron, para la mayoría de ellos, bastante más reducidas, y la densidad de observación, por consiguiente, mayor.

Por mi parte constituí un equipo volante con dos participantes que me acompañaron constantemente y fui pasando de zona en zona, agregándome además el equipo correspondiente a cada una de éstas.

Abandoné casi por completo el estudio de las zonas meridionales, eocenas y cretáceas, a las que dediqué mi atención casi exclusiva el año pasado. Estudié, en cambio, de manera sistemática las zonas paleozoicas, graníticas, y las aureolas de metamorfismo de la parte oriental, que se extienden desde la frontera francesa hasta Sierra Tendeñera; como límite oriental tuve el de la Hoja de Sallent, y como límite occidental una línea Norte-Sur un poco al Oeste del Balneario de Panticosa.

Con mis acompañantes habituales, y con el grupo

correspondiente, pernoctamos la primera noche en el refugio de Yenefrito, recorriendo la zona de los ibones de Catieras y Mallaruego, del puerto de Urdiso y del collado de Tendeñera, para enlazar de esta manera con las observaciones recogidas el año pasado en las zonas meridionales.

En la segunda jornada recorrimos la zona de los ibones de Brazato; montamos las tiendas más allá de la collada de Piniecho, dando vista al imponente macizo de Vignemale, y al día siguiente descendimos desde el Collado Sur de Piniecho por la confluencia de los torrentes de Bolatica y Ripera y Cuello de Yenefrito.

En la tercera jornada recorrimos la zona de Bachimaña y de los ibones de Pecico, y Lagos Azules, pernoctando junto al ibón de Bramatuero; al día siguiente subimos al puerto de Marcadau, y descendimos por Bramatuero y Bachimaña.

Al tener conocimiento, por los alumnos del Profesor Rutten, de la Universidad de Utrecht, de la desaparición de uno de ellos, Jan F. Smoor, me ofrecí inmediatamente a dicho Profesor para participar en la búsqueda. El geólogo desaparecido formaba parte de un grupo de graduados de la mencionada Universidad que trabajan aisladamente en zonas contiguas del Pirineo, preparando sus tesis doctorales. Al infortunado J. Smoor correspondía la zona que incluye el Circo de Ordesa.

Mi ofrecimiento fué aceptado. Me hubiera incorporado con todos los campamentistas a la búsqueda, iniciada ya por los compañeros del desaparecido geólogo y por la Escuela Militar de Alta Montaña, que entonces desarrollaba ejercicios tácticos en Ordesa, así como por las gentes de Torla, pero a consecuencia de tener

una furgoneta averiada hube de limitarme a llevar conmigo cuatro equipos, más el mío propio.

Correspondió este desplazamiento a la cuarta jornada. La primera tarde la dedicamos a rastrear las laderas del flanco septentrional de Soaso, frente a la Faja de Pelay, donde se encontraron a finales de septiembre, de manera casual, los restos mortales del infortunado y joven geólogo.

Pernoctamos en Ordesa, en nuestras tiendas, junto a las del Profesor Rutten y sus alumnos, y del Profesor De Sitter, de la Universidad de Leyden, que casualmente apareció allí aquel mismo día sin tener noticias del triste suceso. Al día siguiente y en compañía de dos colegas del geólogo desaparecido subimos al barranco de Cotatuero, pasamos las clavijas, y recorrimos, rastreándola, la ladera Noroeste de la cota Descargador, las llanadas al pie del Monte Perdido y Brecha de Rolando y el Pico de Millares. Descendimos nuevamente por las clavijas y barranco de Cotatuero a Ordesa, y nos incorporamos a nuestra base en Panticosa, después de manifestar nuestro sentimiento y despedirnos de nuestros colegas holandeses.

La quinta jornada fué, para mi equipo, de un solo día, en que ascendimos, desde Panticosa, hasta la cima del Ordicuso y descendimos por la misma vía.

Los restantes equipos cumplían mientras tanto las misiones que les estaban encomendadas.

El día 19 de julio se verificó la recogida de material, y tras una cordialísima comida de despedida en los terrenos del Balneario de Panticosa, amablemente cedidos por la gerencia, se disgregó el Tercer Campamento, dando por terminadas sus actividades de campo.

Tanto el espíritu de trabajo, como la disciplina, en-

tusiasmo y alegría de los participantes, dieron una elevada tónica a este Tercer Campamento; lo hicieron sumamente agradable, pese a las fatigas, riesgos y penalidades que inevitablemente resultan del trabajo geológico en terreno tan duro.

El clima acompañó más que en las campañas anteriores. Hubo días calurosos y noches muy frías, cuando se acampaba por encima de la cota 2.000 e incluso 2.500; hubo nieblas y lluvias, pero las tormentas, nuestros peores enemigos en la montaña, fueron más escasas y menos aparatosas que en años anteriores, y las condiciones climatológicas, en general, más propicias y agradables.

El estado sanitario fué excelente, salvo alguna ligera insolación; el ánimo, temple y comportamiento de los campamentistas, como dije antes, igualmente excelente. Espero que habrá dejado tan buen recuerdo en ellos, de estos días convividos en tan estrecha camaradería, como lo ha dejado en mí.

Fué verdaderamente desgraciado que a lo largo del curso 1956-57 no hubiera literalmente hueco para estudiar y trabajar los datos recogidos en la campaña anterior. De todos modos, tras de las campañas intensas de campo, los conocimientos básicos van afianzándose, y como consecuencia nos movimos en esta campaña con mucha mayor soltura.

Personalmente he barrido con mis itinerarios las zonas meridionales (salvo el valle de Canfranc) y oriental. Se dan por estudiadas en principio las áreas eocenas y cretáceas, así como las paleozoicas de estas zonas. Se ha delimitado paso a paso la mancha granítica del Baleario de Panticosa y se han fijado los límites y características de la aureola metamórfica.

Y, además, dispongo de una red, actualmente ya densísima, de observaciones recogidas por mis colaboradores participantes, que, analizadas y estudiadas a la luz de mis propios datos y conocimientos, permitirán el establecimiento de una cartografía de gran detalle.

Se logró uno de los objetivos principales de este año: el establecimiento de la localización «in situ» de los afloramientos que suministraron los fósiles atribuidos al Gotlandés, formación descubierta en el Primer Campamento y descrita en el Segundo (2). La localización fué perfecta e indubitable, y se logró la recogida de una variada colección de fósiles (*Cardiolas*, *Orthoceras*, etc.) de muy buena calidad, pero esta vez recogidos «in situ», de los propios afloramientos.

Mi propósito es seguir manteniendo esta iniciativa. Para las próximas campañas desearía sustituir la ayuda económica privada por la oficial, así como, completar el material para diez equipos dotados totalmente (hasta ahora sólo dispongo de siete completos y dos parcialmente dotados), y reforzar, en cada equipo, algunos materiales cuya falta se deja notar, tales como lupas para examen de muestras, y un morral más por equipo, para repartir en forma más llevadera la pesada carga individual, aparte de material misceláneo.

Octubre de 1957.

(2) Ver las Memorias respectivas.

## APENDICE I

### RELACIÓN DE PARTICIPANTES

ORGANIZADOR Y DIRECTOR.—*José María Ríos*, Profesor de Geología de la Escuela de Minas.

SECRETARIO.—*Juan José García Rodríguez*, Alumno de tercer curso en la Escuela de Minas.

EXTRANJEROS.—*James Gilliland*, de la Universidad de Southern California.

DE OTROS CENTROS.—*Manuel R. Llamas*, Ingeniero de Caminos.  
*José Baena Pérez*, Alumno de la Universidad de Barcelona.  
*Pablo Yagüe*, Ayudante del Laboratorio de Paleontología del Instituto Geológico y Minero de España.

DE LA ESCUELA DE MINAS.—*Javier Aznar Salinero*.  
*Paulino Calatayud Fernández*.  
*Rafael Cano Alonso*.  
*Joaquín Escudón López*.  
*Carlos Felgueroso Coppel*.  
*Luis C. Fernández Espinar*.  
*Joaquín Ferrer Garralda*.  
*Bernardo Ferrer Monzó*.  
*Maximino A. González García*.  
*Manuel Gorostidi Sustacta*.  
*José Ochoa Bretón*.  
*Juan Olasagasti Gálvez Cañero*.  
*José Antonio de Pablo Gurruchaga*.  
*Julián M. Pascual García*.  
*Francisco Pérez Silva*.  
*Luis A. del Portillo Aldecoa*.  
*Miguel Remón Ortí*.  
*Luis del Riego Fernández*.  
*Luis Rodríguez Ron*.  
*Antonio Serrano Pérez*.  
*Abelardo Tarrio Fernández-Moreno*.

Todos ellos alumnos, entonces, de 4.º curso.



APENDICE II

RELACIÓN DE INSTITUCIONES Y EMPRESAS QUE HAN APORTADO CONTRIBUCIÓN  
ECONÓMICA AL TERCER CAMPAMENTO

*Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, S. L.*  
*Compañía Española de Minas del Rif, S. A.*  
*Compañía de Minas de Río Tinto, S. A.*  
*Compañía Minero Metalúrgica «Los Guindos», S. A.*  
*Compañía Prospección Geofísica, S. A.*  
*Hulleras de Sabero y Anexas, S. A.*  
*Instituto Geológico y Minero de España.*  
*Mr. A. H. Meadows.*  
*Minas de Potasa de Suria, S. A.*  
*Patricio Echevarría, S. A.*  
*Sociedad Petrolífera Española Shell, S. A.*  
*Unión Española de Explosivos, S. A.*

RELACIÓN DE INSTITUCIONES Y EMPRESAS QUE HAN APORTADO CONTRIBUCIÓN  
A ANTERIORES CAMPAMENTOS

PRIMERO

*Empresa Nacional Adaro.*  
*Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro».*  
*Junta de Energía Nuclear.*  
*Compañía Minero Siderúrgica de Ponferrada.*

SEGUNDO

*De Golyer and Mac Naughton Inc.*  
*Compañía de Prospección Geofísica, S. A.*  
*C. A. M. P. S. A.*  
*Real Compañía Asturiana de Minas.*  
*Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya.*  
*Compañía Española de Minas del Rif, S. A.*  
*Compañía Española de Petróleos, S. A.*

APENDICE III

RENDICIÓN DE CUENTAS

III Campamento para prácticas de Geología «Panticosa 1957»

INGRESOS

	PESETAS
<i>Saldo de cuenta anterior</i> .....	9.100,-
Donativo Patricio Echevarría .....	500,-
» Minas de Suria .....	1.000,-
» Compañía de Tharsis .....	5.000,-
» Shell Española .....	5.000,-
» Minero Metalúrgica Guindos .....	2.000,-
» Cia. de Río Tinto .....	5.000,-
» Minas del Rif .....	5.000,-
» Instituto Geológico .....	10.000,-
» Geoproscoc .....	5.000,-
» Mr. Meadows .....	12.500,-
» Hulleras de Sabero y Anexas .....	6.000,-
» Unión Española de Explosivos .....	5.000,-
21 inscripciones alumnos a 1.500 .....	31.500,-
Por recaudación viajes ida y regreso .....	2.775,-
2 inscripciones de participantes a 1.500 .....	3.000,-
1 inscripción de participante a 750 .....	750,-
<i>Suma</i> .....	109.125,-

GASTOS

Fact. <sup>a</sup> Casa Díez (reparación de material) (1) .....	1.028,-
Costo impr. separatas Memoria 1956, fact. <sup>a</sup> imprenta Bermejo (2) .....	950,-
Fact. <sup>a</sup> Irupé (banderines) .....	788,-
» Mantequerías Arias (3) .....	4.476,-
» Hotel Vicente, de Panticosa (4) .....	20.228,-
» Trasvisol (plastificado mapas) (5) .....	241,-
Gratificación secretaria Escuela .....	200,-



	PESETAS
Fact. <sup>a</sup> reproducción de mapas (6) ... ..	112,—
» entelado de mapas (7) ... ..	350,—
» Arosa (material fotográfico) (9) ... ..	428,—
Tienda y saco dormir profesor ... ..	3.000,—
Fact. <sup>a</sup> comidas en frío (10) ... ..	1.859,—
Gastos viaje y personales profesor ... ..	1.500,—
Gastos de preparativos, generales, gratificaciones y comidas en frío, s/nota secretario Campamento (11) ... ..	4.290,—
Fact. <sup>a</sup> Parque Móvil (12) ... ..	16.115,—
<b>Suma</b> ... ..	<b>64.675,—</b>

	PESETAS
Total de Ingresos ... ..	100.125,—
Total de Gastos ... ..	64.675,—
<b>Saldo final</b> ... ..	<b>44.450,—</b>
En cuenta corriente ... ..	37.405,—
En caja ... ..	7.045,—
	<b>44.450,—</b>

Los números entre paréntesis se refieren a las facturas justificantes. Estas, así como el detalle de las cuentas globales, están a disposición de quienes deseen examinarlas.



Foto 1.—Grupo de participantes en el Tercer Campamento al comenzar las tareas (de izquierda a derecha): Rodríguez, Ron, Yagüe, Tarrío, Pascual, Ochoa, Ferrer Monzó, García Rodríguez, Fernández Espinar, Cano, Escandón, Baena, Felgueroso, Llamas, Serrano, Gorostidi, Gilliland, Pérez Silva, Ferrer Garralda, García González, Aznar, Calatayud, Olasagasti.

(De una fotografía en color de J. M. Ríos.)

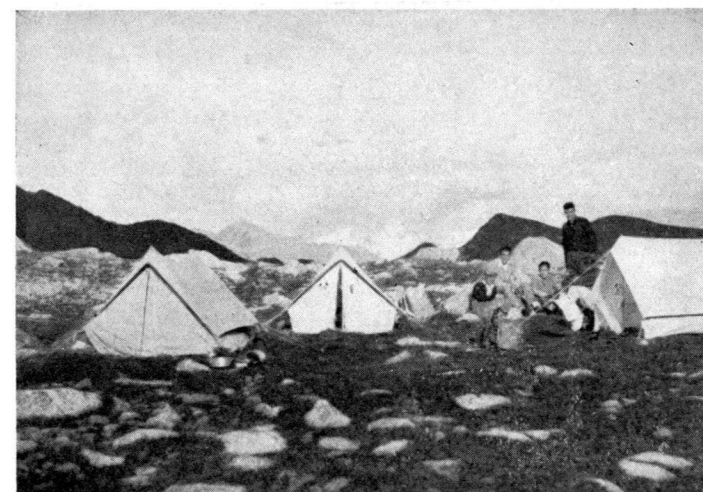


Foto 2.—Campamento al pie de la Collada de Piniecho frente al Vignemale. Ferrer Monzó, Escandón, García González, Llamas y Gilliland.

(De una fotografía en color de J. M. Ríos.)

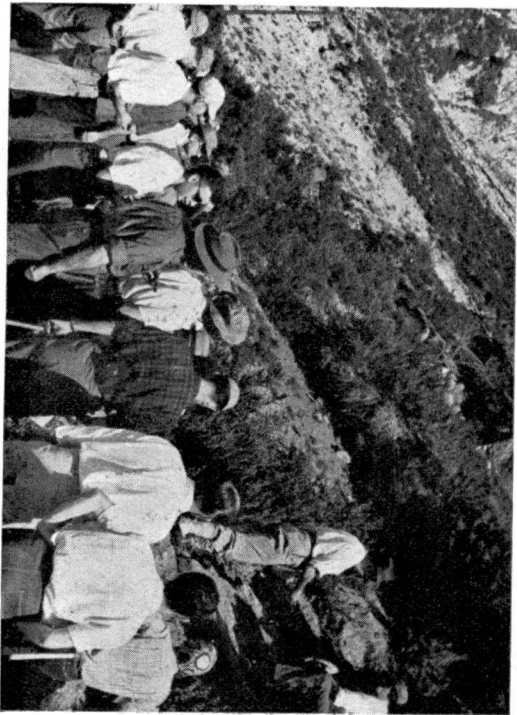


Foto 4.—Jornadas de entrenamiento,  
(Foto García Rodríguez.)

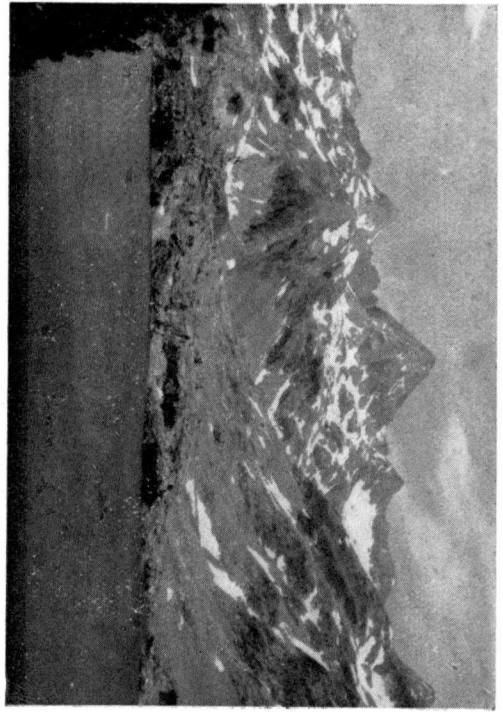


Foto 3.—Lago de Respomuso,  
(Foto Yagüe.)

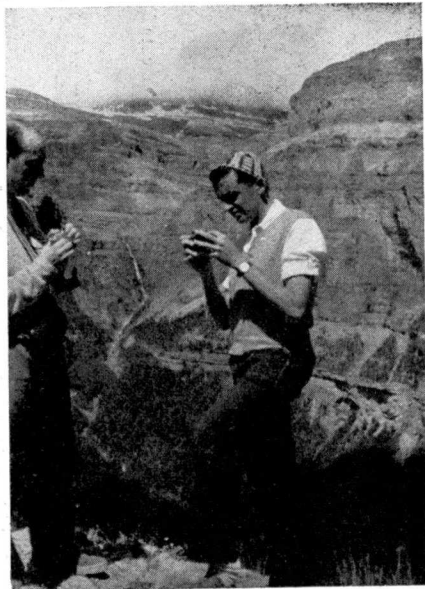


Foto 5.—Serrano y Felgueroso examinando  
muestras en Ordesa.

(Foto García Rodríguez.)

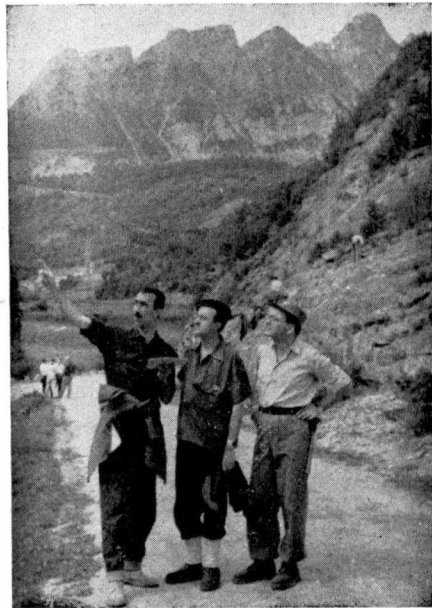


Foto 6.—Jornadas de entrenamiento. Tarrio,  
Cano y Rodríguez Ron, discutiendo las posibi-  
lidades de un acceso difícil.

(Foto Yagüe.)

Foto 7.—Paso de las clavijas de Cotatuero en el descenso de la cota Descargador al fondo de Ordesa.

*(De una foto en color por J. Gilliland.)*





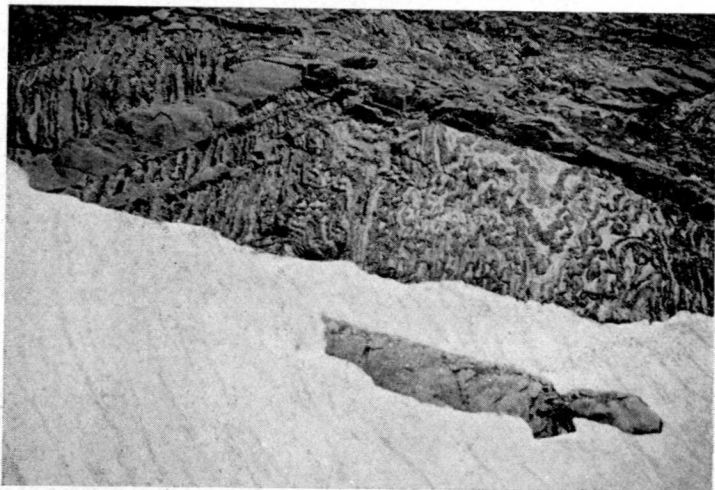


Foto 8.—Pliegues ptygmáticos en el skarn del puerto de Mercadau.  
*(De una foto en color por J. M. Ríos.)*



Foto 9.—Pliegues en el Eoceno y Cretáceo de la falda meridional del Monte Perdido.  
*(De una foto en color por J. M. Ríos.)*

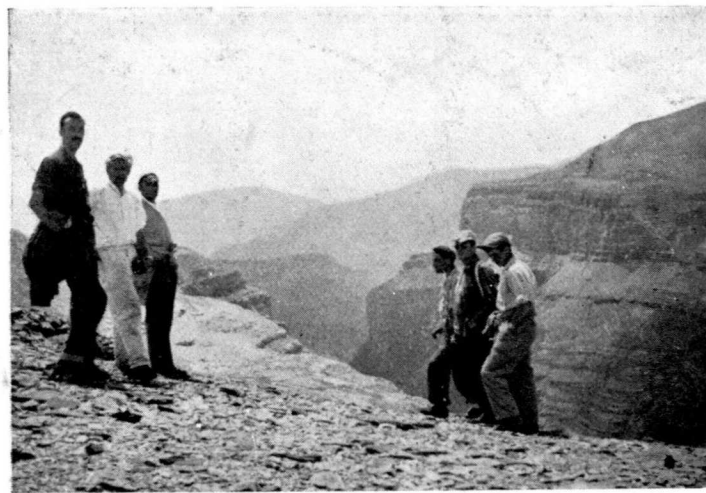


Foto 10.—Al borde del circo de Ordesa, Tarrío, Gilliland, Felgueroso, De Pablo, Fernández Espinar y Baena.  
*(De una foto en color por J. M. Ríos.)*



Foto 11. Valle de Ordesa, frente a casa Oliván, antes de iniciar la infructuosa búsqueda de J. F. Smoor (†).  
*(De una foto en color por J. M. Ríos.)*



Foto 12.—En la cima de Ordicuso. Prof. Ríos, Gilliland y Ferrer Monzó.  
(De una foto en color por J. Gilliland.)

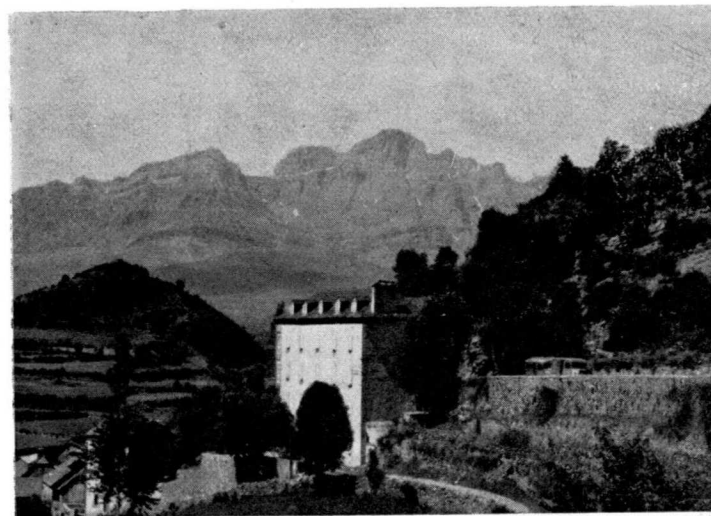


Foto 14.—Nuestra residencia durante el Tercer Campamento en Panticosa.  
Al fondo Sierra Telera.  
(Foto García Rodríguez.)



Foto 13.—Jornadas de entrenamiento. Una explicación de conjunto. Llamas, González García, del Riego, Pascual, Sr. Ríos, Aznar, Escandón. De pie: Ron, Portillo, Remón, Ochoa, Fernández Espinar, Pérez Silva, Serrano, Tarrío, Ferrer Monzó, Ferrer Garralda, Felgueroso, Gorostidi, Calatayud, Olasagasti y Cano.

(Foto Yagüe.)



Foto 15.—Comienzo de una jornada de entrenamiento colectivo. Yagüe, Fielgueroso, Olasagasti, Gorostidi, Calatayud, Pascual, Prof. Ríos, Escandón, Ferrer Garralda, Fernández Espinar, Pérez Silva, Ferrer Monzó, García González, Baena, Tarrío, Serrano, Cano y Ochoa.

(Foto García Rodríguez.)

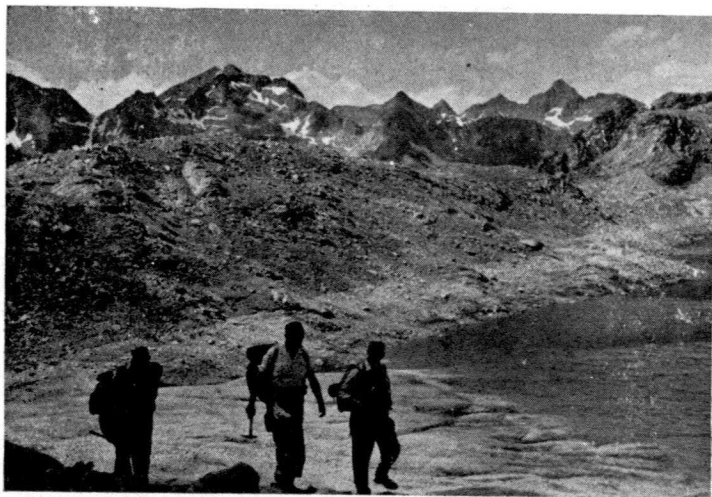


Foto 16.—Zona del ibón de Brazato. Escandón, Prof. Ríos y Ferrer Monzó.  
(Foto Llamas.)



Foto 18.—Fernández Espinar, Ochoa, de Pablo, Gorostidi, Olasagasti, Felgueroso, en la proximidad del Partalét.  
(Foto García Rodríguez.)



Foto 17.—Frente al ibón de Brazato, Llamas, Gilliland, García González, Escandón y Ferrer Monzó.  
(De una foto en color por J. M. Ríos.)

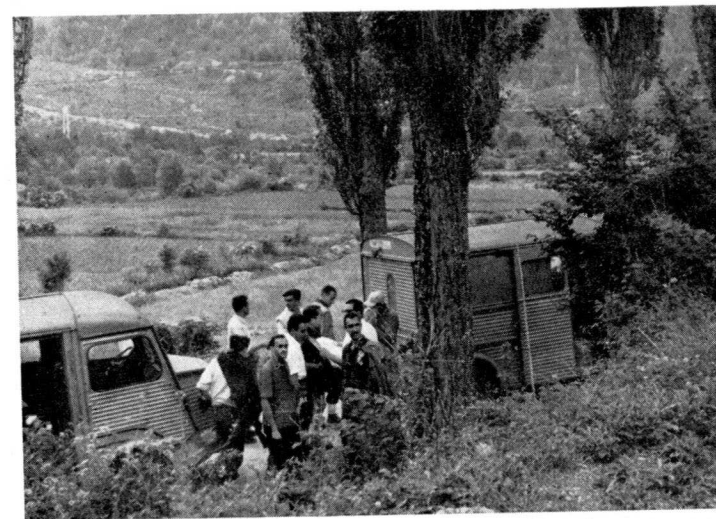


Foto 19.—Escandón, Ferrer Monzó, Cano, Remón, Gorostidi, Ferrer Garralda, Olasagasti, Tarrío, Riego y Calatayud, en las jornadas de entrenamiento.  
(Foto García Rodríguez.)





Foto 20. — Ascendiendo un nevero de la Collada de Piniecho. Prof. Ríos y Escandón.

*(Foto Llamas.)*

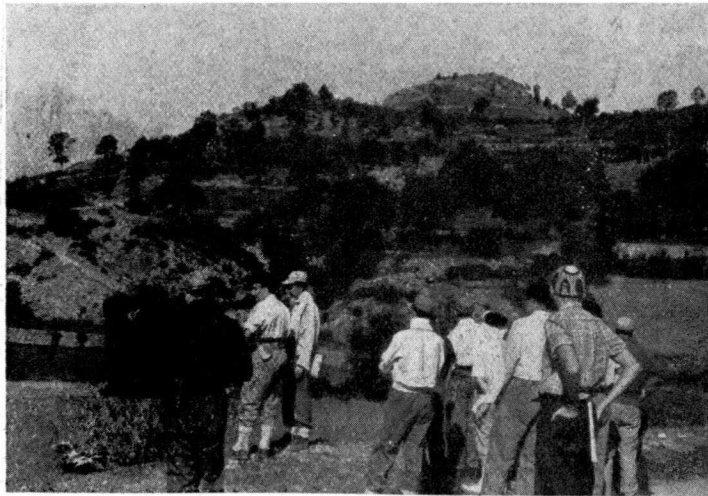


Foto 21. — Jornadas de entrenamiento en el Valle de Panticosa. Llamas, Prof. Ríos, Yagüe, Baena, Rodríguez Ron, del Riego, Felgueroso y Portillo.



Foto 22. — Tarrio y Aznar. Un alto en la marcha.

*(Foto Serrano.)*



Foto 23. — Subida a Resposuso.

*(Foto Serrano.)*



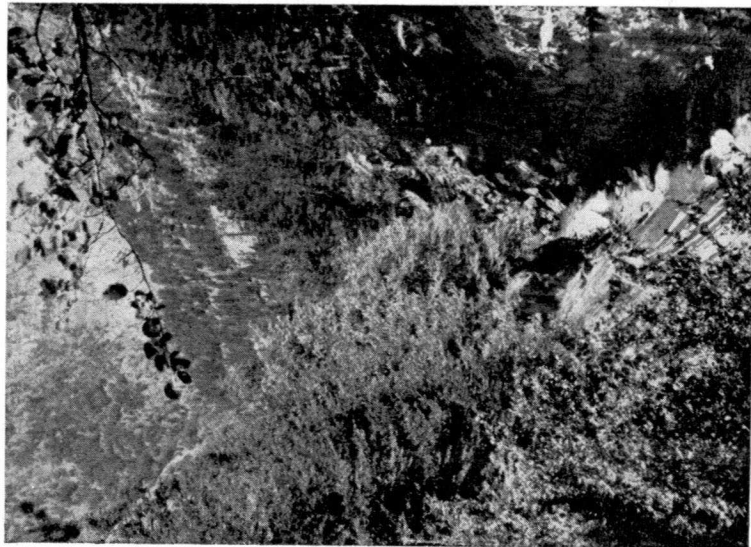


Foto 25.—Las gargantas de la subida a Respomuso.  
(Foto Serrano.)

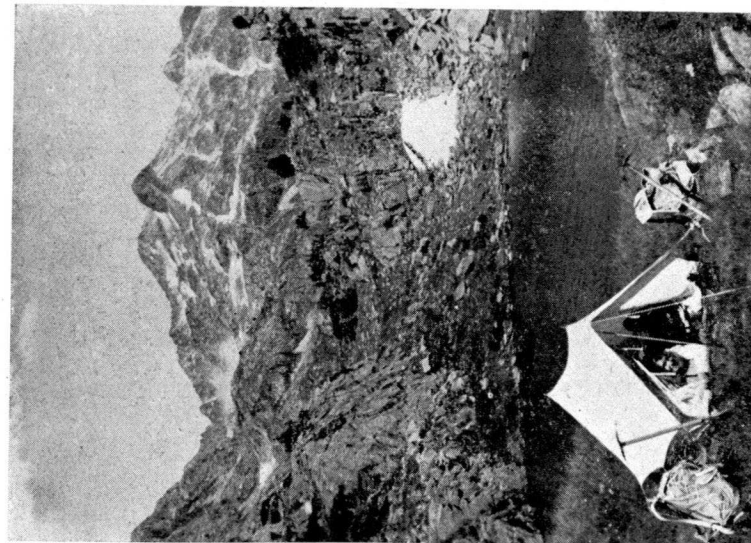


Foto. 24.—Acampada junto al ibón.  
(Foto Serrano.)



Foto 26.—La zona fronteriza con las estribaciones orientales del Balaitus de N. y NE. de Respomuso.

(Foto Serrano.)



Foto 27.—Comida de despedida y clausura en los terrenos del Balneario de Panticosa.

(Foto Serrano.)



Noticias

*Participación en los programas industriales de la India.*

Se tienen noticias de que la Unión Soviética participará en cinco grandes programas industriales de la India, a base de conceder un préstamo de 500 millones de rublos, pagaderos en doce anualidades, con un interés del 2,5 por 100. Entre los planes que financian figuran: Una central térmica con el aprovechamiento de los lignitos de la India meridional y la puesta en producción del coto minero de Korba, con una producción anual de 2.600.000 toneladas de carbón.

*Los yacimientos de petróleo del África occidental portuguesa.*

Se ha llegado a un acuerdo entre los gobiernos portugués y la sociedad belga «Petrofina», para la explotación de los yacimientos petrolíferos de Luanda y de Benfica, a los que se les asignan unas reservas de seis millones de barriles. Se instalará una refinería en Luanda, con una producción de 100.000 toneladas anuales, la cual será ampliada si antes de tres años la producción petrolífera de Angola pasa de las 300.000 toneladas.

*El acero de Alemania occidental.*

Ha recuperado su puesto de primer productor de acero de Alemania la «August Thyssen-Hütte AG.» de Duisburg-Hamborn, con 2.400.000 toneladas anuales, a las que se puede añadir las de sus filiales, con lo que se pone este grupo de empresas en 3.200.000 toneladas anuales, que representa el 13 por 100 de la producción anual de Alemania, que se calcula fué en 1957 de 24 millones y medio de toneladas.

*Premio de la Academia de Ciencias de París.*

De los dos premios de «Geología» que adjudicó en 1957 la Academia de Ciencias de París, uno correspondió a un geólogo español. Se trata del premio de «Fonds des Jeunes Géologues», el cual fué adjudicado a la señorita Asunción Linares, de Granada, por sus trabajos de comparación de la fauna y la microfauna del Lías.

*El mercado de metales al finalizar el año 1957.*

Al finalizar el año 1957 se aprecia cierta pesadez en las cotizaciones de los metales más comunes. El cobre se cotiza por debajo del nivel mínimo rentable para los productores. El plomo y cinc han retrocedido al punto más bajo registrado desde julio de 1953, en que se abrió el «Metal Stock Exchange». De nuevo perdieron terreno el mercurio y el volframio, y la situación del mercado del estaño suscita también inquietud.

*Expedición antártica belga 1957-58.*

Con motivo del Año Geofísico Internacional, se prepara una expedición belga a la Antártida, con un equipo para el estudio de las radiaciones nucleares, y entre los cinco temas de que se ocupará, figura la medida de la edad geológica de las rocas por métodos radiactivos, pertenecientes al zócalo cristalino del continente antártico, supuesto precambriano. Las muestras se tomarán durante el verano antártico y se remitirán a Bélgica para su análisis.

*Comisión de Seismología Europea.*

Del 8 al 12 de abril de 1958, se reunirá en Utrecht, Países Bajos, la Comisión Europea de Seismología, con el siguiente programa:

- a) Corteza terrestre.
- b) Aparatos.
- c) Catálogos de macroseismos.
- d) Interpretación dinámica de los seismos.
- e) Ondas canalizadas en Europa.

*XII Asamblea de la Unión Geodésica y Geofísica.*

La décima segunda asamblea general de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica tendrá lugar en Helsinki (Finlandia) del 25 de julio al 6 de agosto de 1960.

*Separación isotópica del uranio.*

Según acuerdo del mes de noviembre de 1957 del Consejo de Economía francés, se prevé la construcción de una factoría metalúrgica para la separación isotópica del uranio, caso de que los suministradores de este combustible no le garanticen a Francia un suministro regular.

*El ferrocromo y carburo de calcio en Turquía.*

El consorcio francés «Pechiney» piensa montar en Turquía un amplio conjunto industrial para la obtención de ferrocromo y carburo de calcio. Sólo la producción de ferrocromo alcanzará 8.000 toneladas anuales, y con las divisas de su exportación se espera pagar los gastos de la instalación.

*Las industrias mineralúrgicas y derivadas, durante 1957.*

Durante el pasado año de 1957, se produjo en España un considerable aumento de las actividades mineralúrgicas; por ello damos un resumen para conocimiento de nuestros lectores.

*Carbón.*—La producción de carbón alcanzó la cifra de 16,4 millones de toneladas, con un aumento con relación al año anterior de 1.653.000 toneladas. El consumo también aumentó considerablemente, derivado de la mayor producción siderúrgica, de energía térmica, de cemento y, en general, del progreso industrial y del nivel de vida.

*Termoelectricidad.*—La nueva potencia termoelectrica, con sus 585.000 kilovatios, permitió con exceso duplicar la producción térmica de 1956, alcanzando un índice de 113,5 por 100 y asegurando una producción total de 15.000 millones de kilovatios/hora, que excede en un 9,2 por 100 a la de 1956. En el año 1958, se espera poner en servicio 350.000 kilovatios, de origen térmico.

*Siderurgia.*—El lingote de hierro alcanzó 950.000 toneladas, con un aumento de 38.000. La producción de acero fué de 1.325.000 toneladas, con un aumento de 7,5 por 100; durante el año 1958 se espera producir 1.650.000 toneladas, y para el año 1961, se alcanzarán los tres millones de toneladas.

*Cemento.*—Durante el año 1957 se han puesto en marcha instalaciones con una capacidad anual de 495.000 toneladas. La producción total fué de 4.487.000 toneladas, con un aumento, con relación al año anterior, de 12 por 100, quedando prácticamente cubierta la demanda. Se espera llegar a los 6.000.000 de toneladas para el año 1961.

*Industrias varias.*—Se han logrado los siguientes aumentos durante el último año: mineral de hierro el 17 por 100, aluminio el 10 por 100, cobre electrolítico el 6 por 100, plomo en barras 4,5 por 100, refinado del petróleo el 46 por 100. Se tuvo descenso de producción en: cloruro potásico el 5 por 100, blenda 6,5 por 100 y carbonato sódico el 10 por 100. En las demás actividades mineralúrgicas, la producción del año 1957 fué del mismo orden que en 1956.

*El Profesor Paul Fallot, Doctor «Honoris causa»  
de la Universidad de Granada*

El pasado día 7 de octubre, se celebró en el Paraninfo de la Universidad de Granada, el acto de la investidura del Profesor Paul Fallot, con el grado de Doctor *Honoris Causa* por la Facultad de Ciencias de aquella. La ceremonia se desarrolló según el solemne ritual de los siglos XVI y XVII.

El Decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Adolfo Rancano, glosó brillantemente los excepcionales méritos del ilustre homenajeado. Hizo resaltar su decisiva contribución a la investigación geológica de las cordilleras de la región mediterránea occidental. Y, dentro de ella, singularmente a la de las Béticas, plasmada en trabajos y memorias cuyo volumen y calidad permiten considerar al Profesor Fallot como indiscutible Maestro, y como el geólogo que mejor conoce estas cordilleras y que más ha contribuido y sigue contribuyendo a su investigación. Puso también de relieve sus magníficas cualidades humanas, bien acreditadas a lo largo de sus ya antiguas y amistosas relaciones con los geólogos españoles, de modo especial su espíritu de desinteresada colaboración y su caballerosidad sin límites.

La noticia del nombramiento fué acogida con unánime simpatía por todos los geólogos de España. No fué, por tanto, sorprendente que, en el día de la ceremonia, se recibiesen en la Universidad de Granada numerosas y expresivas cartas y telegramas de felicitación y adhesión. Puede asegurarse que, en cierta manera, la Universidad de Granada no solamente tributaba el homenaje en nombre propio, sino también en el de todos los geólogos españoles.

El Instituto Geológico y Minero de España, con el cual el Profesor Fallot viene manteniendo los más cordiales vínculos de amistad y colaboración científica, desde los comienzos de su labor en España, no podía dejar de asociarse muy especialmente al homenaje. Con su representación y la de la Escuela de Ingenieros de Minas, se trasladó expresamente a Granada el Ingeniero D. José L. Pastora, antiguo colaborador del profesor Fallot en sus campañas por tierras de Marruecos.

*Reunión de la «Asociación de Servicios Geológicos Africanos».*

Durante la segunda quincena de julio se celebrará en Leopoldville la reunión de la Asociación mencionada.

Los 11 puntos a tratar son los siguientes:

Informe general de las actividades de la Asociación.

La Geología Africana en el Atlas Internacional del Mundo a 1/10.000.000.

Mapa estructural de Africa.

Mapa metalogénico de Africa.  
Symposium sobre el uranio.  
Comunicaciones de geología minera.  
Geología general o regional del continente africano.  
Symposium sobre hidrología.  
Nomenclatura del Precambriano.  
Propuestas para la reunión de 1960.  
Orientación de los trabajos de la Asociación.

*La gasificación subterránea del carbón.*

Dos grandes países europeos se ocupan en estos momentos en la explotación de las formaciones de carbón, a base de su gasificación subterránea. Uno de los países es la Gran Bretaña, donde se están realizando importantes progresos en su coto minero «Newman Spinney», en el que se siguen dos técnicas diferentes, una por inyección de aire con tubos de acero al cromo, que son causa de frecuentes averías, y la otra por conducción del aire por galerías con aparatos de verificación y mando para regular cantidad y temperatura. Se proyecta montar una factoría piloto de cinco megavatios, de transformación de energía térmica en eléctrica.

El otro país que destaca en la gasificación subterránea es la URSS., por haberse percatado del problema mundial de la escasez de mano de obra en las minas. Este país perfeccionó últimamente sus técnicas a base de emplear oxígeno en lugar de aire, con lo que se logra un gas de condiciones técnicas considerablemente superiores. En dicho país, se proyectan montar tres centrales termoeléctricas a base del gas, una en Tashkent de 100 megavatios, otra en Stalinsk de 400, y la tercera en Jolmogory de 1.400 megabatios.

*La producción en la Comunidad Europea del carbón y del acero.*

Durante los once primeros meses del año 1957, la producción total de carbón en seis de los países de la comunidad, fué de 227,9 millones de toneladas, contra 229,3 en el mismo periodo del año anterior. La de arrabio de 41,2 millones de toneladas contra 39,8, y la de acero bruto de 54,7 frente a 52 millones en los once primeros meses de 1956.

*Factoría para refino de uranio de la OEEC.*

Los 14 países europeos que intervinieron en el grupo de estudio para instalar una factoría de refino de uranio, llegaron a la conclusión de la

posibilidad y necesidad de dicha factoría. Podría preparar uranio natural y enriquecido, con un coste de 15 millones de dólares, una capacidad de tratamiento de 100 toneladas anuales y posibilidad de puesta en marcha en 1961.

*Reserva a favor del Estado de hidrocarburos fluidos en todo el territorio nacional.*

El «B. O. del Estado» de 17 de diciembre de 1957, publica la siguiente Orden del Ministerio de Industria: «Se prorroga por un plazo de seis meses la reserva a favor del Estado de hidrocarburos fluidos en todo el territorio nacional, establecida por Decreto de 12 de diciembre de 1952.

Esta prórroga expirará el 30 de junio de 1958, salvo el caso de que antes de dicha fecha haya sido nuevamente prorrogada.

*Prórroga de la reserva a favor del Estado de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en las provincias de Jaén y Córdoba.*

Por Orden ministerial de 5 de diciembre de 1955 se dispuso la reserva provisional a favor del Estado, para toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en determinada zona de las provincias de Jaén y Córdoba, y por Orden del Ministerio de Industria, a propuesta de la Dirección General de Minas, se ha acordado prorrogar hasta el 31 de diciembre de 1958 dicha reserva provisional de 1955, salvo el caso de que antes de esta fecha no se disponga una nueva prórroga, y que comprende el perímetro que a continuación se expone:

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 Navamorquín; 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; éste, 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.

Durante la vigencia de la reserva seguirán en suspenso el derecho de permisos de investigación y concesiones de explotación para toda clase de sustancias en la zona expresada.

*Reserva provisional a favor del Estado de yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en una zona de la provincia de Cáceres.*

Se reserva con carácter provisional a favor del Estado, toda clase de sustancias en una zona de la provincia de Cáceres, denominada «Cáceres novena», en el término municipal de Torremocha, y que se encomienda a la Junta de Energía Nuclear la investigación en la indicada zona:

Paraje denominado «La Carretona», del término municipal de Torremocha, donde se reservarán 28 pertenencias con el nombre de «Cáceres novena», tomando como punto de partida un mojón de mampostería enlucido con cemento, de forma prismática cuadrada, que termina en remate piramidal y está situado a 118 metros hacia el Norte del cruce de los caminos de Albalá a Torremocha y el de Montánchez a Cáceres, y a una distancia de unos 875 metros aproximados del geodésico Timiebla, en una dirección de 25 g. 40 m. Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes:

Al eje de la chimenea de la casa de Lancha Alta, con un ángulo de 333 g. 14 m. Al eje del punto geológico Timiebla, con un ángulo de 53 g. 440 m. A la arista O. del castillo de Montánchez, con un ángulo de 178 g. 74 m. Desde el punto de partida y en dirección E. 13 g. 80 m. S. y a 154 metros, se colocará la primera estaca, y en dirección N. 13 g. 80 m. E. y a 200 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca y en dirección O. 13 g. 80 m. N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca, y en dirección S. 13 g. 80 m. O. y a 700 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca y en dirección N. 13 g. 80 m. S. se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca y en dirección N. 13 g. 80 m. E. y a 500 metros, se volverá a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de las 28 pertenencias solicitadas.

Todos los rumbos se refieren al Norte verdadero y son centesimales.

La reserva provisional así establecida expirará cuando se haya elevado a reserva definitiva.

*Reserva provisional a favor del Estado de yacimientos de minerales de hierro, plomo, cinc, plata y bario en una zona de la provincia de Almería.*

Por Orden del Ministerio de Industria, de 20 de enero de 1958, se reserva provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales de hierro, plomo, cinc, plata y bario, que pueden encontrarse en los terrenos francos o en los que se produjeran en lo sucesivo en la provincia de Almería, dentro del perímetro, cuya designación es como sigue:

Se toma como punto de partida la veleta de la ermita de Burjuli,

desde donde se traza una línea recta hasta la veleta de la iglesia de Guazamara; desde aquí, una segunda recta hasta el punto de partida de la mina «Tres Pecos», en Sierra de Almagro; desde este punto, una tercera recta hasta la veleta del campanario de la iglesia de Cuevas de Almanzora; desde aquí, una cuarta hasta la veleta de la iglesia de Antas; desde aquí, una quinta recta hasta la veleta de la iglesia de Turre; desde aquí, una sexta recta hasta la veleta de la iglesia de Mójacar; desde aquí, una séptima recta hasta el ángulo N.O. del edificio denominado Cuartel del Cantal; desde aquí, una octava hasta la veleta de la iglesia de Garracha; desde aquí, una novena hasta la veleta de la iglesia de Villaricos y desde aquí, una décima recta hasta la veleta de la ermita de Burjúlú, cerrándose así el perímetro del polígono que comprende la superficie solicitada, suspendiéndose y derecho de petición de permisos de investigación o concesión de explotación a que se refiere el artículo 16 de la citada Ley, siempre que las sustancias interesadas sean las que anteriormente se mencionan.

La reserva quedará libre el 10 de febrero de 1960, y su investigación se encomienda al Instituto Nacional de Industria.

#### *La Comisión Nacional de Geología.*

Ha quedado constituida la Comisión Nacional de Geología, formada por los siguientes miembros.

- D. Alfonso de Alvarado, Ing. de Minas (Presidente).
- Prof. D. Antonio Almela, Ing. de Minas (Vicepresidente).
- Prof. D. Wenceslao Castillo, Ing. de Minas e Ing. Geógrafo.
- Prof. D. Francisco Hernández Pachecho, Dr. en Ciencias.
- Prof. D. Juan M. López de Azcona, Ing. de Minas y Dr. en Ciencias.
- D. José Luis Pastora, Ing. de Minas.
- Prof. D. José M.<sup>a</sup> Ríos, Ing. de Minas.
- Prof. D. Clemente Sáenz, Ing. de Caminos.

Faltan por designar dos Catedráticos de Ciencias Geológicas en representación de las Facultades de Ciencias.

#### *Producción de acero durante 1957.*

La producción de acero alcanzada durante el año 1957, en los seis países de la CECA., alcanzó 60 millones de toneladas, con un incremento de 5,3 por 100 con relación al año anterior, y de 43 por 100 con respecto al año 1952.

Los incrementos en otros países son: Gran Bretaña el 4,8 y 29,4 por 100, respectivamente. Unión Soviética 4,1 y 50 por 100. En los Estados Unidos el aumento con relación al año 1952, sólo fué de 23,8 por 100.

#### *Producción de carbón durante 1957.*

La producción de carbón por los países de la CECA., permaneció inalterable durante el año 1957, o sea que mantuvo la producción de 248 millones de toneladas de 1956, con un aumento de 3,8 por 100 con relación a 1952.

Los incrementos de otros países fueron 10,4 y 16 por 100 con relación a 1956 y 1952 en los Estados Unidos y 8,5 y 43,5, respectivamente, en Rusia.

#### *Aluminio africano.*

Se ha constituido un consorcio de siete países, para montar en el Africa Occidental francesa una factoría para la producción de aluminio, con un coste inicial de 125 millones de libras.

La producción será de 300.000 toneladas anuales de alumina y 150.000 de aluminio, utilizando los yacimientos de bauxita de la cuenca del río Konkuré (Guinea francesa).

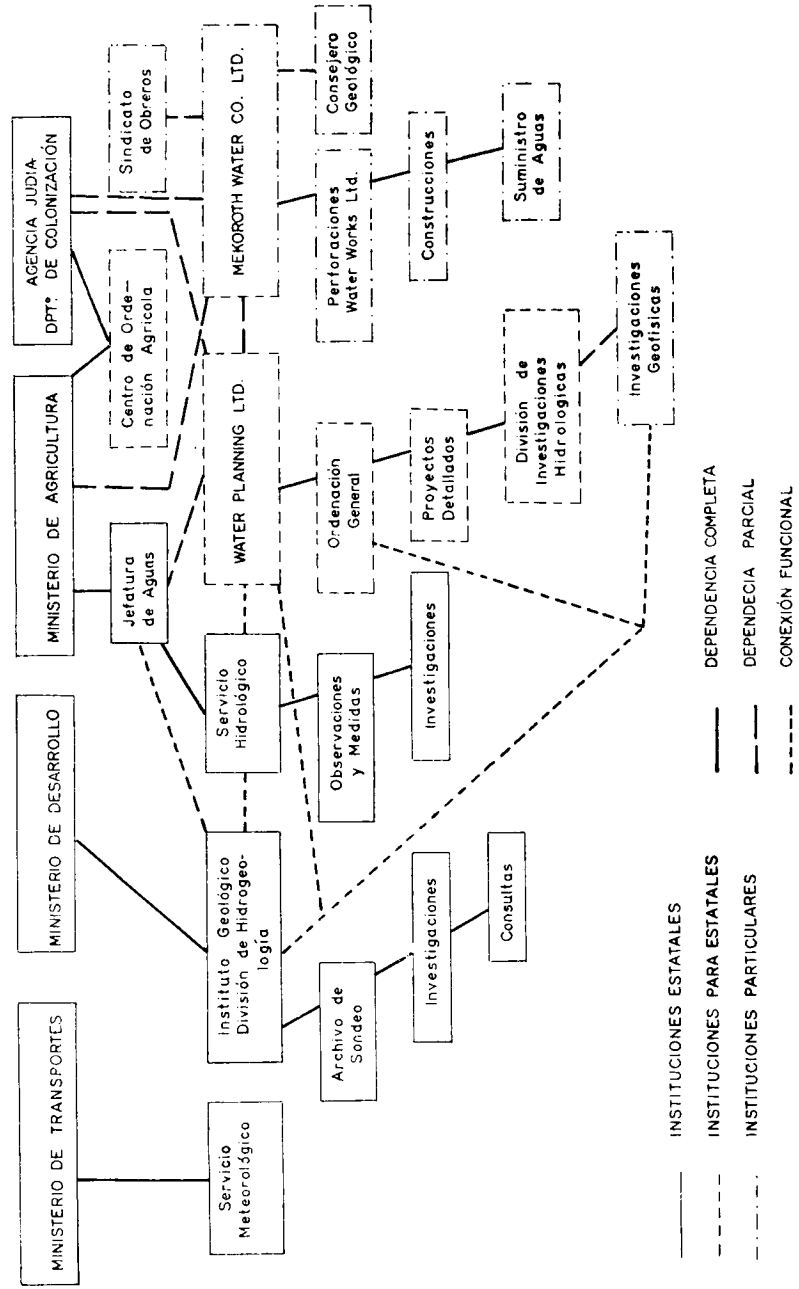
#### *La Dirección del Instituto Geológico.*

Por haber sido designado Vicepresidente del Consejo Superior de Minería, cesó como Director del Instituto Geológico y Minero, el 26 de febrero, D. Alfonso de Alvarado y Medina.

#### *Organización y métodos de prospección geohidrológica en Israel.*

El día 21 de febrero, invitado por el Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas, el profesor Z. H. Shiftan, director adjunto del Servicio Geológico de Israel, director de la Sección de Hidrogeología y profesor de la Universidad de Jerusalén, dió una conferencia acerca de la «Organización y métodos de prospección geohidrológica en Israel».

El conferenciante inició su disertación poniendo de relieve la antigüedad del problema de la búsqueda de aguas subterráneas, tan antiguo como el Génesis, y de interés tan vital en un país tan nuevo y, sin embargo, tan viejo como Israel. Describió los problemas y métodos en el plan



Esquema de la organización y relaciones entre los distintos ministerios y servicios para la prospección, captura y explotación de aguas subterráneas en Israel

teamiento geológico, resolución técnica y explotación industrial y agrícola de los pozos perforados que resolvieron tan importante necesidad.

La organización, que se apoya en una estructura social especialísima y en el hecho de que los agricultores posean la tierra en forma de arriendo a largo plazo, se articula a base de unas comisiones, centros y delegaciones de los distintos ministerios de Transporte, Desarrollo y Agricultura, en conexión con algunas organizaciones paraestatales, como la Water Planning y el Centro de Ordenación Agrícola, dependiendo del Departamento de Colonización de la Agencia Judía. Se incluyen en el esquema, además, los intereses de las compañías particulares que realizan los trabajos y los representantes de los sindicatos obreros.

En cuanto a los métodos científico-geológicos que intervienen en el estudio previo detallado a la perforación de cualquier pozo, el disertante hizo hincapié en el uso de mapas geológicos minuciosos y cortes litológicos y estratigráficos detallados, así como la enorme importancia de los estudios micro-paleontológicos en las determinaciones estraigráficas, al igual que el gran uso de los estudios sedimentológico-petrográficos.

Entre otros métodos también usados, algunos se refieren al conocimiento de los acuíferos regionales y sus características tanto hidrológicas: niveles, caudales, transmisividad, capacidad de reserva hidrológica, etcétera. Además, existe un «libro negro» de todos los sondeos realizados en el país con acopio de datos acerca de las cantidades extraídas, niveles y sus movimientos, que son la base del conocimiento de la existencia y calidad de cada acuífero.

No se hace una perforación sin que se haya tenido su perfil paralelo en una medida geofísica y del Archivo de la Sección Petrolífera del Servicio Geológico, mediante el permiso privado correspondiente; se puede hacer uso de todos los datos eléctrico-gravimétrico sísmico de los trabajos de prospección efectuados por las Compañías petrolíferas.

Esto permite una correlación extensa entre los datos geológicos y geofísicos, que redundan en beneficio de las futuras prospecciones hidrológicas.

Además, existe toda una serie de métodos relacionados con la Sección de Meteorología del Ministerio de Transportes, la División de Hidrología del Instituto Geológico, el Servicio Hidrológico del Ministerio de Agricultura y la División de Investigaciones Hidrológicas del Water Planning, en cuanto al conocimiento de la naturaleza y cotas de los niveles acuíferos, estimación de las áreas de infiltración, coeficientes de escurrimiento, absorción y evaporación, cantidad de precipitación lluviosa, experimentos de lysimetría, lluvia artificial, etc.

Los servicios antes mencionados usan también todas las facilidades y laboratorios científicos de las Universidades y del Centro Weizman de Ciencias Naturales, en cuanto a modelos hidrográficos, métodos geo-



químicos especiales y uso de isótopos y elementos trazadores en las investigaciones hidrologicas.

El profesor Shifan puso de relieve que estos métodos y organización, tal como se articulan hoy en día, son el resultado de muchos años de pruebas, errores, equivocaciones y, finalmente, éxitos. Se han empleado muchas energías y esfuerzos, tanto científicos como financieros, para buscar aguas subterráneas. Mucho se ha perdido y mucho se ha aprendido de las pérdidas y desilusiones, pero como resultado de este tiempo difícil, no hay casi pozos que no den el resultado esperado y no coincidan con las características previstas.

Se refirió después el conferenciante a la actual situación del problema de búsqueda de aguas subterráneas en España, y señaló que es sólo ahora cuando ha empezado a agudizarse la necesidad con las nuevas colonizaciones en las provincias levantinas y andaluzas. No son fáciles las soluciones a los problemas hidrológicos planteados en España, como no lo fueron en Israel, pero el profesor Shifan expresó la esperanza de que contando con el esfuerzo unido de los excelentes profesionales españoles, de probada capacidad, y con la aplicación de los métodos y experiencias extranjeras, se abren al problema hidrológico español magníficas posibilidades.—J. T.

#### *La "Euratom" y el abastecimiento de minerales.*

La Comunidad se reserva un papel muy importante en cuanto al abastecimiento de minerales y materias exindibles, para conseguir una política común basada en la igualdad en el acceso a los recursos.

Se constituirá una agencia, que tendrá derecho de opción sobre todos los minerales y materiales especiales producidos en el seno de la comunidad. Si esta agencia no ejercita tal derecho, los productores pueden transformar estos materiales o venderlos. La agencia se obliga a satisfacer todas las demandas que le sean dirigidas, y cuando éstas superen a las disponibilidades, las satisfará dentro de los límites de lo posible y con un criterio de proporcionalidad.

Se obliga a los Estados miembros a facilitar datos sobre el empleo de los materiales, a depositar los excedentes y a facilitar la labor de los inspectores de la Comisión, con el establecimiento de diversas sanciones.

Motivos técnicos han aconsejado la inmediata creación, en el plazo de un año, de un mercado común de productos nucleares. Los Estados miembros han de abolir todas las restricciones que se opongan a dicho mercado y facilitar el movimiento de capitales destinados a financiar las empresas nucleares.

## Notas informativas

*Hoja núm. 816. Castalla.*

Está situada la hoja de Castalla en la parte septentrional de la provincia de Alicante.

Comprende un país de orografía variada, con alineaciones montañosas que atraviesan la zona de Este a Oeste. El centro de la hoja está ocupado por una depresión en la que se asientan los pueblos de Castalla, Ibi y Onil.

Afloran, en el interior de la hoja de Castalla, los siguientes niveles estratigráficos:

**TRIÁSICO.**—*Keuper*: Arcillas abigarradas, con cuarzos hematoides. Yesos, blancos y grises. Areniscas ferruginosas micáceas.

*Suprakeuper*: Débil espesor de calizas grises, dolomíticas. No afloran coniolas.

**CRETÁCEO.**—*Neocomiense*: Arcillas y margas arcillosas con abundantes fósiles.

*Barrenense*: Areniscas y arcillas arenosas, coronadas por débil espesor de calizas sabulosas.

*Aptense*: Potente espesor de calizas en bancos bien definidos, alternando con capas margosas

*Albense*: Calizas y margas en facies marina.

*Cenomaneuse*: Margas y calizas margosas, en débil espesor y con algunos restos fósiles.

*Turonense*: Calizas compactas, en ocasiones dolomíticas y, en general, azoicas.

*Senonense*: Potentes calizas cristalinas de tonos claros, fosilíferas, alternancias de margas y calizas margosas tableadas.

**EOCENO.**—*Luteciense inferior*: Margas sabulosas amarillas, con frecuentes nummulites.

*Luteciense superior*: Potente serie de calizas nummulíticas alternando con calizas azoicas.

**MIOCENO.**—*Aquitaniense*: Formación detritica con conglomerados y areniscas. En general, soporta la base del Burdigalense.

*Burdigalense*: En la base, areniscas y molasas blancas de grano fino. A continuación, serie, en general, potente de margas grises y blancas que constituyen el «tap». En la parte superior, molasas y calizas arenosas.

*Helveciense*: Calizas arenosas conchíferas, areniscas y molasas con pecten. Caliza de lithotaunium.

*Sarmatiense-Tortonense*: Arcillas y margas arcillosas ocreas, sobre el «tap».

*Pontiense*: Arcillas y margas arcillosas. En lugares aislados, caliza lacustre, y en ocasiones, margas yesíferas.

CUATERNARIO.—Depósitos diluviales y tierras de labor; aluviones en las ramblas de los ríos.

La disposición y extensión de las diferentes manchas es muy irregular. Predominan en extensión las formaciones cretáceas y cocenas.

La tectónica de la zona que hemos estudiado es en extremo compleja.

Encontramos, en primer lugar, los pliegues cretáceos, cuya orientación varía de N.-70-E. a N.-35-E. De Oeste a Este y Norte a Sur encontramos el anticlinal de la Sierra de La Villa y San Cristóbal, el de la Sierra de la Fontanella y la estructura compleja de la Sierra de Castalla. En el borde Sur oriental de la hoja penetra el anticlinal cretáceo de la Sierra de Sebol.

Los pliegues eocenos están corridos en parte sobre el Burdigalense y el Cretáceo. En un capítulo de la Memoria nos ocupamos de determinar la edad y magnitud de estos corrimientos.

Los pliegues más importantes que afectan al Eoceno son el anticlinal, volcado hacia el Norte, de la Sierra de Peñarrubia; el sinclinal de la Sierra de Onil y el anticlinal complejo de la Sierra de Ibi. En el extremo oriental de la hoja se encuentra el sinclinal asimétrico de Peñarroya.

La depresión de Castalla constituye una cubeta rellena por depósitos miocenos y cuaternarios.

Una serie de asomos de Keuper, gran parte de ellos extrusivos, modifican y complican esta disposición general, que se ve asimismo afectada por múltiples fracturas, las más importantes de las cuales aparecen representadas en los mapas y esquemas que acompañan a esta Memoria.

Resulta, además, un problema muy interesante el determinar las relaciones de estos elementos tectónicos locales con los más generales de la tectónica regional, y de ellos nos ocupamos en el capítulo correspondiente.

Como síntesis, podemos adelantar que pertenece la hoja a la Región situada inmediatamente al Norte de las cadenas Béticas, y que se ve por lo tanto afectada por las características tectónicas de aquéllas.

En otros capítulos de la Memoria nos ocupamos de la crítica de los antecedentes geológicos y del estudio de la hidrología subterránea, y de la minería local, que carece de importancia.

Hoja núm. 695. Liria.

La hoja de Liria está situada en la provincia de Valencia, al NO. de la capital.

Comprende un país de orografía variada, con una zona oriental baja y muy cultivada, en la que se agrupan los núcleos de población, vías de comunicación, industrias, etc., y una zona occidental muy montañosa, inaccesible por carretera en su mayor parte, y muy poco poblada.

Allora en la zona la serie estratigráfica siguiente:

CUATERNARIO.—Tierras arcillo-sabulosas. Travertinos calizos. Depósitos aluviales en ramblas y terrazas.

MIOCENO.—*Pontiense*: Caliza lacustre. Mioceno Superior. Indiferenciado: Arcillas y margas sabulosas. Facies roja: Conglomerados, arenas y arcillas en facies detrítica.

CRETÁCEO.—*Neocretáceo*: Calizas cristalinas azoicas posiblemente del Albense al Turonense.

*Eocretáceo*: Aptense. Calizas y margas fosilíferas. Conglomerados. Facies Wealdense. Arcillas plásticas. Arenas caoliníferas.

JURÁSICO.—*Malm*: Calizas cristalinas muy poco fosilíferas.

*Dogger*: Calizas tableadas. Calizas margosas. Margas grises fosilíferas.

*Lias*: Margas amarillas. Margas sabulosas. Calizas tableadas fosilíferas. Caliza de crinoides.

*Suprakuuper* y *Rético*: Calizas dolomíticas azoicas. Dolomías y carniolas.

TRIÁS.—*Keuper*: Arcillas abigarras, saliníferas y yesíferas. Yesos.

*Muschelkalk*: Calizas dolomíticas y dolomías tableadas.

*Bunt-sandstein*: Areniscas y arcillas.

La disposición tectónica de estas series es compleja. Predominan tres anticlinales ibéricos, que enlazan con un pliegue complejo Norte-Sur. Existen roturas y asomos diapíricos que modifican esta disposición general.

En el capítulo correspondiente de la Memoria descriptiva de la Hoja de Liria, se describen estos accidentes tectónicos y se estudia su enlace con los elementos tectónicos regionales.

Se estudian también la historia geológica de la región y su orogenia.

La hidrología subterránea adquiere en esta zona considerable importancia, a causa del valor que en ella tiene el agua para riegos.

Se estudian, en el capítulo destinado a la hidrología subterránea, las características hidrológicas de las series estratigráficas que aquí afloran, y el posible emplazamiento de labores de captación.

Entre las explotaciones mineras, tienen cierta importancia las que extraen las arcillas y arenas caoliníferas del Wealdense.

Existen también canteras de yeso y piedra caliza.

Notas bibliográficas

## CRIADEROS

HOBART, E. SOKING y LINCOLN, R. PAGE: *Natural occurrence of uranium in the United States*. «Geol. Survey». Prof. paper 300, 3 a 12. 1956.

La distribución de la producción de uranio en los Estados Unidos es 61,4 por 100 de la Meseta del Colorado de la formación Morrison del Jurani, 36 por 100 los conglomerados de Chinle del Triásico, 5,8 por 100 de la formación de Shinarump del Triásico, 6,8 por 100 de diversas procedencias del Terciario, Mesozoico y Paleozoico.

Consideran en varios capítulos su presentación en rocas ígneas, filones, sedimentos terrestres, rocas clásticas, precipitados químicos, carbones sedimentos marinos y en los petróleos y asfaltos.

Como conclusión más aceptada sobre el origen del uranio, es la de epigenético, con una u otra modificación en los minerales que hoy se explotan; las pequeñas manifestaciones son en gran parte singenéticas.—L. F.

H. SANSELME y J. C. ZEGERS: *Découverte et mise en valeur du gisement d'uranium de l'Ecarpière (Loire-Atlantique)*. «Annales des Mines», 623 a 648, octubre 1957.

Se consagra un lugar extenso al desarrollo de los trabajos que se han proseguido desde el momento de su descubrimiento, tanto subterráneos como en la superficie. Se hace hincapié respecto a los métodos y procedimientos diversos cuya aplicación simultánea ha permitido obtener un conocimiento rápido del yacimiento y proyectar las nuevas prospecciones. La descripción del yacimiento queda limitada a los aspectos de superficie y profundidad media, en las secciones ya conocidas por trabajos de minería, eliminando los aspectos particulares atravesados por los sondeos de ampliación. Una monografía completa será acometida con una publicación ulterior.

El yacimiento de la Ecarpière se presenta en contacto de regiones y terrenos de un gran contraste. Ciertas correlaciones precisas se establecen entre la tectónica local y los movimientos regionales que han afectado a la cordillera primaria de Vendée.

Este yacimiento, descubierto en 1952, se conoce con bastante precisión, por haber simultaneado con los procedimientos geológicos clá-

sicos, llevados hasta el final de las posibilidades lógicas y naturales, de los criterios físicos del terreno: los estudios de radiactividad bajo todas sus formas, resistividad, susceptibilidad magnética, etc. La aplicación racional de las excavaciones y sondeos ha permitido llevar hasta muy lejos las previsiones de los especialistas en geología minera. Consecuentemente, se han facilitado en gran proporción los reconocimientos preparatorios y la concepción de las instalaciones mineras.

En el estado actual de los trabajos, las formaciones mineralizadas se presentan en forma compleja, son, como facies principales: conglomerados potentes y ricos; filones bastante rectilíneos, pero irregulares, dispuestos en masa entrelazada; venillas finas e irregulares, pero ricas. El conjunto está afectado por una tectónica potente, derivada del contacto entre el granito y los terrenos metamórficos.

La explotación del yacimiento se prosigue con método, y en el artículo se describen los procedimientos de investigación, reconocimiento, preparación y extracción, a los cuales se superpone una verificación geológica precisa y constante. También se da un resumen de la maquinaria empleada, así como del personal necesario.

En conclusión, el yacimiento de la Ecarpière parece susceptible de evolucionar aún, con amplias perspectivas de porvenir.—J. F.

## GEOLOGIA

BÜLOW, DR. K. VON: *Geología para todos*. Trad. esp. de J. Gómez de Llarena. Ed. Labor, Barcelona. 349 págs., 220 figs.

La obra de geología que ahora nos presenta en traducción la Editorial Labor llamó la atención, desde un principio, por la profusión y la claridad de sus ilustraciones y la originalidad de muchas de ellas.

Es, además, la obra de un enamorado de la ciencia geológica que desea propagar con sincero entusiasmo su fervor por ella. Se trata, por consiguiente, de una obra de divulgación, pero a un nivel lo suficientemente alto como para constituir una sólida base de partida para posterior ampliación de conocimientos.

Tras explicar, en un apartado, la finalidad y estructura de las ciencias del suelo, pasa a exponer en otro cuál es la posición del individuo ante los problemas geológicos, con objeto de aclarar cuál sea la lógica del razonamiento geológico y cuán lógico y normal es el mismo. Expone en forma atractiva el mecanismo mental del geólogo, así como también las bases fundamentales del mecanismo material, o sea la forma de operar, de registrar las observaciones y de aprovecharlas.

En un tercer apartado, y con objeto de encuadrar las posteriores enseñanzas dentro del esquema funcional de la geología, expone a grandes rasgos los principios y mecanismos fundamentales de la ciencia.

En el cuarto apartado desarrolla las enseñanzas acerca de las acti-

vidades de las fuerzas conformadoras de la Naturaleza, en la forma clásica: primero, las externas, destructoras; luego, las externas, constructoras, y, finalmente, las internas, conformadoras.

En el quinto apartado expone someramente la índole de los materiales sobre los que actúan estas fuerzas, y que constituyen la corteza terrestre.

Finalmente, expone las diversas etapas de la historia de la corteza terrestre, en sus materiales inanimados y animados.

Hay un breve apéndice en que se apuntan las diversas directrices de la geología como ciencia aplicada.

Un índice alfabético facilita la consulta de la obra en materias aisladas y concretas.

La traducción es elegante y correcta, como todas las del profesor Gómez de Llarena, que, además, ha enriquecido el texto con referencias a temas y ejemplos españoles, lo que permite traer a la mente del lector español cosas vistas por él mismo; así como con una rica colección de fotografías muy bellas y escogidas, también referentes a nuestro suelo.

La edición es cuidada. Es lástima que no se haya podido conservar el formato de la edición alemana, lo que ha obligado a reducir el tamaño de algunas ilustraciones, pero también es cierto que el de la edición española es muy cómodo, y quizá esta ventaja compensa aquel inconveniente.

Pierden, sobre todo, en vistosidad las bellas ilustraciones de línea de la edición original, pero no en claridad, ya que la edición española está cuidadosamente impresa.

Es, en resumen, una obra que agradecerán todos los que sienten entusiasmo por la geología e interés por la difusión de sus conocimientos.—J. M. R.

## GEONUCLEÓNICA

F. BEGEMANN, J. GUSS Y D. C. HESS: *Radiation Age of a Meteorite from Cosmic-Ray-Produced He<sup>3</sup> and H*. «Phys. Rev.», CVII, 540 a 42, 15 de julio de 1957.

El tritio y He<sup>3</sup> contenidos en el petrolito de Norton County fué medido. En el tiempo de su caída (1948) la actividad de tritio en dos fragmentos diferentes fué  $(0.28 \pm 0.02)$  y  $(0.25 \pm 0.02)$  desintegraciones  $\text{mm}^{-1} \text{g}^{-1}$ . La medida del He<sup>3</sup> contenido por g. fué respectivamente  $(2.27 \pm 0.11)$  y  $(2.35 \pm 0.11) \times 10^{-6} \text{cc STP}$ . Se hicieron experimentos que indican que no hubo pérdida apreciable de He<sup>3</sup>. La cantidad de He<sup>3</sup> acumulada y el tritio producido dan una edad aparente de irradiación He<sup>3</sup>-H<sup>3</sup>

de 420 y 480 m. de a. respectivamente, mientras que la edad  $A^{40} - K^{40}$  es  $4.400 \begin{smallmatrix} +640 \\ -740 \end{smallmatrix}$  m. de a. Se discuten estas diferencias de edad tan considerables.—L. DE A.

SARAH DEUTSCH: *Ages des Halos pléochroïques de la granodiorite de Lausitz*. «Experientia», XIII, 300 a 314, agosto 1957.

Por un estudio cuantitativo de las aureolas pleocroicas de las biotitas, deduce una edad para la granodiorita de Lausitz, en comparación con el granito de la isla de Elba, de  $280 \pm 150$  m. de a. La granodiorita es caledoniana o hercíniana.—L. de A.

O. HIEKE MERLIN, E. PICCIOTTO y S.: *Etude photographique de la distribution de la radioactivité dans la granodiorite de l'Adamello*. «Geochimique et Cosmochimique Acta», XI págs., 171-188, año 1957.

La granodiorita de Adamello (Italia) muestra una distribución de la radiactividad similar a la que se encuentra en las rocas graníticas. Esta distribución es caracterizada por su heterogeneidad. Más del 95 por 100 de esta actividad se concentra en los minerales accesorios, los cuales ascienden a 0,1 por 100 del volumen de la roca. La mayor parte de los minerales accesorios activos son 100.000 veces más activos que los minerales esenciales.

En algunos casos, más del 90 por 100 de la radiactividad aparentemente unida a los minerales esenciales es, en realidad, debida a las inclusiones microscópicas de los accesorios. El aparente enriquecimiento en uranio y thorio de los minerales ferro-magnesianos, indicado por varios autores, es debido a la abundancia de inclusiones radiactivas en esos minerales y no a la sustitución por uranio y thorio de ciertos elementos de su red cristalina.

Muchas inclusiones radiactivas han sido establecidas. Su uranio y thorio contenido excede del 10 por 100. Su identificación exacta no es posible; no obstante, éstas son buenas razones para creer que los más activos son la uraninita y la torbernita.

La allanita es el más activo entre los accesorios comunes; emite  $0.47 \alpha/\text{cm}^2 \text{ seg.}$  correspondiente a un contenido en uranio de 0,16 por 100. Por el siguiente orden de decrecimiento de la actividad aparece la titanita, zircón, epidota y apatito.

La «actividad real» de los minerales esenciales cuarzo, feldespato y biotita es del orden de  $3,10^{-5} \alpha/\text{cm}^2 \text{ seg.}$ , la cual correspondería a una concentración de uranio del orden de  $10^{-7} \text{ g/g.}$  Las granodioritas de Adamello no han manifestado alguna concentración de radiactividad en los espacios intercrystalinos.

Se discuten las afinidades entre la intensidad de las aureolas pleocroicas y la actividad de las inclusiones que las producen.—L. F.

## GEOQUIMICA

KAPUSTINSKI, A. F.: *A Geochemical Hypothesis of the Earth's Structure*. «Nature», CLXXX, 1.245 y 46, 7 de diciembre de 1957.

Considera anticuado el modelo de Golschmidt de considerar la tierra como el contenido fundido de un horno con estructura zonada. Las razones que da son: las propiedades de la materia permanecen constantes sólo en la corteza terrestre, pero tanto las físicas como las químicas cambian, al ser sometida a cientos de miles de atmósferas. La otra razón es que la tierra no se puede considerar como homogénea, existiendo geozonas con diferentes propiedades físicas, a las que no se puede aplicar las leyes periódicas de Mandeleeff ni el principio de exclusión de Pauli.

La variación de los elementos la considera en la «periesfera» con profundidades de 60 a 120 km.; le sigue la «interesfera» hasta los 2.000 km. con átomos con propiedades químicas diferentes, y a ésta le sigue la «centriesfera» que es una región de átomos «comprimidos» a la que corresponden presiones  $> 1.400.000$  atm. En ésta los átomos están en estado metalizado, o sea, la materia la constituyen los núcleos atómicos sumergidos en un plasma electrónico homogéneo, al que denominan «cero químico» con elevadas conductividades eléctrica y térmica.—L. DE A.

B. YU LEVIN, S. V. KOZLOVSKAIA y A. G. STARKOVA: *Srednii khimicheski Sostav meteoritov*. «Meteoritika», XIV, 38 a 53, 1956.

Un estudio crítico de los datos de la composición química media de los meteoritos revela muchas series de errores debidos a muestras no representativas, resúmenes incorrectos, métodos analíticos, teorías mal concebidas, tales como la «fase sulfurosa» de la sustancia meteorítica.

Algunos errores importantes en los cálculos de la relación metal-piedra, de la publicación de Chirvinskii de los meteoritos recopilados de 1942 a 1950, fueron encontrados por un nuevo estudio de sus manuscritos en la Academia.

Por tanto, la dispersión y abundancia de los elementos en la sustancia meteorítica son inciertos y las teorías de su origen no están bien establecidas.

Se reproduce la tabla que dan de la composición media de la materia meteorítica por ciento.

Li.... $3 \cdot 2 \times 10^{-4}$	Ga.... $8 \times 10^{-4}$	Nd.... $3 \times 10^{-5}$
Be.... $0 \cdot 9 \times 10^{-5}$	Ge.... $(4 \times 10^{-3})$	Sm.... $1 \times 10^{-4}$
B..... $2 \cdot 6 \times 10^{-4}$	As.... $7 \times 10^{-3}$	Eu.... $3 \times 10^{-5}$
C..... $4 \cdot 4 \times 10^{-2}$	Se.... $9 \times 10^{-4}$	Cd.... $1 - 6 \times 10^{-4}$
N..... $(1 \times 10^{-4})$	Br.... $(2 \cdot 2 \times 10^{-3})$	Tb.... $5 \times 10^{-5}$
O..... 34 \cdot 6	Rb.... $8 \times 10^{-4}$	Dy.... $2 \times 10^{-4}$
F..... $4 \times 10^{-3}$	Sr.... $2 \cdot 2 \times 10^{-3}$	Ho.... $6 \times 10^{-5}$
Na.... 0 \cdot 7	Y..... $5 \times 10^{-4}$	Er.... $1 \cdot 7 \times 10^{-4}$
Mg.... 13 \cdot 9	Zr.... $9 \times 10^{-3}$	Tu.... $3 \times 10^{-5}$
Al.... 1 \cdot 4	Nb.... $9 \times 10^{-3}$	Yb.... $1 \cdot 6 \times 10^{-4}$
Si.... 17 \cdot 8	Mo.... $5 \times 10^{-4}$	Lu.... $5 \times 10^{-5}$
P..... 0 \cdot 16	Ru.... $2 \times 10^{-4}$	Hf.... $8 \times 10^{-5}$
S..... 2 \cdot 0	Rh.... $6 \times 10^{-5}$	Ta.... $3 \times 10^{-5}$
Cl.... 0 \cdot 08	Pd.... $5 \times 10^{-5}$	W.... $1 \cdot 7 \times 10^{-3}$
K..... 0 \cdot 09	Ag.... $5 \times 10^{-5}$	Re.... $1 \cdot 8 \times 10^{-7}$
Ca.... 1 \cdot 6	Cd.... $2 \times 10^{-4}$	Os.... $1 \cdot 1 \times 10^{-4}$
Sc.... $5 \cdot 7 \times 10^{-4}$	In.... $2 \times 10^{-5}$	Ir.... $6 \times 10^{-5}$
Ti.... 0 \cdot 07	Sn.... $2 \times 10^{-3}$	Pt.... $3 \times 10^{-4}$
V..... $8 \times 10^{-3}$	Sb.... $4 \times 10^{-5}$	Au.... $2 \cdot 6 \times 10^{-5}$
Cr.... 0 \cdot 25	Te.... $1 \cdot 4 \times 10^{-5}$	Hg.... $(0 \times 10^{-5})$
Mn.... 0 \cdot 20	I..... $1 \times 10^{-4}$	Th.... $(1 \cdot 4 \times 10^{-5})$
Fe.... 25 \cdot 6	Cs.... $8 \times 10^{-6}$	Pb.... $(2 \cdot 7 \times 10^{-4})$
Co.... 0 \cdot 09	Ba.... $7 \times 10^{-4}$	Bi.... $(1 \cdot 6 \times 10^{-5})$
Ni.... 1 \cdot 4	La.... $2 \times 10^{-3}$	Ra.... $(1 \cdot 7 \times 10^{-12})$
Cu.... $(4 \times 10^{-3})$	Ce.... $2 \times 10^{-4}$	Th.... $2 \times 10^{-5}$
Zn.... $2 \times 10^{-3}$	Pr.... $8 \times 10^{-5}$	U..... $5 \times 10^{-6}$

Por descartar el concepto de fase sulfurosa y por la reinterpretación de los datos útiles, se llegó a que la verdadera relación piedra-metal en la sustancia meteorítica es de 6/1, y su densidad, 3.6 (poco diferente de la mensidad media de la Luna).

Los nuevos cálculos muestran que el Ga, Br, Rb, In y Tl son más que el doble con relación a los aceptados anteriormente, y son menos de la mitad los valores de Be, K, Sc, Ti, V, Cu, Zn, Ge, Se, Sr, Y, Nb, Ru, Pd, Ag, Sn, Ba, Sm, Ta, Pb, Ra, Th, U.—L. F.

R. S. YOUNG: *The geochemistry of cobalt*. «Geochim. et Cosmo. Acta», XIII, 28 a 41, 1957.

El cobalto se encuentra en las rocas entre 0.2 y 250 p. p. m. y su contenido es mayor en las primeras fracciones de cristalización de las rocas ígneas. En los minerales se aprecia una variación amplia en el con-

tenido en cobalto, desde menos de 10 p. p. m., en muchos sulfuros, a cerca de 8 por 100 en minerales ricos del Congo Belga. Los terrenos de cultivo suelen tener de 0.1 a 430 p. p. m. de cobalto. Los pocos datos sobre la existencia de este elemento químico en las aguas indican una magnitud del orden de 0.0001 a 13.8 p. p. m. Los meteoritos suelen contener de 0.005 a 1.6 de cobalto.—L. F.

SAYED A. EL WARDANI: *On the geochemistry of germanium*. «Geochimique et Cosmo. Acta», XIII, 5 a 19, 1957.

Los valores de Goldschmidt para el contenido en germanio son de 55 p. p. m. y de 7 p. p. m., según se trate de todo el cosmos o de la corteza terrestre, los cuales son reducidos por las investigaciones del autor a 10 p. p. m. y 1 p. p. m., respectivamente.

El germanio contenido en los sideritos varía de menos de 1 p. p. m. a 500 p. p. m. Las condritas son totalmente uniformes desde el punto de vista de su contenido en germanio, las cuales pueden variar de 6 a 12 p. p. m. El contenido en granitos, basaltos y gabros es corrientemente del orden de 1 p. p. m., y los manantiales termales están casi exentos de germanio. Comparando la tendencia del germanio a desprenderse con otros elementos, hace que se le considere en el grupo de los menos volátiles.—L. F.

E. K. GERLIN y K. G. RIK: *Sovremennoe Sostoianie opredelénia Vózrasta jmeteoritov*. «Meteoritika», XIV, 56 a 61, 1956.

El método del helio no está bien indicado para el problema de la medida de la edad de los meteoritos, dado que el  $He^3$  y  $He^4$  desarrollado en los meteoritos es consecuencia de la radiación cósmica, mientras que casi todo el helio radiogénico es prácticamente  $He^4$ . Aunque  $H^3/He^4$  es prácticamente 1.3 para el helio cósmico; por suposición, éstas no son pruebas directas de la validez de esta relación y se aprecian diferencias considerables entre los resultados obtenidos por los métodos del He y del Ar. Los petrolitos siempre son más antiguos que los meteoritos hierro-níquel.

El método del argón parece ser el más indicado para los petrolitos. Su desarrollo, no obstante, muestra que las condritas recristalizadas o alteradas son más jóvenes que las inalteradas, salvo algunas excepciones. La datación de condritas alteradas puede tomarse como una indicación del tiempo transcurrido desde la última alteración. Por el método del argón, la sustancia meteorítica parece haberse solidificado a lo menos hace  $4$  ó  $4.5 \times 10^6$  m. de a., y, en consecuencia, la edad del sistema solar debe considerarse, como mínimo, como de esta edad.

El método del plomo, aplicado a la composición isotópica del Pb



en los meteoritos dió resultados prometedores. Las curvas de  $Pb^{206}$ ,  $Pb^{207}$ ,  $Pb^{208}$ , en los diagramas de tiempo composición isotópica, cruzan las curvas de Vinogradov para la corteza terrestre en los siguientes puntos: 4.3, 4.5 y 4.7 miles de millones de años. Por caminos independientes, y para la corteza terrestre, la acumulación de plomo radiogénico es acelerada rápidamente hace  $4.9 \times 10^9$  a. La extrapolación del  $Pb^{207}$  en el punto de tiempo cero sugiere  $7.5 \times 10^9$  para la edad de los elementos químicos.

Dice que los datos de la comunicación deben considerarse como una tentativa, así como sus conclusiones.—L. de A.

#### MINERALURGIA

JESSE, C. JOHNSON: *Nuclear fuel for the world power program*. «Geol. Survey», Prof. Paper 300, 13 a 15, 1956.

La producción de uranio alcanzó tal importancia, que es suficiente para un amplio programa mundial de potencia nuclear. Las reservas de las naciones occidentales son de uno a dos millones de toneladas de uranio, con un costo de \$30 por libra de concentrados de elevada riqueza. Una reserva considerable en esquistos y fosfatos se puede explotar a \$50 la libra. El costo del beneficio puede variar de 5 a \$15 por tonelada. El cambio iónico fué la primera aplicación industrial para la recuperación del uranio y la extracción solvente por valoración en cualquier ácido o álcali constituyen el principal proceso de extracción.—L. F.

#### NUCLEÓNICA

E. PICCIOTTO y S. WILGAM: *Mesure du thorium à l'échelle du milli-microgramme*. «Anal. Chim. Acta», XVI, 530 a 540, junio 1957.

El torio en solución se mide por los impactos de las partículas  $\alpha$  formados, en las emulsiones fotográficas nucleares, a partir del  $Rd\ Th$ . La técnica descrita permite detectar el  $Rd\ Th$  en equilibrio con  $10^{-9}$  g de torio, contenido en un volumen de algunas centésimas de ml., coexistiendo con todas las otras medidas estables o radiactivas. La precisión se limita principalmente por las fluctuaciones estadísticas del número de semideintegraciones; los errores experimentados son del orden de  $\pm 3$  por 100.

Han verificado el método con soluciones patrón. Las técnicas experimentales, la difusión del torón y la interferencia del  $Rd\ Ac$  se discute con detalle. L. de A.

K. S. QUISENBERRY, C. F. GIESE y S. L. BENSON: *Atomic Masses of  $H^1$ ,  $C^{12}$  and  $S^{32}$* . «Phys. Rev.», CVII, 1.664 a 67, 15 de septiembre de 1957.

Con el espectrógrafo de masas de 16 pulgadas y doble foco de Minnesota, se han determinado las masas siguientes:

$$H^1 = 1.008 \cdot 1.451 \pm 2$$

$$C^{12} = 12.003 \cdot 8.156 \pm 4$$

$$S^{32} = 31.982 \cdot 2.388 \pm 9$$

L. DE A.

#### PROSPECCION

HELEN L. CANNON: *Description of indicator plants and methods of botanical prospecting for uranium deposits on the Colorado Plateau*. U. S. Geol. Survey Bull., 1030, M, 123 P., 1957.

Dos métodos de prospección botánica para criaderos uraníferos son usados en la Meseta del Colorado en prospecciones en regiones semiáridas, para reconocer minerales en profundidades del orden de 70 pies. Por un método consistente en tomar muestras de las puntas de las ramas, las cuales son analizadas por su contenido de uranio. Generalmente, más de una parte por millón de uranio en las cenizas indican tierra favorable para futuras exploraciones geológicas. El segundo método consiste en representar en el mapa las plantas indicadoras, y se usa en zonas semiáridas de la meseta de altitud baja. La distribución de las plantas indicadoras es verificada por la valoración de los constituyentes químicos del mineral, tales como selenio, azufre y calcio. Plantas del género *Astragalus* son más aptas en descubrimientos de criaderos de uranio con alto contenido de selenio; plantas del género *Allium* y *Eriogonum* son más usadas como indicadoras de criaderos con un contenido alto de azufre. Cincuenta plantas indicadoras comúnmente asociadas con criaderos de carnotita y plantas propias de suelos mineralizados se describen e ilustran.—L. F.

## 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 ... ..	75
Agotados números 1, 10, 11, 12, 15, 21, 22, 23, 38, 39, 43, 44, 45, 48, 50 y 56	
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada número ... ..	40
Agotados números 1, 8, 9, 10, 13 y 19.	
MEMORIAS	
GEOFÍSICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. To- mos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º, cada uno ... ..	240
Idem, íd. Tomo 5.º ... ..	150
CRIADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia ... ..	40
Idem de Asturias ... ..	40
Idem de Galicia. Tomos 1.º y 2.º agotados ... ..	40
Idem de Galicia. Tomo 3.º (dos fascículos cada uno) ... ..	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba ... ..	75
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda ... ..	50
Monografía de las melanopsis ... ..	50
Conchas bivalvas de agua dulce ... ..	50
Memoria del Uranio (agotada) ... ..	50
El petróleo ... ..	50
Cuenca del Alto Tajo. Alcalá de Henares ... ..	50

	Ptas.
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas) ...	150
Reservas mundiales de pirritas (dos volúmenes) ... ..	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes) ... ..	75
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno) ... ..	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a esca- la 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológi- co y Minero de España ... ..	20
El Cretáceo en España ... ..	75

## 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 ... ..	40
Minas de Almadén (francés) ... ..	40
Isla de Mallorca ... ..	40
Sierra de Guadarrama ... ..	40
Aranjuez ... ..	40
Asturias (sólo en francés) ... ..	40
Sierra Morena-Llanura Bética ... ..	40
Despeñaperros ... ..	40
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla ... ..	40
Idem íd. Madrid-Iruín ... ..	40

## BOLETINES DE SONDEOS.

Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo ... ..	30
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem ... ..	30
Tomo 3.º (fasc. 1.º) ... ..	30

## MAPA GEOLOGICO

## CARTOGRAFÍA.

Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado) ... ..	75
Idem íd., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955 ... ..	250
Idem íd., hojas sueltas, cada hoja ... ..	100
Idem íd., escala 1:400.000 (cada hoja) ... ..	20
Idem íd., nueva edición (cada hoja) ... ..	30

	Ptas.
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno ... ..	75
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 ... ..	20
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000... ..	40
Idem Vulcanológico ... ..	40

## MEMORIAS.

Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.00 ... ..	75
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) ... ..	50
Memoria provincial de Lérida y Huesca ... ..	75
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	20
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000. Gijón-Oviedo ... ..	30
Catálogo ... ..	15

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

PARA LAS LIBRERÍAS.—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.
Estudio mineralógico de una «tierra blanca» de Zarza de Alanje (Badajoz), por J. L. MARTÍN VIVALDI y C. DEL PINO VÁZQUEZ. ... ..	3
Alumbramiento de aguas en Embid de Ariza (Zaragoza), por JOSÉ MESEGUER PARDO ... ..	23
Ensayo bioestadístico sobre la fauna cuaternaria del NE. de España, por JAIME DE PORTA ... ..	31
Localización del Gothlandense en la Hoja de Sallent (Huesca), por R. CANO ALONSO, J. PASCUAL GARCÍA y F. PÉREZ SILVA ... ..	53
Aspectos geológicos de la reciente explosión subterránea atómica en Nevada, por E. B. ECKEL, C. B. READ, W. H. DIMENT y E. DOVROVOLNY ... ..	63
Historia estructural del ángulo SE. del núcleo paleozoico de las montañas astures, por L. U. DE SITTER ... ..	73
Notas sobre prospección minera, por ANTONIO DUE ROJO, S. I. ... ..	98
Memoria acerca de la organización y resultados logrados en el Tercer Campamento para prácticas de Geología «Panticosa 1957», por JOSÉ MARÍA RÍOS... ..	125
Noticias ... ..	135
Notas informativas ... ..	149
Notas bibliográficas:	
Criaderos ... ..	157
Geología... ..	158
Geonucleónica ... ..	159
Geoquímica... ..	161
Mineralogía ... ..	164
Nucleónica ... ..	164
Prospección ... ..	165
Instituto Geológico y Minero de España ... ..	167