

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL



BOLETIN GEOLOGICO

VOL. V

SEPTIEMBRE — DICIEMBRE 1957

NUMERO 3

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

JORGE OSPINA DELGADO
MINISTRO

EDUARDO GALVEZ ABELLO
SECRETARIO GENERAL

FERNANDO PABA SILVA
GEOLOGO DIRECTOR
DEL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

BOLETIN GEOLOGICO

VOLUMEN V SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 1957 NUMERO 3

C O N T E N I D O

	Páginas
ROBERTO WOKITTEL. — Problemas de la Geología Económica de Colombia. Informe número 1242	7
ROBERTO WOKITTEL. — Bosquejo geográfico y geológico de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá (con 2 figuras). Informe número 1193	29
ROBERTO WOKITTEL. — La formación cuprífera de la Serranía de Perijá (Intendencia de La Guajira y Departamento del Magdalena) (con 3 figuras). Informe número 1193	51
VICENTE MUTIS JURADO. — Yacimientos carboníferos de La Jagua de Ibirico (Departamento del Magdalena) (con 2 figuras). Informe número 443	69
ALBERTO RONDEROS. — Yacimientos calcáreos de El Cerrejón (Intendencia de La Guajira) (con 1 mapa). Informe número 1183...	81

PROBLEMAS DE LA GEOLOGIA ECONOMICA DE COLOMBIA

INFORME No. 1242 DE OCTUBRE DE 1957

POR

ROBERTO WOKITTEL

JEFE DE GEOLOGIA ECONOMICA

C O N T E N I D O

	Páginas
Resumen	11
Definición de Geología Económica	11
Producción minera en los Estados Unidos	13
Producción minera en Colombia	13
Exportación de minerales y metales	16
Importaciones de productos mineros	16
Discusión sobre muestrarios y yacimientos de minerales en Colombia	20
Hierro	20
Carbón	20
Calizas	21
Azufre	21
Mercurio (azogue)	22
Yeso	22
Conclusiones	23
Exploraciones y explotaciones	24
Legislación de minas y petróleos	25
Función del Servicio Geológico Nacional	26
Bibliografía	27

R E S U M E N

El valor de la producción minera en 1956 fue de 550 millones de pesos; de éstos corresponden 250 al petróleo y 300 millones a los demás minerales. El valor de los minerales y metales exportados en 1956 fue de más de 230 millones de pesos, equivalentes a 16,6% de la exportación total. Hay buenas perspectivas de aumentar el volumen de la exportación minera.

Los estudios geológicos y la actividad minera han desvalorizado el concepto pesimista de que Colombia tiene solamente "muestrarios" de minerales y han comprobado que sí existen yacimientos de valor comercial. Con nuevos trabajos de exploración y explotación ejecutados por gentes interesadas y de iniciativa se abrirán fuentes de ingreso, ya que existen buenas perspectivas de desarrollar nuevos recursos minerales. Para desarrollar esta labor se hace necesario reformar y reglamentar la legislación minera existente.

El apreciable desarrollo de la minería en Colombia, principalmente en lo referente a minerales industriales, tiene por base los numerosos estudios hechos en el ramo de la Geología Económica.

El Servicio Geológico Nacional ha prestado valiosos servicios en este desarrollo. Pruebas de su eficacia son numerosos planos geológicos y 1.250 informes que están a la disposición de los interesados en la biblioteca del Servicio. Algunos de éstos han sido publicados en algunas revistas geológicas y mineras de Colombia. Estos estudios se han efectuado con recursos muy limitados, pero al aumentar el presupuesto el Servicio puede comprometerse a una labor mucho más intensa y efectiva en provecho de la economía nacional.

DEFINICION DE GEOLOGIA ECONOMICA

La Geología Económica, como parte de la Geología Aplicada, es una rama de la Geología destinada al estudio del suelo y subsuelo, desde el punto de vista de los recursos minerales. Los objetivos de la Geología Económica son los yacimientos de minerales, tierras, rocas y fuentes minerales útiles al hombre, la definición de su origen, calidad y potencialidad: la determinación de su explotabilidad y la indicación de su utilidad. Este ramo de la Geología tiene, pues, íntima relación con la minería, la metalurgia, la industria, la ingeniería y la agricultura.

El principal campo de aplicación de la Geología Económica es la minería, a la cual se dedica un gran número de geólogos particulares u oficiales especializados en la explotación y en el desarrollo de las mismas; en la exploración de los yacimientos conocidos, y en la búsqueda de nuevos depósitos. A esta continua actividad se debe el hecho de que aun en países muy explorados (Estados Unidos, Canadá, Alemania, etc.) se encuentren hoy nuevas fuentes de minerales (continuaciones de yacimientos conocidos o nuevos depósitos), que se explotan con gran provecho para la economía del respectivo país.

PRODUCCION MINERA EN LOS ESTADOS UNIDOS

En los Estados Unidos, según el último *Mineral Year Book*, el valor de la producción minera fue en 1953 de 14.400 millones de dólares, que se distribuyen así:

	US\$ mil millones
Minerales no metálicos, sin incluir combustible	2.3
Minerales metálicos	1.8
Carbón, asfaltos naturales y gases	4.0
Petróleo crudo.	6.3
	<hr/>
	14.4

El valor promedio de la producción en los años de 1944 a 1948 fue de 8.3 mil millones de dólares. El aumento es, pues, muy notorio.

PRODUCCION MINERA EN COLOMBIA

En Colombia se ha experimentado un cambio muy notable en las actividades mineras. En el pasado la minería más característica fue la de oro, plata y platino. Otros renglones de producción fueron la sal y las esmeraldas, explotadas en su mayor parte por entidades oficiales (Banco de la República). Los demás minerales jugaron papeles secundarios en la producción minera. Se importaron productos como cemento, yeso, carbón, azufre, barita, coque, cal, arcillas, etc. En el presente, la situación es distinta; los metales nobles ya no tienen una posición tan exclusiva como antes, y el interés minero se orienta preferentemente hacia la producción de otros minerales, tanto para atender el creciente desarrollo industrial del país como para abastecer los mercados internacionales. En esta evolución la Geología Económica va a la vanguardia con los estudios que abrieron el campo para el actual desarrollo y están preparando las bases para sus necesarios ensanches del futuro.

Apenas en los últimos años se ha iniciado en Colombia la estadística de la producción minera. Todavía es muy incompleta y en parte se basa en cálculos estimativos, pues es difícil conseguir de los empresarios todos los datos necesarios; sin embargo, se da una idea de los volúmenes y valores de explotación.

En el año de 1953 se levantó el primer censo minero con los siguientes resultados, según los boletines de estadística números 71 y 72, de febrero y marzo de 1957:

PRIMER CENSO NACIONAL MINERO, 1953 AÑO CENSAL

CUADRO No. 1

Resumen estadístico por clases de minas

CLASE DE MINA	Número de empresas	Personal ocupado Nbre. 1953	Salarios y prestaciones pagados (1000 \$)	Producción a precio de venta en mina (1000 \$)	Valor agregado (1000 \$)
Carbón	344	4.925	8.031.3	14.758.6	13.257.5
Metales preciosos	94	4.369	12.301.8	37.266.6	33.665.0
Piedra para construcción	78	728	803.3	2.378.2	2.150.1
Piedra caliza	55	469	667.0	2.518.5	1.947.0
Arcilla	4	62	41.6	51.3	46.6
Arena	305	1.129	1.096.4	2.555.3	2.382.7
Talco	1	2	0.4	2.5	2.4
Cuarzo	2	9	9.1	20.9	20.9
Feldespato	1	3	2.6	1.6	1.5
Azufre	1	43	16.0	202.9	154.7
Yeso	18	192	370.8	715.6	679.7
Esmeraldas	1	79	186.8	6.4	107.6
Sal gema	1	265	929.7	9.983.9	9.660.8
Barita	2	99	181.4	989.1	509.8
Total sin petróleo	907	12.374	24.638.2	71.451.4	64.371.1
Petróleo crudo y gas natural..	7	7.847	55.251.5	226.499.1	222.569.7
Total con petróleo	914	20.221	79.889.7	297.950.5	286.940.8

El valor agregado es igual al valor de la producción, más valor de energía vendida, menos el valor de consumo en la producción.

Según la estadística, la minería aportó a la economía nacional en 1953 un valor neto de 286.9 millones de pesos en minerales que se utilizaron en la transformación a otros artículos y para la exportación.

En la Oficina de Estadística de la División de Minas del Ministerio de Minas y Petróleos se han tomado para 1955 y 1956 los siguientes datos que, según las observaciones de esta misma Oficina, se encuentran todavía incompletos (cuadro 2, página 15).

La estadística del Ministerio de Minas y Petróleos de 1953 (cuadro número 2) da para los minerales distintos al petróleo mayores valores que el obtenido en el primer censo minero. La diferencia total, de unos 64 millones de pesos, se explica en los distintos datos que las instituciones obtuvieron en sus encuestas y al hecho de que en el primer censo no figura el cemento (69.8 millones de pesos), el cual se puede incluir en la producción minera, como lo hace la estadística de los Estados Unidos.

La estadística oficial de la producción minera, sin incluir el petróleo, ha aumentado entre 1953 y 1956 de 144.8 a 244.9 millones de pesos; la de la producción minera, incluyendo el petróleo, de 365.4 a 495.4 millones de pesos.

Considerando que la información estadística minera, exceptuando el petróleo, es incompleta, se estima para 1956 la producción minera, sin tener en cuenta el petróleo, en más de 300 millones de pesos, y con petróleo, en 550 millones de pesos.

Estos valores demuestran elocuentemente la posición de la minería en la economía de Colombia. Hay muy firmes perspectivas de que la producción minera seguirá aumentando para abastecer las necesidades de la progresiva industrialización y para la exportación.

PRODUCCION MINERA DE COLOMBIA (1953 - 1956)

CUADRO No. 2

Datos de la Oficina de Estadística, División de Minas, Ministerio de Minas y Petróleos

(Boletín de Minas No. 13, 25, 38/39)

MINERALES Y METALES	Unidad	1953		1954		1955		1956	
		Cantidad	Valor (1000 \$)	Cantidad	Valor (1000 \$)	Cantidad	Valor (1000 \$)	Cantidad	Valor (1000 \$)
Asfalto natural	Tonelada	—	—	750	—	800	—	—	—
Arena	Metro cúbico	637.508	2.250	800.000	3.200	1.250.000	7.500	1.509.000	12.000
Azufre	Tonelada	—	—	5.200	1.248	5.500	1.320	5.000	1.100
Barita	Tonelada	8.271	989	9.000	720	6.000	750	7.600	1.600
Cantera	Metro cúbico	300.350	2.403	300.000	2.400	450.000	3.600	500.000	4.400
Cal	Tonelada	8.686	327.5	22.800	912	30.000	1.200	50.000	2.000
Calcita	Tonelada	—	—	500	125	700	112	100	16
Caliza	Tonelada	—	—	—	—	978.500	—	1.830.600	—
Cemento	Tonelada	872.735	69.819	962.066	76.965	1.047.517	84.849	1.220.456	97.636
Caolín	Tonelada	500	79	—	—	—	—	—	—
Carbón	Tonelada	1.230.577	14.767	1.500.000	37.500	1.850.000	46.250	2.000.000	60.000
Creta	Metro cúbico	1.300	2	—	—	—	—	—	—
Carbón coque	—	—	—	—	—	250.000	—	250.000	—
Esmeraldas	Kilate	4.694	6.4	—	—	—	—	—	—
Feldespato	Tonelada	80	1.6	—	—	—	—	—	—
Mineral de hierro	Tonelada	—	—	—	—	348.980	—	394.216	—
Mercurio	Libra	—	—	—	—	2.700	15	—	—
Oro	Onza troy	437.297	38.264	377.467	33.028	380.824	33.322	438.349	38.356
Plata	Onza troy	117.385	210	112.534	201	112.036	200	110.728	198
Platina	Onza troy	24.472	4.616	28.465	4.472	27.256	4.594	26.215	5.321
Plomo concentrado	Tonelada	575	167	—	—	—	—	—	—
Sal terrestre	Tonelada	125.531	9.984	172.470	15.986	175.134	16.045	194.496	16.733
Sal marina	—	—	—	36.236	6.308	34.108	1.676	37.178	1.526
Talco	Tonelada	50	2	—	—	—	—	—	—
Yeso	Tonelada	7.383	716	15.000	210	22.000	1.980	50.000	4.500
Total sin petróleo			144.830		183.276		203.413		244.877
Petróleo	1.000 barriles	39.430	222.570	39.981	237.400	39.711	226.350	44.130	250.500
Total con petróleo	1.000 \$		365.400		420.676		429.763		495.377

La estadística demuestra, además, que el oro, la plata y el platino representan en 1956 apenas el 17% de la producción minera, sin considerar el petróleo. Faltan en general los minerales metálicos, con excepción de los de hierro.

El renglón más importante de la producción minera son los minerales no metálicos.

EXPORTACION DE MINERALES Y METALES

El cuadro número 3 muestra la exportación de minerales y metales en los años de 1954 a 1956. En 1956, y aún hoy, sólo existían datos para los principales productos de exportación, como petróleo crudo, oro, platino y cemento. La exportación de cemento ha aumentado de 16.500 toneladas en 1954 a 65.000 toneladas en 1956. Los respectivos valores de la exportación son \$ 825.000 y \$ 2.818.000.

Los minerales y metales exportados tenían un valor de 227 millones en 1954 y de 201 millones en 1955; estimativamente más de 230 millones en 1956.

En los volúmenes totales de exportación del país, incluyendo el oro: de 1.673, 1.491 y 1.380 millones de pesos, corresponden a los productos mineros 13.6%, 13.5% y 16.6% en los años de 1954, 1955 y 1956, respectivamente.

Este porcentaje puede aumentarse muy considerablemente con el desarrollo de la minería. Un nuevo producto de exportación de mayor categoría será, en un próximo futuro, el carbón. Al mismo tiempo se sustituirán casi por completo los productos hoy importados por los de producción o fabricación nacional.

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS MINEROS

El cuadro número 4 muestra las importaciones de productos mineros y derivados de petróleo en los años de 1954, 1955 y 1956 con valores de 100.88 y 79 millones de pesos (al cambio de 2.50 pesos por dólar) respectivamente. En 1956 y aún hoy solamente existen datos para los principales productos de importación que son: aceites y lubricantes, gasolina con menos y más de 80 octanos, kerosene, gas-oil y fuel-oil, con un valor total de 55 millones de pesos. Este renglón de importación bajará considerablemente en 1958 al entrar en producción la nueva refinería de Mamonal (Cartagena). Para el asbesto (importación de 3.6 millones de pesos en 1956), la parafina (10.8 millones de pesos) y el sulfato de cobre (6.7 millones de pesos) no existen por lo pronto perspectivas de reemplazarlos por una producción nacional, pero hay interés de fabricar sulfato de cobre a base de minerales colombianos. Para los demás productos puede esperarse un descenso en el volumen de importación debido al incremento de la producción nacional.

EXPORTACION DE MINERALES Y METALES

(1954 - 1956)

CUADRO No. 3

MIRERALES Y METALES	Unidad	1954		1955		1956	
		Cantidad	\$ Fob.	Cantidad	\$ Fob.	Cantidad	\$ Fob.
Oro	Onza troy	339.375	29.863.325	364.039	31.970.786	419.221	36.534.374
Platino	Onza troy	28.465	4.742.169	27.526	4.594.102	26.215	5.321.196
Plata en bruto	Kilogramo			336	24.211		
Obras de plata	Kilogramo			142	16.723		
Cemento gris	Tonelada	16.500	825.013	29.700	1.429.371	65.000	2.817.792
Azufre	Tonelada			100	36.000		
Minerales de cobre	Tonelada	27	2.030	18	6.750		
Minerales de plomo	Tonelada	674	357.531	900	571.215		
Otros minerales	Tonelada	11	19.945	25	28.675		
Cenizas y residuos metalíferos	Tonelada	3	3.121	56	67.397		
Coque de hulla, lignito	Tonelada	37	3.040	24	3.926		
Tierras de puzzolana	Tonelada			4	5.826		
Piedras preciosas y semipreciosas, bruto	Kilogramo		36.550	11	56.726		
Piedras preciosas y semipreciosas, talladas	Kilogramo		28.650	115	115.555		
Total sin petróleo y sus derivados			35.883.374		39.025.261		174.788.387
EXPORTACION DE PETROLEO Y SUS PRODUCTOS							
Petróleo crudo	1.000 barriles	30.409	189.462.063	25.380	153.710.263	28.898	
Fuel oil	1.000 galones	9.305	1.152.681	43.287	5.834.450		
Gas oil	1.000 galones	12	8.355	18.622	2.273.465		
Gasolina de más de 80 octanos	1.000 galones	491	267.078				
Demás destilados de petróleo y carbón	Tonelada	761	562.323	800	608.351		
Petróleo y sus producciones			191.452.500		162.426.529		
Total con petróleo			227.335.874		201.451.790		219.461.749

Se exportaron en 1953: 414 toneladas de minerales de zinc por valor de \$ 59.425. En 1952: 415 toneladas de minerales de zinc por valor de \$ 65.513.

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS MINEROS

CUADRO No. 4

MINERALES	Unidad	1954		1955		1956	
		Cantidad	V/r. \$ Cif.	Cantidad	V/r. \$ Cif.	Cantidad	V/r. \$ Cif.
Sal gema	Tonelada	40	31.061	109	23.981	—	—
Azufre en bruto	Tonelada	183	34.247	91	16.615	—	—
Azufre refinado	Tonelada	255	92.869	364	148.130	—	—
Sílice o cuarzo molido	Tonelada	172	36.205	86	22.070	—	—
Otras arenas	Tonelada	62	18.852	191	49.184	—	—
Caolín	Tonelada	405	68.474	108	31.680	—	—
Arcilla refractaria	Tonelada	235	73.313	371	99.104	—	—
Demás arcillas	Tonelada	1.356	259.909	2.449	395.428	—	—
Tierras colorantes	Tonelada	32	33.400	19	15.226	—	—
Grafito	Tonelada	23	18.340	18	16.090	—	—
Carbonato de bario	Tonelada	23	6.767	9	4.433	—	—
Esmeril	Tonelada	35	63.731	229	49.111	—	—
Piedra pómez	Tonelada	17	7.138	13	4.616	—	—
Piedra trípoli	Tonelada	3	4.689	0,3	1.734	—	—
Otros abrasivos	Tonelada	83	32.262	124	42.463	—	—
Mármol E. T. C.	Tonelada	601	249.124	1.665	442.274	—	—
Granito E. T. C.	Tonelada	59	21.060	135	28.904	—	—
Magnesita	Tonelada	1.315	224.097	2.607	459.928	—	—
Yeso sin calcinar	Tonelada	4.023	83.317	5.719	209.970	—	—
Yeso calcinado	Tonelada	183	77.923	269	91.788	—	—
Cal ordinaria e hidráulica	Tonelada	5.204	627.180	2.937	35.855	—	—
Puzzolana	Tonelada	387	343.814	554	552.348	—	—
Cemento gris	Tonelada	599	79.745	772	108.265	—	—
Cemento blanco	Tonelada	2.272	347.464	1.045	135.676	—	—
Otros cementos	Tonelada	7.786	1.273.474	6.859	996.896	5.846	758.650
Asbestos	Tonelada	4.884	2.965.603	8.807	4.704.207	6.195	3.647.073
Mica	Tonelada	2	1.873	6	5.060	—	—
Talco y esteatita	Tonelada	620	169.041	1.198	288.028	—	—
Pasan			7.244.972		9.289.064		

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS MINEROS

CUADRO No. 4 (conclusión)

MINERALES	Unidad	1954		1955		1956	
		Cantidad	V/r. \$ Cif.	Cantidad	V/r. \$ Cif.	Cantidad	V/r. \$ Cif.
Vienen			7.244.972		9.289.064		
Tierras de infusorios	Tonelada	436	151.089	515	200.589	—	—
Criolita	Tonelada	—	—	10	9.937		
Feldespató y fluorina	Tonelada	39	16.830	90	23.637		
Mezclas aislantes	Tonelada	424	401.310	61	38.153		
Otras materias minerales	Tonelada	1.102	383.724	686	305.468		
Minerales de hierro	Tonelada	170	23.304	271	30.904		
Bauxita	Tonelada	14	2.113	—	—		
Hulla	Tonelada	319	56.894	391	97.600		
Coque	Tonelada	50	28.907	11	3.652		
Asfaltos naturales	Tonelada	11.469	2.147.881	5.150	698.550	3.782	540.129
Parafina	Tonelada	23.726	10.304.499	24.113	11.047.348	22.404	10.796.341
Cera mineral	Tonelada	19	28.131	36	59.209	—	—
Brea de hulla	Tonelada	2.956	542.941	6	4.252	—	—
Plata en bruto	Tonelada	15	1.067.910	32	2.627.514		
Demás metales de plata	—	—	—	—	—	—	—
Platino y oro elaborados		—	536.425	—	265.104	—	—
Sulfato de cobre	Tonelada	6.354	3.657.536	4.745	3.319.539	7.813	6.702.090
Soda cáustica	Tonelada	6.767	1.571.013	4.690	982.806	8.792	1.870.615
Total sin petróleo			28.165.479		29.003.326		
DERIVADOS DEL PETROLEO							
Aceites lubricantes (1)		7.570	14.196.368	8.571	15.879.256	8.622	15.979.417
Gasolina 80 octanos (1)		136.602	36.286.030	98.640	26.032.552	93.961	25.278.331
Gasolina de más de 80 octanos (1)		19.175	8.069.469	14.551	6.159.373	11.609	5.155.635
Kerosene (1)		30.229	7.538.228	20.303	5.036.686	18.107	4.736.216
Gas-oil A. C. P. M. (1)		23.627	5.667.265	20.803	5.140.177	15.210	3.877.278
Fuel-oil A. C. P. C. (1)		3.339	578.075	3.802	887.726	—	—
Total con petróleo			100.500.914		88.139.096		79.341.775

(1) Para aceites lubricantes, kerosene, gasolina, gas-oil y fuel-oil la unidad adoptada es de 1.000 galones americanos.

DISCUSION SOBRE MUESTRARIOS Y YACIMIENTOS DE MINERALES EN COLOMBIA

En las rápidas exploraciones de los afloramientos, principalmente de minerales básicos (plomo, zinc, cobre y otros), se han encontrado, en muchos puntos, ricas muestras de diversos minerales pero en pequeñas cantidades, y por eso se ha formado la idea generalizada de que Colombia tiene sólo muestrarios muy surtidos de minerales, pero que carece de yacimientos explotables.

Este concepto pesimista hay que refutarlo enfáticamente por las siguientes razones:

1ª El desarrollo de la minería y los estudios geológicos mineros han demostrado en los últimos años que existen buenos yacimientos de minerales que antes se consideraban como muy escasos. Al respecto conviene mencionar algunos de ellos, como por ejemplo hierro, carbón, caliza, azufre, mercurio, yeso y otros más, de los cuales hacemos un resumen a continuación:

Hierro

Las comisiones geológicas estudiaron sistemáticamente los yacimientos de minerales de hierro en distintas partes del país, durante los años de 1940 y 1942. Los resultados fueron desalentadores, pues se sacó de los estudios la conclusión de que Colombia no disponía de yacimientos adecuados para montar una planta siderúrgica con capacidad para el abastecimiento del país en hierro y acero. El nuevo descubrimiento de grandes yacimientos de hierro en Paz de Río cambió la situación radicalmente a fines de 1942. Hoy existe en Belencito (Boyacá) la realidad de Acerías Paz del Río, S. A., es decir, una siderúrgica integrada con suficientes reservas de minerales de hierro para muchos años. Además, se han localizado en esta región grandes cantidades de calizas puras y de carbón coquizable, no conocidas antes, situadas en un radio de acción de apenas 35 kilómetros de la planta. Estas condiciones envidiables llamaron mucho la atención a los delegados a la Primera Conferencia Siderúrgica de América Latina, reunida en Bogotá en octubre de 1952, pues en otros países, como Estados Unidos, Alemania, etc., se transportan minerales de hierro a las plantas siderúrgicas a distancias de miles de kilómetros en buques y ferrocarriles.

Carbón

A los carbones se atribuyó antes poca importancia. Fueron calificados como deficientes en calidad y de un valor calorimétrico bajo (5-6.000 calorías), mal situados para el consumo y para la exportación, inútiles para la metalurgia por no ser coquizables, etc., y se importó coque para usos industriales. Los estudios geológicos y las exploraciones dan hoy un aspecto totalmente diferente. Las reservas de carbón en Colombia sobrepasan a las reservas de todos los demás países latinoamericanos juntos.

El consumo de carbón ha aumentado de 220.000 toneladas en 1928 a más de dos millones de toneladas en 1956, y sigue creciendo la curva de producción. La demanda anual de Acerías Paz del Río, S. A., es de medio millón de toneladas. Respecto a la calidad se ha comprobado que existen grandes cantidades de carbón bien situadas, con valores calorimétricos de 7.500 a 8.000 calorías, coquizables y adecuadas para la metalurgia (siderúrgicas) y otros ramos de la industria y para la exportación. Además hay ya plantas de lavado que mejoran la calidad del carbón para el uso industrial y para la exportación.

En un futuro próximo los carbones serán un nuevo renglón de exportación. Detallados estudios geológicos y técnicos indican que los carbones del Valle del Cauca y del Cerrejón (Guajira) son los más apropiados para tal fin.

Calizas

Respecto a la potencialidad de yacimientos de caliza utilizable para la producción de cemento, existió en Antioquia mucha desconfianza. Por eso se montó en 1936 en Medellín la primera fábrica de cemento, con una capacidad de tan sólo 50 toneladas diarias. Por los extensos estudios hechos en Antioquia se han localizado e investigado en este Departamento grandes yacimientos en distintas partes, existiendo hoy tres fábricas de cemento gris con capacidad de 1.400 toneladas diarias, y una de cemento blanco con una producción diaria de 100 toneladas, y con grandes reservas de la principal materia prima, que es la caliza.

También en otros Departamentos se han localizado y estudiado muchos yacimientos de caliza de diversas capacidades, y no cabe duda de que se descubrirán más.

Los principales consumidores son diez fábricas de cemento existentes en 1957, con una producción anual de 1.220.000 toneladas y un gasto de unos dos millones de toneladas de caliza. Esta producción de cemento aumentará al terminarse el ensanche de la fábrica de Cementos Caribe, de Barranquilla, y las construcciones de las nuevas fábricas en Caldas, Tolima y Boyacá, en unas 400.000 toneladas; por esta razón el consumo de caliza aumentará en 600.000 toneladas.

La base calcárea está asegurada para todas estas fábricas existentes y en construcción y aun para las proyectadas en varios departamentos.

Otras aplicaciones industriales importantes de calizas están en la fabricación de soda, en la siderúrgica como fundentes, en las construcciones, en la fabricación de ladrillos a base de cal y arena (calicantos), en la agricultura, en la fabricación de vidrio, en la producción de granito artificial como calizas granuladas y para muchos otros usos.

El aspecto general del abastecimiento de calizas es favorable, pues éstas se encuentran muy bien repartidas en las regiones más pobladas. Para zonas menos favorecidas (Llanos Orientales) deben buscarse las soluciones estudiando los yacimientos más cercanos y las vías más adecuadas.

Azufre

Durante la guerra mundial se hicieron muchos esfuerzos para localizar yacimientos explotables de azufre en los departamentos de Nariño

(Cumbal y Azufral), de Caldas y Tolima, cerca de los Nevados del Ruiz, Santa Isabel, Quindío y Tolima, en Gachalá (Cundinamarca) y en otros puntos. Los resultados fueron poco satisfactorios y hasta desalentadores, porque los yacimientos no se prestaron para una explotación técnica, en parte debido a las malas condiciones de transporte.

Poco más tarde, con la construcción de la carretera Popayán-La Plata, se encontraron manifestaciones de azufre, sirviendo éstas para localizar un depósito al pie del volcán de Puracé, cuyo volumen se estima en más de tres millones de toneladas de azufre, consistentes en cenizas y tobas volcánicas con un tenor de 35-40% de azufre.

Se trata, pues, de un yacimiento de gran potencialidad. La explotación iniciada en menor escala en 1957 ha aumentado a más de 5.000 toneladas anuales en los últimos años. Este yacimiento por sí solo es capaz de producir toda la cantidad de azufre que se necesita para Colombia, y sobra para la exportación. Sin embargo, se importan anualmente unas 400 a 670 toneladas, principalmente de azufre refinado, por falta de una instalación adecuada de refinación y por los altos costos de transporte de este material a los puntos de consumo (Barranquilla, Bogotá, Belencito, Medellín, etc.).

Las desventajas de este yacimiento son la altura de 3.600 metros sobre el nivel del mar; el clima frío, que disminuye el rendimiento del hombre y de los motores, y su posición geográfica muy distante de los centros de consumo. Por esta razón existe mucho interés de encaminar los estudios geológicos hacia los yacimientos mejor situados, bien de azufre nativo o de sulfuros (piritas).

Mercurio (azogue)

En la búsqueda de metales estratégicos durante la guerra mundial se han investigado varias manifestaciones de mercurio nativo y de sus minerales (cinabrio), principalmente en Bermellón, Municipio de Cajamarca (Tolima). Este yacimiento fue explotado en menor escala por los españoles, y después, muy esporádicamente, hasta 1914. El concepto de las comisiones respecto a la explotabilidad de mercurio en Colombia fue negativo. Más tarde se encontraron bastantes manifestaciones de mercurio en las regiones de Salamina y Aranzazu (Caldas). Una explotación en escala menor y con métodos muy rudimentarios en 1955 dio 2.700 libras de mercurio. Desgraciadamente, debido a inconvenientes de orden jurídico se suspendieron los trabajos en la mina, que muestra buenas perspectivas de potencialidad (1957: 7.500 libras).

Yeso

El yeso se necesita principalmente en la fabricación de cemento, en las construcciones y otros usos; siempre se ha considerado como mineral escaso, y verdaderamente lo es, debido a que los yacimientos de Colombia hasta hoy conocidos no pueden compararse, en cuanto a sus volúmenes y calidades, con los grandes depósitos de otros países, como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Santo Domingo, etc. Sin embargo, la producción aumenta mediante trabajos, en parte muy laboriosos, año

por año, alcanzando una cifra de más de 50.000 toneladas en el año de 1956. Un total de 52 solicitudes de concesiones para yeso y 16 permisos de explotación de este mineral demuestra el gran interés por esta materia y da para el futuro la esperanza del autoabastecimiento en yeso.

Conclusiones

Los casos mencionados de minerales de hierro, carbón, calizas, azufre, mercurio y yeso comprueban suficientemente que Colombia sí tiene yacimientos explotables de consideración y no solamente muestrarios de minerales. Datos análogos se pueden dar para muchos otros minerales como barita, mica, feldespatos, caolín, arcillas refractarias, arenas para distintos usos, tierras diatomáceas, sales, talco, esmeraldas, rocas de construcción y ornamentación, etc.

El concepto pesimista de que Colombia tiene solamente muestrarios de los minerales metálicos más discutidos: plomo, zinc, cobre y otros, es por lo menos prematuro. Es cierto que la minería en este campo ha tenido pocos éxitos, pero al respecto hay que tener en cuenta que hasta ahora no se han hecho sino exploraciones superficiales de unos pocos afloramientos y que hay inmensos territorios inexplorados con buenas perspectivas. El hecho de no haber localizado grandes yacimientos en las exploraciones hechas hasta ahora no prueba que éstos no existan: ellos pueden encontrarse a poca distancia de los trabajos de exploración. Los yacimientos de metales, en general, no manifiestan toda su riqueza y potencialidad en la superficie; en muchos aumenta su tenor en metales y en volumen con la profundidad, como por ejemplo, las minas de oro en Segovia y Titiribí (Antioquia). Por eso a veces se necesitan exploraciones extensas y costosas, antes de desarrollar una mina. En el mundo hay muchas minas que se empezaron con menores tenores cerca de la superficie y extendieron sus trabajos sucesivamente a grandes profundidades con mayor riqueza.

La minería común y corriente de Colombia es de capital pequeño o mediano que se interesa solamente por yacimientos ricos en metales cerca a la superficie y fácilmente accesibles, sin arriesgar los gastos que demanda la necesaria exploración e instalación de la mina. Los métodos de explotación y beneficio de los minerales son rudimentarios; se dejan partes con porcentajes económicamente explotables sin trabajar y se desperdician muchos minerales por explotaciones y tratamiento de minerales inadecuados. La economía que procuran hacer estos mineros es contraproducente y conduce a fracasos.

Por esta razón todavía no existe interés por explotar yacimientos de menores valores de metales, aunque sean de grandes volúmenes, los cuales tienen mucha importancia en otras partes del mundo. Depósitos de esta índole necesitan grandes capitales. Su explotación da rendimientos solamente al hacerla en grande escala para bajar los costos por unidad mediante métodos mecanizados, sistemas adecuados de beneficio de los minerales y una buena organización de los trabajos y buena administración. Es evidente que en el caso de yacimientos grandes y pobres se requieren estudios geológicos y mineros más extensos que para un yacimiento rico, por el mayor riesgo por la inversión del gran capital necesario.

Otro factor que explica la poca actividad en la explotación de estos minerales básicos, es la falta de vías de comunicación y los altos fletes. Hasta hoy estos minerales de cobre, plomo y zinc se han explotado en escala muy reducida y casi exclusivamente para la exportación. Los altos gastos de transportes entre las minas y los puertos de embarque y los fletes marítimos consumen las ganancias que las minas pueden tener al utilizar los minerales en Colombia. Al respecto, se abren nuevas perspectivas en los progresos de la industrialización con la demanda de minerales de cobre, plomo, zinc, para transformarlos por sencillos procedimientos a productos que hoy se importan, como por ejemplo, de plomo para baterías, pinturas, cerámica, óxido de zinc y litopón, sulfato de cobre para fumigaciones, etc. A la vez la Nación, los Departamentos y Municipios están muy interesados en el mejoramiento y construcciones de nuevas vías de comunicación.

En estas condiciones hay esperanzas de que afloramientos que hoy se consideran muestrarios, se conviertan pronto en yacimientos explotables, con los correspondientes tonelajes para atender las demandas de la industria, cuyo volumen aumentará con el progreso del país.

El concepto pesimista de que Colombia es sólo un muestrario de minerales, es perjudicial por cuanto con él se desorienta y desalienta a los nacionales y extranjeros en su interés por la minería, y por esta razón se le debe combatir enérgicamente. Pero tampoco deben admitirse conceptos de fantásticas riquezas, que se oyen con frecuencia en regiones mineras y se leen en publicaciones oficiales, produciendo con el tiempo desilusiones a las gentes al no ver resultados prácticos en esta riqueza.

En términos generales se puede decir que las pocas exploraciones y explotaciones hechas hasta hoy en Colombia no permiten dar datos exactos y de potencialidad de las distintas clases de yacimientos, sino apreciaciones que en general son favorables. Con la ayuda de los estudios geológicos mineros llevados a cabo, ya se han localizado grandes yacimientos de distintos minerales, que en parte se están explotando, y existen buenas esperanzas de encontrar muchos más con los nuevos estudios geológicos y exploraciones que se ejecuten, presentándose buenas perspectivas para el desarrollo de la minería.

En este plan de conjunto conviene advertir a los pesimistas y optimistas que ningún país del mundo tiene yacimientos explotables de todos los minerales, ni siquiera los Estados Unidos, con su riqueza envidiable de recursos minerales. Allí faltan, entre otros, yacimientos de estaño y volframio; son escasos minerales de bauxita, plomo, zinc, cobre y otros que se importan.

En consecuencia, aun siendo la mineralización del terreno colombiano muy grande, no se pueden esperar ricos yacimientos para todos los minerales.

EXPLORACIONES Y EXPLOTACIONES

Para los exploradores, prospectores, mineros e interesados en minas y minerales se requieren las siguientes cualidades:

1º Conocimiento de minerales; de las condiciones geológicas bajo las cuales se originaron los yacimientos, de sus formas y de sus disloca-

ciones por fallas; de los requisitos, sistemas y costos de minería; del beneficio, transformación y utilización de los minerales, y de sus valores comerciales y mercados.

2º Aptitud y resistencia física para trabajos en el campo y en las minas, aun en duras condiciones; sentido técnico; conformidad y criterio para el difícil ejercicio de la profesión.

3º Afición de mineros con cierto espíritu de arriesgar.

4º Constancia en el desarrollo de una tarea emprendida.

Se necesitan, pues, hombres de valor y emprendedores; los “pioneros” para exploraciones y para hacer progresar la minería de todos los minerales que ofrecen perspectivas para la economía del país. Gentes de esta índole fueron los mineros de oro que se metieron al monte en busca del metal apreciado, aguantaron penalidades, montaron minas, triunfaron en una parte, fracasaron en otra, sin dejar de perseguir el metal en su aparición en forma de filón o aluvión. El resultado de este ambiente minero, que dominó desde los tiempos de la Colonia, es el que Colombia ocupó durante mucho tiempo el primer puesto como productora de oro en América Latina, superada en los últimos años por Méjico con una producción un poco mayor.

Un análogo espíritu para la minería y parecidas actividades, pero en mayor escala, se necesitan para los otros minerales que hoy son más importantes que el oro para el desarrollo industrial y la economía del país. Para estas tareas de exploración y minería se presentan hoy mejores condiciones de vías y de recursos, que pueden dar mejores rendimientos de trabajos con menores esfuerzos.

LEGISLACION DE MINAS Y PETROLEOS

Las disposiciones legales más específicas son:

Para *petróleos*:

El Código de Petróleos, expedido por Decreto número 1056 de 1953.

Para *minas*:

1º El Código de Minas, adoptado por la Ley 38 de 1887.

El Decreto número 0805 de 1947, modificado por el Decreto número 3132 de 1956, que reglamenta lo referente a concesiones de exploración y explotación de minerales.

3º El Decreto extraordinario número 2514 de 1952, que se refiere a permisos de explotación de minerales en terrenos baldíos y otros de propiedad particular.

4º El Decreto número 0585 de 1955, que fija las disposiciones sobre licencias y explotación de esmeraldas.

5º La reglamentación sobre concesiones y explotación de sustancias radioactivas está contenida en el Decreto número 2683 de 1955, que fue modificado por el Decreto 1452 de 1956, y se refiere a la creación del Instituto de Asuntos Nucleares (INCAN).

El nuevo Código de Minas, elaborado en el Ministerio de Minas y Petróleos, debía regir por Decreto número 1779 de 1954, a partir del 1º de enero de 1955; pero no se puso en vigencia por contener graves defectos.

La legislación minera deja mucho que desear. Es un conglomerado de aspectos legales sobre la propiedad minera y sobre derechos del subsuelo que se han formado en el transcurso de los años desde la Independencia, y de definiciones técnicas sin sincronización. El actual Código de Minas del año de 1887 es un instrumento de concesiones entre las disposiciones legales y fiscales sobre minería, entre la Nación y los Estados Soberanos (Departamentos) con muchos remiendos posteriores.

Se puede decir que la legislación minera es un caos, la cual, por prestarse a diversidad de interpretaciones, seguramente ofrece un campo interesante a los abogados, pero frena y obstaculiza el desarrollo de la minería porque generalmente se plantean pleitos con las minas tan pronto alcanzan su etapa de prosperidad.

Por consiguiente se impone la urgente necesidad de una clara y sencilla legislación, con su respectiva reglamentación, que comprenda adecuadas disposiciones para el fomento de la minería. Tratándose de complejos problemas legales, fiscales y técnicos, la elaboración de un nuevo Código de Minas requiere el concurso de juristas, economistas y técnicos que tengan experiencia en geología minera.

Los decretos aludidos sobre concesiones y permisos de explotación de minerales y sobre esmeraldas y sustancias radioactivas fueron elaborados con el propósito de fomentar la explotación de los minerales, dando muchas facilidades al respecto. Pero no han dado hasta ahora los resultados que se esperaban, sino que sirvieron en gran parte como base de especulaciones. Pues con muy pocas erogaciones se cubrieron vastas extensiones, en parte no conocidas por los solicitantes, con concesiones; no para explotar sino para negociarlas en condiciones muy lucrativas. Las grandes facilidades monetarias, los largos plazos concedidos para la iniciación de trabajos y los volúmenes muy reducidos de explotación que se exige, permiten sostener durante mucho tiempo, con gastos mínimos, los derechos de una concesión que en manos de un verdadero interesado minero darían mejores resultados. Por esta razón sería de mucho provecho para la minería una revisión de la reglamentación sobre concesiones y permisos, etc., y una estricta supervigilancia en el cumplimiento de las obligaciones contraídas.

Más de 950 propuestas de concesiones de minerales, 75 permisos para explotación de minas, 20 permisos para explotación de esmeraldas y 4 para minerales radioactivos, registrados en el Ministerio de Minas, División Nacional de Minas, hasta ahora han producido muy pocas cantidades de minerales. Una situación análoga se presenta para el oro, la plata y el platino. Hay muchísimas minas de estos minerales preciosos denunciadas y tituladas, pero pocas en explotación.

FUNCION DEL SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL

Los datos que anteceden demuestran que la minería en los últimos años ha experimentado un notable desarrollo, principalmente en el campo de los minerales industriales, y cabe esperar mayores progresos a medida que avancen los estudios geológicos y mineros del país en los cuales está empeñado el Ministerio de Minas y Petróleos. Los resultados

de estas investigaciones (localización, exploración y excavación de los yacimientos) han dado la base para la iniciación de las actividades mineras.

A este respecto el Servicio Geológico Nacional ha prestado valiosos servicios para el desarrollo minero del país por haber estudiado yacimientos que hoy están en explotación, y orientado la minería, disponiendo de recursos muy limitados para tal fin. Su eficiencia aumentaría en provecho de la minería y economía del país al aumentar más su personal técnico, los elementos de trabajo y su presupuesto.

Las pruebas de la efectividad de los trabajos del Servicio Geológico son numerosas: los mapas geológicos y los informes en número de 1.250, que están a la orden de los interesados en la biblioteca, algunos de éstos publicados en el *Boletín de Minas y Petróleos*, en la *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia*, en el *Boletín Geológico* y en el *Boletín de Minas*, dan prueba de ella. Para estos estudios prestaron una valiosa colaboración la División de Minas, el Laboratorio Químico Nacional y los Laboratorios del Ministerio en Medellín, Ibagué, Pasto y Quibdó. Estas entidades tienen además equipos (plantas pilotos) para solucionar problemas de beneficio de minerales.

El Servicio Geológico Nacional seguirá prestando su asesoría técnica para el desarrollo de la minería y procurará que sus servicios sean cada día mejores y correspondan a la necesidad que tiene el país de conocer y aprovechar los recursos minerales del suelo y subsuelo.

B I B L I O G R A F I A

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. — *Anuario de Comercio Exterior* de 1954 y 1955.

— (1957) — *Boletín Mensual de Estadística*, números 71 y 72, de febrero y marzo de 1957.

MINISTERIO DE MINAS Y PETRÓLEOS, DIVISIÓN DE MINAS. — *Boletín de Minas*, número 13, abril de 1955; número 25, abril de 1956; números 38 y 39, mayo-junio de 1957.

U. S. BUREAU OF MINES (1956). — *Minerals Yearbook*. Metals and Minerals (Except Fuels), vol. I, 1953. U. S. Government Printing Office, Washington, 1956.

Bogotá, octubre de 1957.

**BOSQUEJO GEOGRAFICO Y GEOLOGICO DE LA SIERRA NEVADA
DE SANTA MARTA Y LA SERRANIA DE PERIJA**

INFORME No. 1193, PARTE A
(con 2 figuras)

POR

ROBERTO WOKITTEL

JEFE DE GEOLOGIA ECONOMICA

C O N T E N I D O

	Páginas
RESUMEN	33
GEOGRAFÍA	
Serranía de Perijá	35
Sierra Nevada de Santa Marta	36
Cuenca de los ríos Cesar y Ranchería ...	36
Clima	37
Vías de comunicación ...	38
Fuerzas hidráulicas	38
GEOLOGÍA	
Generalidades	38
Precambriano hasta Predevoniano	39
Neopaleozoico	39
Juratriásico ...	40
Cretáceo	42
Terciario	43
Cuaternario ...	44
GEOLOGÍA HISTÓRICA	45
BIBLIOGRAFÍA	47

R E S U M E N

En el presente bosquejo se describen en la primera parte las condiciones geográficas generales de una extensa formación cuprífera que se manifiesta en muchos puntos de la vertiente occidental de la Serranía de Perijá y en algunos sitios de la zona meridional de la Sierra Nevada de Santa Marta. La segunda parte trata de las rocas y mineralizaciones (cobre, carbón, calizas), de las estructuras geológicas y de la geología histórica de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la cuenca de los ríos Cesar y Ranchería y de la Serranía de Perijá.

Este bosquejo es un complemento del informe "La formación cuprífera de la Serranía de Perijá", publicado en el presente *Boletín Geológico*, número 3, 1957.

GEOGRAFIA

Los siguientes datos geográficos se refieren principalmente a una extensa zona cuprífera situada en la Serranía de Perijá y en la parte meridional de la Sierra Nevada de Santa Marta. Entre estas dos montañas se extiende la cuenca de los ríos Cesar y Ranchería.

Serranía de Perijá

Esta serranía, llamada en antiguos mapas también Serranía de Valledupar, es la parte septentrional de la Cordillera Oriental de Colombia, que termina en los Montes de Oca. Su parte meridional la forman los Cerros Motilones. Su cresta es el límite entre Colombia y Venezuela, y la divisoria entre los ríos Magdalena, Cesar y Ranchería y los afluentes del Lago de Maracaibo. La elevación más alta, según los mapas existentes, es el muy nombrado Cerro Pintado, con más de 3.000 metros. Este cerro más bien tiene el aspecto de una altiplanicie formada por estratos casi horizontales, cortados por los profundos cañones de los ríos Villanueva y Manaure, y de sus afluentes en el lado colombiano, y por quebradas tributarias de los ríos Guasare y Palmar, en el lado venezolano; también puede compararse con un bastión alto con paredes casi verticales. Pero existe en esta serranía otra altura más elevada (3.600 metros), la del Alto del Avión, 8 a 10 kilómetros al sur del Pintado. La vegetación de esta región despoblada se compone de escasas gramíneas, frailejones y matorrales. El Alto del Avión es accesible desde Manaure por un camino de penetración hacia la frontera; en el último trayecto existen solamente senderos. La distancia en línea recta entre Manaure y el Avión es apenas de 15 kilómetros, siendo el camino mucho más largo por lo quebrado del terreno y por la diferencia del nivel de 800 a 3.600 metros. Por su visibilidad a grandes distancias, el Alto del Avión ofrece condiciones muy favorables para colocar una estación geodésica. Desde el alto se ven, entre otros puntos: la cuenca del Lago de Maracaibo, los picos Tetás de Codazzi, los picos de nieve de la Sierra Nevada de Santa Marta y varios pueblos y caseríos del valle del Cesar (Valledupar, La Paz, San Diego, La Jagua de Pedregal, Badillo, etc.). Desde el Alto del Avión la cresta de la Serranía de Perijá va descendiendo para morir en los Montes de Oca, cuya elevación mayor es el Alto de Cedro, con 500 metros sobre el nivel del mar.

La serranía se levanta muy rápidamente desde el Valle de Cesar (Villanueva, 250 metros; La Paz, 157 metros) hacia su culminación en la frontera con Venezuela con 3.600 metros de altitud, siendo el trayecto apenas de unos 30 kilómetros en línea recta. Por consiguiente el terreno es muy accidentado y fragoso, mostrando un ciclo juvenil de erosión con ríos muy encajonados y de cursos muy torrentosos, con cascadas y saltos.

La parte más alta ha sido afectada por pequeñas glaciaciones cuaternarias indicadas por vallecitos poco inclinados en forma de U, lagunitas, pantanos y bloques de rocas pulidas.

Sierra Nevada de Santa Marta

Esta es un macizo alto y solitario, cuya base triangular ocupa un área de unos 12.000 kilómetros cuadrados y tiene 0 a 200 metros de altura sobre el nivel del mar. Se levanta de un clima caliente a la zona helada distinguida con los picos más altos de Colombia: Simón Bolívar, de 5.794, y Colón, de 5.804 metros. Tiene una topografía muy accidentada y abrupta.

Cuenca de los ríos Cesar y Ranchería

En esta cuenca plana se encuentran las cabeceras de los Municipios de Valledupar, Robles (La Paz), Chiriguana, Villanueva, San Juan de Cesar, Fonseca, Barrancas y Riohacha. El valle del Cesar tiene un ancho de 10 a 20 kilómetros.

Los ríos y las quebradas tienen grandes desniveles produciendo fuertes erosiones y acumulaciones de material acarreado en playones. Enormes bloques rodados atestiguan la gran fuerza transportadora de los ríos y las altas terrazas sus niveles anteriores. Se observa en general una disminución del caudal de agua en la parte baja, por perderse en parte en el subsuelo aluvial. De esta manera el flujo superficial puede ser bastante inferior al subterráneo. El cambio del caudal de aguas es un grave problema de la región. Se producen inundaciones en el invierno, pero en el verano el agua es escasa y acarrea serios perjuicios para la agricultura. Las numerosas acequias existentes en la región destinadas al regadío de los terrenos no dan resultados en los tiempos secos, pues en esta época se pierde el agua por completo en muchas quebradas y arroyos. La solución del problema son pozos, hoy todavía escasos en la región, pues se encuentran grandes cantidades de agua a poca profundidad en los terrenos destinados a la agricultura.

La agricultura consta, en la parte baja y plana, de cultivos mecanizados de arroz y algodón, con estaciones de fumigación en Valledupar, Villanueva, Codazzi y otros puntos. Faltan muchos terrenos por cultivar. Otros cultivos de tierra baja de menores extensiones son los de caña de azúcar, tabaco, plátanos y tomates, además de cacao. Productos agrícolas de la montaña son: maíz, frijoles, plátanos, yuca, legumbres, cebollas y frutas (naranjas, aguacate, piña). De mucha importancia a altura media es el café en la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada. Un importante centro cafetero se ha desarrollado en los últimos años en la progresiva región de Manaure y La Boca, al este de La Paz. Los terrenos en general son fértiles, exceptuando una gran parte de la formación colorada juratriásica, y se puede convertir en una despensa importante del país venciendo las dificultades de la escasez de agua que azota la región en los crudos veranos.

La ganadería vacuna está desarrollada principalmente en la parte baja de Valledupar, con matadero frigorífico. En las otras partes predomina el ganado cabrío y lanar y la cría de cerdos. Para el transporte se emplean mucho los burros, muy adecuados para la región, de escasos pastos en los tiempos secos.

La región es poco poblada, quedando grandes partes desiertas, principalmente en la frontera con Venezuela.

Las áreas y las poblaciones de los Municipios son:

Municipios	Area Km ²	Habitantes	Cabeceras	Altura sobre nivel del mar en metros
Valledupar	7.886	26.442	9.011	202
Robles (La Paz) . . .	4.290	14.329	2.235	157
Chiriguaná	3.624	11.709	3.302	50
Villanueva	343	10.851	5.830	250
San Juan de Cesar . . .	1.111	11.618	3.358	223
Fonseca	463	7.934	2.987	192
Barrancas	798	6.191	1.438	157
Riohacha	3.492	13.068	5.953	32

Las cabeceras tienen el nombre del Municipio, con excepción de La Paz, cabecera del Municipio de Robles.

De estos Municipios, que antes pertenecieron al Departamento del Magdalena, fueron agregados en 1953 a la Intendencia de La Guajira los de Villanueva, San Juan de Cesar, Fonseca y Barrancas, además los Corregimientos Badillo, del Municipio de Valledupar, y Manaure, del Municipio de Robles. De mucha importancia para el desarrollo ha sido una inmigración santandereana efectuada en los últimos años, principalmente en el Municipio de Robles. Estos activos colonos están entrando desde Manaure y La Boca a la montaña y a la frontera venezolana, ocupando, rozando y cultivando las hoyadas de los ríos Chiriaimo y Manaure.

Clima

El clima es en general sano pero muy fuerte en las partes bajas, las más habitadas, produciendo el alto calor (30° C.) y la falta de ventilación en los valles bajos (0 a 200 metros), encerrados entre altas montañas, efectos desfavorables sobre la actividad de la gente y la productividad de los animales. Cierta alivio traen las brisas del Noreste, que soplan desde diciembre hasta marzo. La plaga de mosquitos y paludismo es muy reducida, presentándose principalmente en las zonas arroceras (Baudillo, Hatillo, Distracción) y de Valledupar hacia abajo a los ríos Magdalena y Cesar. En la montaña, hasta los 1.500 metros, el clima es más agradable, principalmente en las partes refrescadas por los vientos provenientes de la cima de la cordillera y los nevados. Las partes más altas tienen fríos correspondientes a sus elevaciones sobre el mar, con una vegetación paramuna (gramíneas, frailejones, matorrales).

El régimen climatérico se caracteriza por estaciones bastante definidas. El verano se extiende desde mediados de noviembre hasta marzo; la estación de lluvias, desde septiembre hasta mediados de noviembre, siendo los demás meses de un clima inestable.

El caudal de aguas cambia mucho con las estaciones. Hay quebradas que se secan totalmente en el verano. Pero el cauce relleno de enormes bloques de rocas pulidas revela la fuerza de las aguas en las avenidas invernales, que causan grandes inundaciones en el valle del Cesar. El cambio del caudal de agua debe tenerse muy en cuenta al proyectarse plantas hidroeléctricas.

La vegetación natural, del tipo subxerofítico en las partes bajas, corresponde a un clima árido, caracterizada por una forma achaparrada y tropófila (dividivi, cactus, rastrojos espinosos).

Vías de comunicación

La principal vía de comunicación es la carretera de Santa Marta-Riohacha, de 483 kilómetros de longitud, conectada en Fundación con la de Barranquilla. Las distancias desde Santa Marta son: a Valledupar, 260 kilómetros; a La Paz, 278 kilómetros; a Villanueva, 313 kilómetros, y a Barrancas, 373 kilómetros. En La Paz empalma la vía de la Troncal de Oriente (Bogotá-Cúcuta-Riohacha). La distancia de La Paz a San Diego es de 6 kilómetros. De La Paz parten hacia el Este la carretera a Manaure (18 kilómetros) y a La Boca (15 kilómetros). Hay ramales que conectan los corregimientos La Jagua de Pedregal, Urumita y Molino con la vía principal, servidos todos los pueblos por líneas de buses. Además existen numerosos carreteables, en parte transitables sólo en tiempos secos, a haciendas y caseríos. Se está construyendo una vía de La Jagua de Pedregal a Manaure, pasando por El Plan.

Los puertos marítimos son Riohacha y Santa Marta. Campos de aviación existen en Santa Marta, Fundación, Valledupar, Villanueva y Riohacha.

Fuerzas hidráulicas

Para el desarrollo de fuerzas hidráulicas se presentan buenas condiciones por existir en las montañas fuertes desniveles y una multitud de saltos y cascadas con buenos caudales de agua. Esta energía natural, de fácil aprovechamiento, se encuentra olvidada, pues los Municipios en vez de utilizar estas fuentes baratas de energía, situadas a cortas distancias, están haciendo uso de plantas térmicas que demandan altos gastos de explotación. No se puede pasar por alto la importancia que tendría el suministro de energía barata para el desarrollo en general, industrial, minero y agrícola de la región.

GEOLOGIA

Generalidades

Las regiones de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la vecina Serranía de Perijá son geológicamente muy heterogéneas, presentándose formaciones desde el Precambriano hasta el Cuaternario, con sedimentos marinos y continentales normales y metamorfoseados, en parte exentos de fósiles o con fósiles mal conservados y difícilmente determinables, y con rocas ígneas intrusivas, extrusivas y piroclásticas de distintas épocas, afectadas por varios movimientos tectónicos de mayor o menor escala.

Este terreno es, pues, un campo difícil e interesante a la vez para estudios geológicos, quedando todavía bastantes incertidumbres y vacíos por aclarar y llenar. De mucha importancia fueron los descubrimientos del Paleozoico (Devoniano al Permiano por TRUMPY y GANSSEER, 1943), desconocidos todavía en 1940 por V. OPPENHEIM.

Las formaciones que constituyen el terreno de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la Serranía de Perijá y de los valles de Cesar y Ranchería que separan estas montañas son las siguientes:

Precambriano hasta Predevoniano

Rocas cristalinas, de basamento de edad predevoniana y probablemente en su mayor parte precambriana, afloran en grandes áreas y en diferentes niveles en la Sierra Nevada de Santa Marta: en su parte central, en la región de Santa Marta al este de Fundación y en el distrito de San Sebastián. De la región septentrional existen escasos estudios geológicos. Su edad, por falta de fósiles, no puede definirse sino por correlación estratigráfica. El basamento se compone de rocas muy metamorfoseadas de origen sedimentario e ígneo, intensamente plegadas y fracturadas, con características similares a la composición del escudo de la Guayana y del Brasil (A. GANSSEER, 1955), tales como esquistos cristalinos hornbléndicos, micáceos y cloríticos, filitas, cuarcitas, neis, anfibolitas y granitos precambrianos y predevonianos. En la parte nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta y al sur de la Sierra, en Cerro de Chimichagua, se presentan las mismas rocas, principalmente esquistos cristalinos hornbléndicos y granitos.

Este bloque probablemente fue levantado ya al principio del Paleozoico, en su totalidad o en su mayor parte, y quedó desde ese tiempo continente, fluctuando su altitud sobre el nivel del mar en las distintas épocas, pues no se conocen en su interior sedimentos marinos de menor edad o ellos se reducen a una estrecha faja de 300 metros de cuarcitas y calizas cristalinas (mármoles) encontradas por *Gansser* en la región de Chundua y atribuidas por él provisionalmente al Paleozoico moderno. Las demás rocas son de origen ígneo o continental, de edad juratriásica. En los bordes de la Sierra Nevada se depositaron sedimentos marinos cretáceos y terciarios, hoy en posición elevada.

En la Serranía de Perijá no se conocen en su basamento las rocas bien cristalinas de la Sierra Nevada de Santa Marta sino rocas arcillosas y areniscosas predevonianas de mediano metamorfismo transgredidas por sedimentos marinos devonianos (conglomerados).

Neopaleozoico

Del Paleozoico se conocen en la Serranía de Perijá el Devoniano, el Carboniano y el Permiano, al este de Manaure y La Boca, y el Carboniano en El Cerrejón al NE de Barrancas, aflorando estos grupos, según el mapa geológico-tectónico de Venezuela, en la misma latitud también en ese país.

El Paleozoico falta en el Cerro de Chimichagua; en el Municipio de Chiriguaná fue localizado el Devoniano en la región de Santa Isabel-Curumani; más al Norte fueron encontrados en conglomerados juratriásicos aglomerados de calizas permianas. En la Sierra Nevada de Santa Marta ya se ha mencionado el supuesto Paleozoico moderno de la región de Chundua, de edad indefinida.

El Devoniano se compone, cerca de Manaure, de cuarcitas, areniscas amarillosas ferruginosas y esquistos arcillosos compactos y sedosos. Su espesor es de unos 400 metros. La fauna encontrada es del Devoniano medio. Existe una notoria disconformidad con los estratos subyacentes predevonianos. Más al Sur empieza el Devoniano medio en la región de Santa Isabel al SEE de Chiriguaná con una disconformidad, sobrepuesto por el Juratriásico (TRUMPY, 1943).

El Carboniano aflora en la quebrada Honda, afluente del río Manaure unos 8 kilómetros al este del pueblo de este nombre, con calizas, liditas, rocas arcillosas, gris verdes, arcilla arenosa y un conglomerado en su parte baja. Las calizas tienen unos 120 metros de espesor, son cristalinas, gris claras y llenas de detritos orgánicos. Particularmente se distinguen (comunicación verbal de H. BÜRGL) corales, los cuales son también recristalizados, además briozoos y braquiópodos. Se ha determinado un rumbo de N 50 W con buzamiento de 55° hacia el SW. Pero parece que tienen una inclinación menor en la banda derecha de la quebrada Honda, donde aparecen en escarpes verticales. La misma caliza se presenta en bloques rodados en el río Chiriaimo, cerca de La Boca. El espesor del Carboniano puede ser de unos 500 metros.

El Permiano fue determinado por Fusulinideos y Cephalópodos (THOMSON & MILLER, 1949); tiene un espesor de 200 metros al este de Manaure (TRUMPY, 1943). Está compuesto de calizas grises, arcilla pizarrosa negra compacta y contiene también liditas. Más al Sur, en Santa Isabel, Municipio de Chiriguaná, solamente se encontraron calizas permianas en conglomerados juratriásicos. Según el mapa geológico-tectónico de Venezuela, existe el Permo-Carboniano también en el extremo septentrional de los Montes de Oca, en el límite entre Colombia y Venezuela.

En la Sierra Nevada la zona de los nevados la componen rocas intrusivas de esta época (monzonitas y granodioritas), rocas extrusivas y efusivas (pórfidos, dacitas, riolitas, lavas, tobas), y su borde suroriental al SW de Valledupar lo forman sedimentos colorados, con un espesor de 1.500 metros.

Juratriásico

En la Serranía de Perijá faltan las rocas intrusivas cristalino-granulares. Aquí el Juratriásico se caracteriza por sedimentos colorados, areniscas arcillosas y arcillas arenosas pizarrosas y rocas extrusivas porfídicas (dacitas y riolitas con su séquito efusivo de material piroclástico, tobas, lavas y derrames de tonos rosados, violáceos y claros, intercalados en distintos horizontes de los sedimentos). El sistema tiene en su base un conglomerado con guijarros gruesos de rocas metamórficas e ígneas, no colorados. Más arriba se encuentran varios horizontes de conglomerados con material colorado más menudo y areniscas y piza-

rras con un grano más fino. En la parte superior se presenta mica en los estratos colorados, y disminuye la proporción de material ígneo intercalado. La parte alta de la formación colorada posiblemente pertenece ya al Cretáceo inferior debido a que H. KARSTEN (1886) menciona amonitas de esta edad en estratos rojos situados al SSW de Urumita. En la misma región encontró O. RENZ moluscos e impresiones dudosas de Amonitas en calcáreos intercalados en areniscas coloradas y arcillas arenosas con maderas silificadas cerca del límite superior de la formación colorada.

A veces los estratos rojos muestran frentes claras grisblancas, principalmente en escarpes en los cerros Pintado y Colorado, debido a la meteorización o películas de hongos. Este aspecto gris-blanco a distancia puede ser engañoso, por su apariencia a calizas, dando lugar a confusiones en ligeros reconocimientos del terreno.

El sistema del Juratriásico en la Serranía de Perijá es muy potente en su extensión vertical y horizontal. Posiblemente tenía un espesor de 2.500 hasta más de 4.000 metros, variando éste en grandes límites debido a fuertes erosiones precretáceas. La formación colorada aflora en esta cordillera en el lado colombiano, con interrupciones, en una longitud de más de 300 kilómetros: al sureste de Chiriguana, en La Jagua de Ibirico, al noroeste de Chiriguana, al este de Codazzi, en las regiones de San Diego, La Boca, Manaure, La Jagua de Pedregal, Urumita, Villanueva, Molino, en los cerros Colorado, Pintado y Lube, posiblemente también en el Cerro Capuchino, al NE de Molino, y en Portachuelo, al SE de El Cerrejón. Según el mapa geológico-tectónico de Venezuela, existe el Juratriásico en este país en el norte de los Montes de Oca y en el sur de la Sierra de Medina. Las múltiples intercalaciones de material ígneo (piroclástico, tobas, lavas) en estratos juratriásicos colorados de carácter continental, indican una duración muy larga del volcanismo en la Serranía de Perijá (como también en la parte suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta), siendo éste más intenso al principio y disminuyendo al final de esta época. Según W. H. Nelson (comunicación verbal) los pórfidos (riolitas y dacitas) de la Serranía de Perijá tienen las características típicas de las rocas efusivas de Payandé y Natagaima (Departamento del Tolima), donde se les atribuye una edad mesozoica (preapritiana). En el subsiguiente Cretáceo de la Serranía faltan rocas ígneas.

Con las intrusiones y extrusiones ígneas tienen aparentemente relación las numerosas manifestaciones de minerales de cobre conocidas entre San Diego y El Cerrejón, es decir en un trayecto de más de 90 kilómetros, con una continuación probable hacia el Sur hasta Codazzi y La Jagua de Ibirico, y hacia el Norte hasta la península. La zona más interesante parece ser la comprendida entre el Cerro Quitafrió, situado a 6 kilómetros al sur de San Diego y Molino. En la Sierra Nevada de Santa Marta se manifiesta el cobre en Chantre, Camperucho y Diluvio. Los afloramientos de cobre se presentan principalmente en la zona de contacto entre las rocas ígneas y los sedimentos colorados, donde se formaron los apropiados canales para el flujo de las soluciones hidrotermales cupríferas. El cobre se depositó como impregnación en los sedimentos y en la roca ígnea y en filones y filoncitos de cuarzo de la zona de contacto. Los sedimentos rojos desteñidos y silificados (mina Botella) indican un leve metamorfismo de contacto.

Hacia el fin del Jurásico son muy característicos en la parte central de la Sierra Nevada de Santa Marta (Atanquez y cabeceras del río Aracataca) los numerosos diques ácidos (aplitas y cuarzo-pórfidos) básicos (basaltos y diabasas) con direcciones generales E-W y SWW-NEE, faltando en la Serranía de Perijá. Los diques básicos por atravesar los ácidos tienen una edad menor que éstos. Probablemente los diques corresponden a antiguas líneas tectónicas y representan la última fase de intrusiones.

Cretáceo

El Cretáceo empieza con el hundimiento de la parte suroriental y nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Serranía de Perijá, y con una transgresión del mar sobre los estratos continentales del Juratriásico que sufrieron fuertes erosiones en el tiempo antecedente y sobre otras rocas de mayor edad. La transgresión se efectuó por lo menos en el Hauteriviano por encontrarse en las calizas de La Paz fósiles de esta edad: *Exogyra boussingaultii* Dietrich non D'Orbigny, según el examen de H. Bürgl.

El Cretáceo inferior, comprendiéndolo entre el Hauteriviano al Albiano medio, tiene una grande extensión en el borde occidental de la Serranía de Perijá entre Chiriguaná y El Cerrejón, al NE de Barrancas, y se presenta también en el flanco oriental de la Serranía en Venezuela, llamado allí formación Cogollo. Además está expuesto al SE y al NE (Jaguey al E de Barrancas y al sur de Cuestecita) de la Sierra Nevada de Santa Marta. H. KARSTEN (1886) menciona calizas de esta edad en el norte de la Sierra en las quebradas Palomino y El Volador.

El Cretáceo más inferior, con más de 1.000 metros de espesor, se caracteriza principalmente por calizas grises con intercalaciones de pizarras y lilitas, encontrándose en su base conglomerados y areniscas cuarcíticas. Estas areniscas se presentan con grandes espesores al SE de la Sierra Nevada. En la Serranía de Perijá existe al este de Manaure, entre Florida Blanca (2.600 metros) y el Cerro del Avión (3.600 metros) una serie de estratos poco inclinados con un espesor de unos 600 metros sobrepuestos a la formación colorada, varios horizontes de conglomerados de cuarzo blanco o claro, areniscas conglomeráticas y cuarcíticas, de grano mediano y pocas arcillas arenosas. Por falta de fósiles la edad de estos estratos es insegura, pero por correlación estratigráfica se les puede atribuir al Cretáceo inferior. Encima de ellos yacen localmente y en altitudes de más de 3.000 metros sedimentos claros arenosos y conglomeráticos cuarzosos poco compactados, que parecen ser de origen fluvial o lacustre. Faltan en esta parte calizas. Muy dudosa es la comentada existencia de calizas en el vecino cerro El Pintado, pues en los nacimientos del río Villanueva y a poca distancia de los paredones de este cerro se presenta la formación colorada del Juratriásico, con rocas porfídicas y sedimentarias, y no se han encontrado calizas en los arroyos. Los paredones claros, no visitados, pueden ser mantos de la formación colorada blanqueada por meteorización o por una película de hongos, que anteriormente se ha mencionado, o areniscas.

En la parte baja de la Serranía de Perijá abundan calizas del Cretáceo inferior, de buena calidad, expuestas en muchos puntos, y en gran-

des volúmenes de muchos millones de toneladas y de fácil explotación: entre San Diego y La Paz, a poca distancia al NE de La Paz, al este de La Jagua de Pedregal, al este de Villanueva y Molino; en Buenavista, Fonseca y Barrancas y otros puntos más, beneficiados hoy en escala muy reducida en pequeños hornos de cal. Los análisis de unas muestras dieron los siguientes resultados:

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaCO ₃	MgCO ₃
La Paz	1.00	0.48	0.66	97.5	0.53
Villanueva	10.70	1.45	1.55	83%	2.8
Molino	7.9	1.12	0.08	90%	0.5
Barrancas	3.40	0.64	0.14	95.7	0.4

Estas calizas, por su calidad y abundancia, se pueden utilizar para usos agrícolas y en combinación con los grandes yacimientos de carbón (El Cerrejón, La Jagua de Ibirico) para el desarrollo de la industria de cemento en grande escala.

El Cretáceo superior (Cenomaniano y Turoniano) está desarrollado en el valle del río Ranchería, en la región de Papayal y Hato Nuevo. Esta formación se compone de estratos blandos, pizarras gris parduscas o negras y areniscas con intercalaciones de bancos y lentes de calizas, y corresponde a la serie de Colón de Venezuela. Según OPPENHEIM (1940), puede alcanzar un espesor de 1.000 metros, destruída en gran parte por la erosión.

Terciario

Del *Terciario inferior* se presenta el *Eoceno* en el borde occidental de la Serranía de Perijá en dos regiones, distantes 200 kilómetros una de otra: en El Cerrejón, Municipio de Barrancas, y en La Jagua de Ibirico, Municipio de Chiriguaná. Varias capas explotables de carbón con un alto valor calorífico dan a esta formación una gran importancia económica. La formación carbonífera de El Cerrejón está cubierta en gran parte por depósitos cuaternarios. Tiene un espesor de 1.000 y se compone de areniscas pardas y rojizas, pizarras arcillosas y capas delgadas de lilitas y calizas, con buzamientos hacia el Este. Las capas de carbón tienen espesores de unos pocos centímetros hasta más de cuatro metros, mostrándose en el mismo manto engrosamientos y adelgazamientos debido a fuertes presiones que afectaron estos sedimentos. El límite oriental de esta formación carbonífera es una falla de cabalgamiento (en el cerro Cerrejón) que la pone en contacto con calizas del Cretáceo inferior y con las rocas coloradas del Juratriásico; el límite occidental corre más o menos paralelo al río Ranchería. No se conoce la prolongación hacia el Sur por la cubierta de depósitos cuaternarios. Hacia el Norte y Noreste se han localizado carbones en varios sitios por perforaciones de compañías petroleras y en la carretera de Cuestecita a Carraipía en la Península de La Guajira. En la región de El Cerrejón se han efectuado extensas exploraciones de carbón por el Instituto de Fomento Industrial. Por medio de 150 perforaciones con una longitud total de 10.000 metros y una profundidad máxima de 140 metros por perforación, fueron determinadas reservas probadas de 36 millones de toneladas y reservas probables de

212 millones de toneladas de carbón con un alto valor calorífico de más de 6.500 hasta 8.000 calorías. Se han encontrado 21 mantos con un espesor de carbón de 74.65 metros en una de las secciones estudiadas.

En el corregimiento de La Jagua de Ibirico, Municipio de Chiriguaná, aflora el Eoceno carbonífero, al este de la población y del río Sonoria, en el borde occidental de la Serranía de Perijá. Se presenta en un sinclinal y anticlinal con dirección NNE-SSW, en una longitud de 15 kilómetros y un ancho de 7 a 8 kilómetros, con una probable continuación hacia el Sur, cubierta por depósitos cuaternarios. Se compone de conglomerados, areniscas en parte cuarcíticas grises, pardas y rojizas, y pizarras arcillosas oscuras. En las pocas exploraciones efectuadas hasta hoy fueron encontrados seis mantos con buzamientos muy variables (hasta 50°), cuya continuidad todavía no está comprobada. Entre éstos se destacan dos mantos: uno con un espesor de 1.4 hasta 2.5 metros, el otro de 3.2 hasta 5.5 metros. El carbón tiene un valor calorífico que varía entre 6.500 y 7.600 calorías.

Ultimamente se ha hablado en la región de manifestaciones de carbón al norte de Manaure. Aunque no parece que se trata allá de depósitos de importancia, sería de interés ante todo geológico obtener muestras y más datos al respecto para poder definir su posición geológica (¿relicto del carbón eoceno? o ¿de mayor edad?).

En el *Terciario medio y superior* fueron depositados sedimentos marinos y de agua semisalada, cubiertos parcialmente por el Cuaternario, en grandes áreas alrededor de la Sierra Nevada. Emanaciones de gas y petróleo encontrados en ellos motivaron extensas exploraciones de compañías petroleras, por perforaciones, en la Península de La Guajira, El Cerejón, La Jagua de Ibirico y al sur de Caracolí. Los resultados no son muy halagadores. Además, se han encontrado en estos estratos carbones ligníticos que pueden tener importancia local, por ejemplo en Fundación y Tomarrazón. En la zona comprendida entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, el Terciario en gran parte está cubierto por el Cuaternario y en parte destruido por erosión. El Mioceno, Oligoceno y Plioceno se conocen en el curso bajo del río Ranchería, en la Península de La Guajira.

Cuaternario

Sedimentos cuaternarios ocupan grandes extensiones en los valles principales, en La Guajira y a lo largo de las playas del Mar Caribe, formando terrazas en los bordes de la Serranía de Perijá y de la Sierra Nevada de Santa Marta. Las terrazas altas del río Cesar probablemente son pleistocenas. De interés paleontológico son restos de un megaterio de la era cuaternaria, encontrados hace años en las Sabanetas de la Montaña, en el Municipio de San Juan de Cesar.

Numerosos lagos y morrenas, en la parte alta de la Sierra Nevada de Santa Marta, dan testimonio de una larga glaciación que empezó después de un fuerte levantamiento (de 2.000-3.000 metros) postplioceno. No hay indicios de glaciaciones anteriores. En el Pleistoceno bajaron los

glaciares hasta 2.700 metros debido al clima más frío de esta época, con una retrogresión sucesiva a 3.500 y 3.900 metros de altitud. El actual nivel de las nieves perpetuas está a 4.800 y 4.900 metros de altitud. En la Serranía de Perijá existen indicios de una glaciación a 3.400 en el Cerro del Avión.

GEOLOGIA HISTORICA

Basado en los conocimientos actuales de las diversas formaciones geológicas, sus edades, facies, plegamientos, dislocaciones, distribuciones geográficas y relaciones con rocas ígneas, se revela un cuadro general del desarrollo de la región en cuestión. No se aspira a que este bosquejo sea perfecto, pues existen todavía bastantes vacíos e incertidumbres en nuestros conocimientos geológicos.

Entre las dos cordilleras tan cercanas, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá, existen diferencias geológicas muy marcadas. El macizo de la Sierra Nevada se compone principalmente de rocas muy metamórficas precambrianas o predevonianas, rocas ígneas paleozoicas o paleozoicas y juratriásicas presentándose en su borde suroriental sedimentos juratriásicos de carácter continental. No se han encontrado allí sedimentos marinos, con excepción de una faja estrecha en Chundua, de una edad no bien definida, atribuida por A. GANSSER, provisionalmente, al Paleozoico moderno. De esto se deduce que la Sierra era desde esta época en su totalidad, o en su mayor parte, un bloque terrestre. La Serranía de Perijá, al contrario, fue al principio del Paleozoico mar (geosinclinal), depositándose sobre el Predevoniano sedimentos marinos desde el Devoniano hasta el fin del Permiano, con una grande disconformidad. El subsiguiente Juratriásico se caracteriza por intensas erupciones volcánicas de larga duración, extrusiones de rocas porfídicas del tipo de dacitas y riolitas e intrusiones de las correspondientes rocas cristalino-granulares (monzonitas y granodioritas) en la parte alta de la Sierra Nevada. Los sedimentos en general ya no son marinos sino de carácter continental, provenientes del material ígneo, depositados en grandes áreas en la Serranía de Perijá y en el borde suroriental de la Sierra Nevada. Al principio del Cretáceo se efectuó un hundimiento de la Serranía de Perijá y de la parte oriental y septentrional de la Sierra Nevada, dando lugar a una transgresión del mar cretáceo. Al fin del Cretáceo o al principio del Terciario empezó el levantamiento y plegamiento andino, erigiendo la Serranía de Perijá y separándola de la Sierra Nevada por la cuenca de los ríos Cesar y Ranchería, donde se depositaron los sedimentos terciarios. El eje de la Serranía y los elementos estructurales y tectónicos de ésta tienen una dirección general SSW-NNE. El movimiento andino perduró con mayor o menor intensidad durante el Terciario, acentuándose al fin de esta época o al principio del Pleistoceno, manifestándose por el plegamiento de los estratos terciarios y un gran levantamiento (de 2.000 a 3.000 metros) del macizo de la Sierra Nevada, que dio lugar a la glaciación de su parte alta. Otros fenómenos importantes de esta época son la Falla de Santa Marta (YOUNG et al., 1956), en su parte septentrional con dirección E-W. En el sureste de la Sierra predominan las líneas estructurales (andinas) de la Serranía de Perijá, con

dirección SSW-NNE. El macizo de la Sierra Nevada se compone de rocas características del escudo Guayana. Su forma triangular corresponde a los principales elementos estructurales (lineamientos) observados también en el escudo de Guayana (A. GANSSE, 1954). La Sierra Nevada se considera hoy como una parte de la Cordillera Central, separada por la Falla de Santa Marta y una translación de unos 120 kilómetros de la parte oriental de ésta hacia el N (RAASVELDT, 1956). El río Magdalena, que corrió antes en todo el flanco oriental de la Cordillera Central, es decir, por la cuenca del Cesar, entre la Sierra Nevada y la Serranía de Perijá, fué desviando su dirección NE hacia el NNW por esta Falla y el hundimiento de la fosa tectónica de Ariguani, formándose el río Cesar con un curso inverso, hacia el SW. Otra translación lateral se efectuó en dirección E-W a lo largo de la Falla de Oca (E. ROD, 1956), separando el basamento de La Guajira de las rocas correspondientes de la Sierra Nevada de Santa Marta.

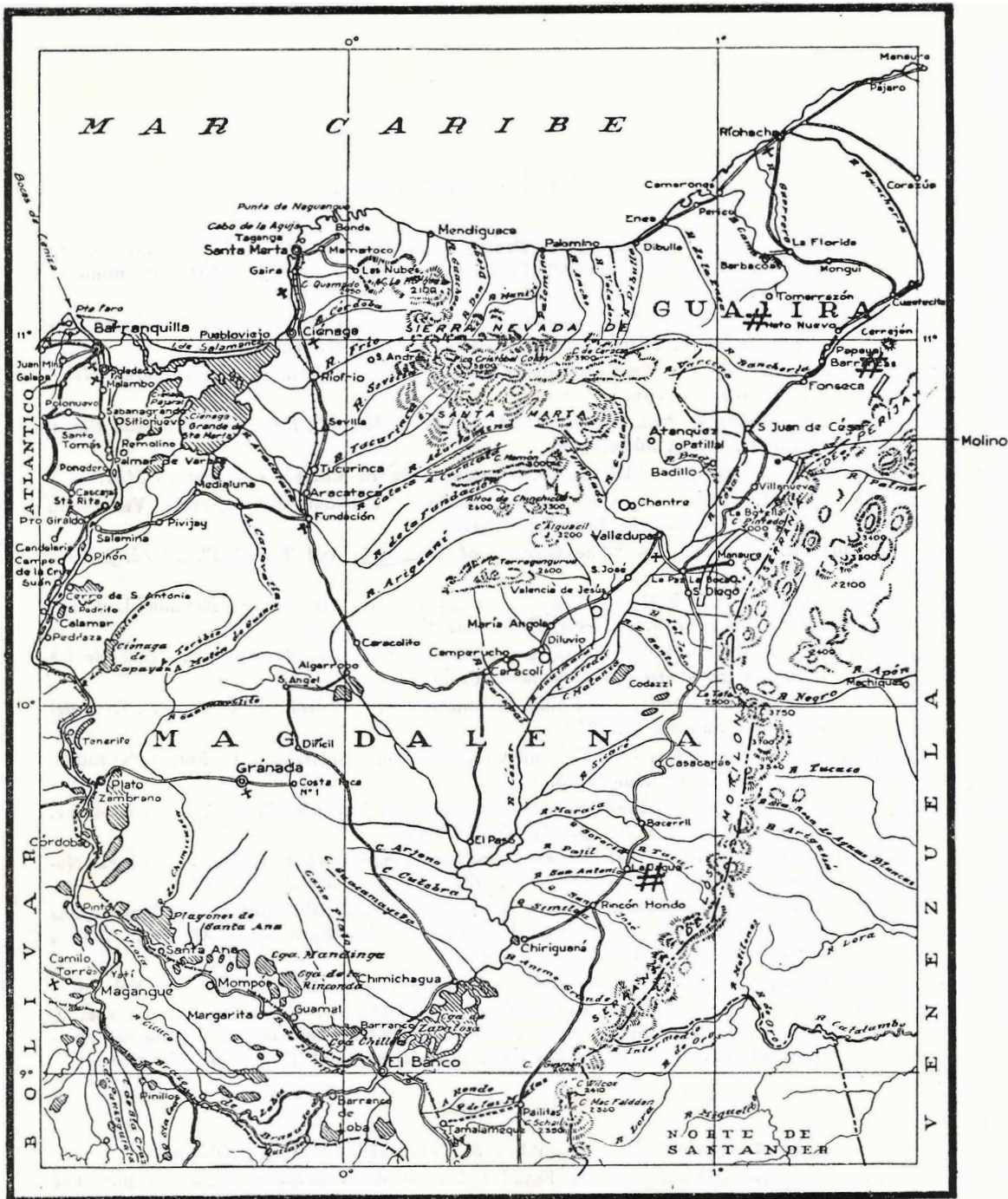
El Cuaternario se caracteriza por la erosión, acarreo y sedimentación de materiales no compactos, por la formación de sabanas y terrazas en los valles (Cesar, Ranchería) y por las playas en la costa del Mar Caribe. Esta acción de las aguas está sustituida en los nevados de la Sierra Nevada de Santa Marta por la del hielo y de la nieve que se deslizan lentamente en forma de glaciares, erodando, transportando y acumulando material en morrenas, formando lagos glaciares y alimentando ríos. El Cuaternario no está exento de movimientos tectónicos con empujes del E al W, que en general hoy poco se registran, siendo éstos muy débiles. Indicios de estas fuerzas son desplazamientos de los ríos Magdalena, Cauca y Sinú hacia el Oeste, observados en el río Magdalena, en Puerto Berrío, río Nuevo y Mompós.

B I B L I O G R A F I A

- BERGT, W. (1888). — “Beitrag zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta und der Sierra de Perijá”. *Tschermaks min. u. petrogr. Mitt.*, 10, números 4-5, Wien.
- GANSSEER, A. (1955). — “Ein Beitrag zur Geologie und Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta”. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* Vol. 35.
- GERTH, H. (1955). — “Der geologische Bau des sudamerikanischen Kordillere”. *Gebr. Borntraeger*, Berlín.
- GUHL, E. (1950). — “La Sierra Nevada de Santa Marta”, *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas*, vol. 8, número 29.
- HETTNER, A. (1885). — “Die Sierra Nevada de Santa Marta”. *Petermanns Mitt.*
- KARSTEN, H. (1886). — “Géologie de l' Ancienne Colombie Bolivarienne, Venezuela, Nouvelle Grenade et Ecuador”, Berlín.
- LIDDLE, R. A. (1946). — “The Geology of Venezuela and Trinidad”. 2ª ed. Ithaca, New York.
- NOTESTEIN, F. B. (1939). — “The Cabot expedition to the Sierra Nevada de Santa Marta”. *Geogr. Rev.*, New York, vol. 29.
- OPPENHEIM, V. (1940). — “Geología del Departamento del Magdalena”. *Comp. de los estudios geol. ofic. en Colombia*. Tomo 5.
- RAASVELDT, H. C. (1956). — “Fallas de rumbo en el nordeste de Colombia”. *Rev. del Petróleo*, número 64, 1956.
- RAMÍREZ, J. E. (1939). — “Una nueva expedición científica a la Sierra Nevada”. *Juv. Jav.*, A 6, número 25.
- ROD, E. (1956). — “Strike-slip faults of Northern Venezuela”. *Bull. Americ. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 40, pp. 457-476, 12 figs.
- SIEVERS, W. (1888). — “Erläuterungen zur geognostischen Karte der Sierra Nevada de Santa Marta”. *Zeitschr. Gesellsch. f. Erdk.* Bd. 23, N° 137.
- THOMPSON, M. L. & MILLER, A. K. (1949). — “Permian Fusulinids and Cephalopods from the Vicinity of the Maracaibo Basin in Northern South America”. *Journ. Paleont.*, vol. 23, N° 1, pp. 1-24, 8 pls.
- TRUMPY, D. (1943). — “Precretaceous of Colombia”. *Bull. Geol. Soc. Am.* Vol. 54.
- YOUNG, G. A., BELLIZIA, A., RENZ, H. H., JOHNSON, F. W., ROBIE, R., MASVAL, J. (1956). — “Geología de las cuencas sedimentarias de Venezuela y de sus campos petrolíferos”. *Bol. de Geología*, Publ. Espec., N° 2, 140 pp., Caracas.

Mapas:

- Mapa geológico general de la República de Colombia (1945) 1:2.000.000.
- Mapa geológico-tectónico de los Estados Unidos de Venezuela, publicado por The Geological Society of America 1950 1:1.000.000. Recopilado por W. A. Bucher.



○ Cobre
Carbón

MINISTERIO DE MINAS Y RETROLEOS
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL
MAPA INDICE DE LA REGION
RIO CESAR—RIO RANCHERIA
ESCALA 1 2000 000

AUTOR:
Roberto Wokittel
Geólogo Minero Jefe

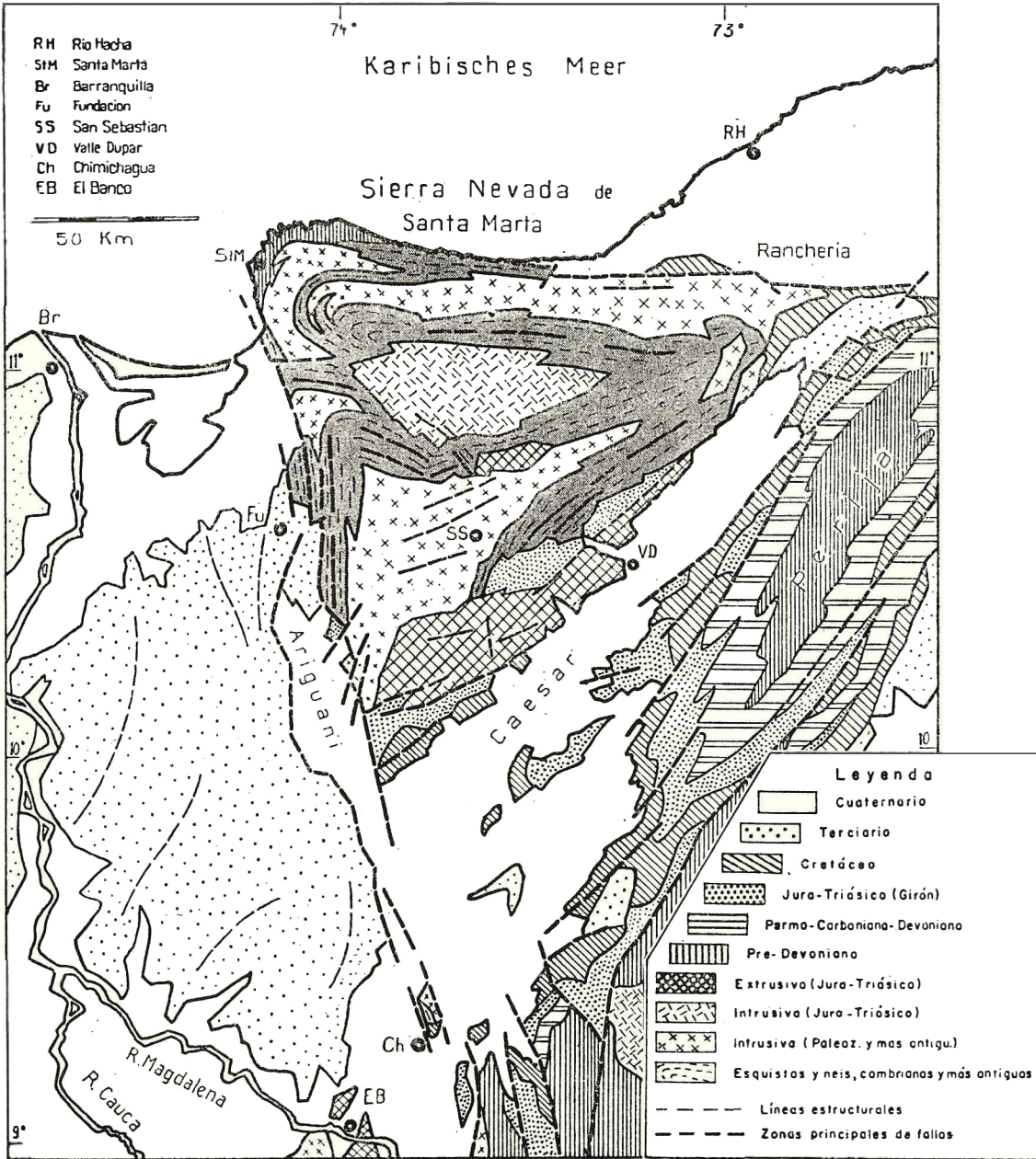


Fig. 2. — Croquis geológico de la Sierra Nevada de Santa Marta y alrededores según A. Gansser 1955.

**LA FORMACION CUPRIFERA DE LA SERRANIA DE PERIJA
(INTENDENCIA DE LA GUAJIRA Y DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)**

**INFORME No. 1193, PARTE B
(con 3 figuras)**

**POR
ROBERTO WOKITTEL
JEFE DE GEOLOGIA ECONOMICA**

C O N T E N I D O

	Páginas
Resumen	55
Introducción	57
Datos históricos	59
Yacimientos del tipo <i>porphyry ore</i>	60
Formación cuprífera de la Serranía de Perijá	61
Exploración y explotación	64

R E S U M E N

El presente informe trata de una zona cuprífera de unos 50 kilómetros de longitud por 10-12 kilómetros de ancho, situada en el flanco occidental de la Serranía de Perijá, entre San Diego, Municipio de Robles (La Paz), Departamento del Magdalena, y Molino, Municipio de Villanueva, Intendencia de La Guajira. En esta región se encuentran varias minas de cobre tituladas, con dimensiones de dos por dos kilómetros cada una, sin trabajos de explotación y sin conocer su valor comercial.

Los yacimientos son del tipo de "minerales porfídicos" (porphyry ore), que comúnmente ofrecen grandes volúmenes de minerales con un tenor bajo de cobre. Ellos no tenían valor comercial en el siglo pasado, pero cobraron importancia desde el principio del actual siglo, y en Chile desde 1915. Hoy rinden más del 30% de la producción mundial de cobre, siendo minerales con menos del 1% de Cu. Estos resultados se deben a los adelantos de la técnica minera y de beneficio de minerales y a la explotación moderna en grandes escalas. Yacimientos de otra índole requieren 3-6% Cu para ser explotables.

En la Serranía de Perijá, por tratarse de yacimientos irregulares y en general pobres pero de grandes extensiones, debe descartarse de antemano la probabilidad de su explotación económica en pequeña escala. Una comprobación de este concepto la dan los resultados poco satisfactorios obtenidos hasta hoy. La razón está en que para la utilización de depósitos de esta índole se requieren grandes capitales y una adecuada organización. Antes de pensar en la explotación debe procederse a hacer extensos estudios y exploraciones de la superficie y del subsuelo, para determinar los volúmenes disponibles de minerales con sus tenores promedios de cobre, las condiciones de mineralización en la profundidad, los métodos más apropiados para la explotación (tajo abierto o trabajos subterráneos) y los sistemas de beneficio de minerales (lixiviación, flotación, etc.). Las muy numerosas manifestaciones de cobre de la Serranía de Perijá indican una extensa mineralización cuyo valor para una explotación moderna se desconoce.

Por consiguiente, y en vista de la importancia que podría tener el cobre de esta región para la economía del país según el consumo interior y exterior, conviene definir pronto la explotabilidad de la zona cuprífera.

La zona comprendida entre San Diego y Molino parece ser la más interesante. Mineralizaciones de cobre se conocen también al norte y sur de esta zona y en algunos puntos de la parte meridional de la Sierra Nevada de Santa Marta.

I N T R O D U C C I O N

A petición del Instituto de Fomento Industrial, interesado en el desarrollo de la minería de cobre, el suscrito fué encargado por la Resolución del Ministerio de Minas y Petróleos número 782 del 21 de agosto de 1956, de un ligero reconocimiento de una formación cuprífera, localizada en la Serranía de Perijá, para definir las posibilidades mineras de varias minas con títulos válidos pero sin explotación, situadas entre San Diego, Municipio de Robles, y Molino, Municipio de Villanueva. La comisión se llevó a cabo en el tiempo comprendido entre el 22 y el 31 de agosto. En el distrito visitado existen muy numerosas manifestaciones de cobre del tipo porphyry ore, aparentemente de un bajo tenor metálico. Su valor comercial no pudo definirse en la ligera inspección realizada. Sin embargo, se obtuvo un concepto general bastante favorable que justifica proponer una exploración minera en mayor escala para definir la explotabilidad de los yacimientos.

Manifestaciones de cobre existen también al Norte (hasta Cerrejón) y al Sur (hasta Codazzi) de la región visitada de la Serranía de Perijá y en la parte meridional de la Sierra Nevada de Santa Marta. La formación cuprífera tiene, pues, una extensión grande. El distrito visitado entre San Diego y Molino parece el más interesante.

DATOS HISTORICOS

Los yacimientos cupríferos de la Serranía de Perijá y de la Sierra Nevada eran conocidos en el tiempo colonial y se han explotado en escala reducida, probablemente sólo zonas ricas superficiales de óxidos de cobre y de cobre nativo. Según documentos, se elaboraron en el año de 1665 en Valencia, distrito de Valledupar, objetos de culto religioso católico (cálices, patenas, cupones, custodias, etc.), de cobre y de plata explotados en esta región. En Molino, Corregimiento de Villanueva, la campana mayor de la iglesia tiene una inscripción indicando que fué fabricada en 1775 con cobre del vecino cerro de Palangana, y hay varias campanas más de esta época. Con la Independencia (1819) probablemente se suspendieron todas las actividades mineras, por lo menos no existen datos al respecto. En 1870 el Gobierno encargó a los ingenieros Farrel y Grow un estudio de yacimientos en Diluvio, Camperucho, Revesado, San Diego y Codazzi, que antes se llamaba Espíritu Santo. Más o menos en 1880 una compañía minera francesa empezó trabajos de exploración y explotación de yacimientos de cobre en varios puntos. El ingeniero de esta empresa, M. Flory, afirma en 1883 que la formación cuprífera tiene una extensión de unos 150 kilómetros en el distrito de Valledupar y en la provincia de Padilla, que comprendió toda la región desde la costa hasta este distrito. Plantas de beneficio de minerales abandonadas en Camperucho, Diluvio y en los distritos de La Paz, San Diego (mina Volador, mina Riga) y en los Municipios de Villanueva y Fonseca atestiguan las actividades de la compañía. Los minerales se transportaron a lomo de mulas por pésimos caminos a los puertos de Santa Marta y Riohacha. Los trabajos se suspendieron en 1885. Aparentemente empezó una época de indiferencia e inactividad motivada en parte por guerras civiles.

Un nuevo interés por estos yacimientos de cobre se despertó durante la primera guerra mundial (1914-18) debido a la gran demanda de este metal estratégico. Desde 1915 el ingeniero español Francisco Díaz desarrolló una gran actividad con avisos y denuncios de minas y unos trabajos de exploración, así como una pequeña explotación. En el curso de poco más de dos años fueron denunciadas por él y por sus amigos, colombianos y extranjeros, 86 minas con área de cuatro kilómetros cuadrados (2.000 por 2.000 metros) cada una, consiguiendo los títulos para una parte de ellas. Díaz murió durante las negociaciones referentes a estas minas con grupos capitalistas americanos.

Al final de 1916 se iniciaron similares actividades por el ingeniero alemán Francisco Constantino Matthea y sus amigos. Entre los dos grupos se desarrolló una fuerte competencia, cubriendo ellos terrenos de menor importancia, solamente con el afán de no dejar ventajas al adversario. Al terminarse la guerra se perdió el interés por estos yacimientos de cobre y no se llevaron a cabo las negociaciones iniciadas referentes a su explotación. Los títulos de Díaz están hoy en su totalidad abandonados.

dos; los de Matthea, en gran parte revalidados. En los años de 1921, 1927, 1937 y 1950 figuran en los libros especiales de minas de los Municipios nuevos avisos de minas que se consideraron como abandonados. En la mayoría de estos casos no se adelantaron esfuerzos para los denuncios y para la titulación.

En resumen puede decirse que las iniciativas encaminadas al aprovechamiento de los yacimientos cupríferos de esta región no tenían hasta hoy éxitos aparentes, a pesar de que se han encontrado muchas manifestaciones de cobre en un área muy extensa. Para su explotación se han presentado dificultades sui géneris, pues se trata de una formación conocida con el nombre de *porphyry ore* (minerales porfídicos) por su relación con rocas ígneas porfídicas que generalmente tienen un bajo tenor de cobre. Estos minerales no se consideraban hasta principio del presente siglo explotables, pero hoy, debido a los adelantos en la técnica de explotación y beneficio de minerales, más del 30% de la producción mundial de cobre proviene de esta clase de yacimientos. Otro factor importante responsable para la paralización de la minería en esta región fué la falta de vías de comunicación. Existiendo actualmente buenas carreteras, se abren hoy, con la moderna técnica y con los buenos precios del cobre, perspectivas para el aprovechamiento de estos recursos minerales, que pueden ser solamente explotables en gran escala. A la explotación debe anteceder la debida exploración en mayor escala con los debidos recursos.

YACIMIENTOS DEL TIPO "PORPHYRY ORE"

La formación cuprífera de la Serranía de Perijá pertenece al tipo de *disseminated copper ores* (minerales de cobre diseminados). Ella está generalmente en relación con intrusiones de monzonitas o rocas similares, principalmente con sus partes superiores que tienen una estructura porfídica, razón por la cual este tipo de minerales se llama *porphyry* (minerales porfídicos). La masa principal de las rocas ígneas consiste en grandes cuerpos plutónicos hipoabisales cristalinos granulares, con una especie de eczemas de carácter porfídico. Las mineralizaciones se producen por soluciones, en general ácidas hidrotermales ascendentes en los bordes agrietados de la roca intrusiva, infiltrando ésta y las rocas intruídas a través de una red complicada de grietas, con reemplazos diseminados y fuertes alteraciones, y formando filones y venitas cuarzosas discontinuas. Las zonas metalíferas en general se acumulan a lo largo de ejes de intrusión que siguen las líneas tectónicas estructurales. Son características para este tipo de minerales: grandes extensiones de kilómetros de longitud y centenares de metros de ancho, con un tenor bajo de cobre. Su profundidad puede ser de varios centenares de metros. Se trata, pues, en este tipo de yacimientos, de inmensos volúmenes de minerales muy pobres, que a pesar de su baja ley pueden contener millones de toneladas de cobre, calculándose por ejemplo en 1936 una reserva de 6.2 millones de toneladas de cobre metálico —no de minerales de cobre— para los depósitos porfídicos de Bingham, Utah; 1.6 millones para Ray Arizona; 1.10 millones para Ajo Arizona; 1 millón para Ely Nevada, y 850.000 toneladas para Globe-Miami, Arizona. El yacimiento más grande de esta índole es el de Chuquicamata, Chile, con más de 700 millones de toneladas de mi-

nerales de baja ley. En la superficie de estos yacimientos se presentan zonas de oxidación y cementación con profundidades variables, según el nivel actual o antiguo de las aguas subterráneas, con un enriquecimiento secundario supergénico con óxidos y carbonatos de cobre nativo y ciertos sulfuros. Estas zonas son las más atractivas para la minería. Debajo de ésta se encuentran sulfuros primarios (calpopirita). Los *porphyry ores* cobraron importancia en los Estados Unidos desde el principio del presente siglo, en Chile desde 1915. Antes no tenían valor comercial; hoy se obtienen de ellos más del 30% de la producción mundial de cobre.

La explotabilidad de estos yacimientos depende del estado de la técnica de la explotación y del beneficio de minerales (lixiviación, flotación, etc.), del porcentaje de cobre en las minas y del precio del cobre. En general puede decirse que los límites de la explotabilidad se mueven con los adelantos de la técnica hacia concentraciones menores. Así, en Chuquicamata, Chile, sirvieron antes solamente minas con más del 2% de Cu, hoy se explotan económicamente minerales con menos del 1% Cu. En los Estados Unidos, yacimientos más pobres son objeto de la minería en escalas muy grandes. En 1917 se explotaron en Arizona, Utah, Nuevo Méjico, Nevada y Michigan 34.4, 26.4, 5.3 y 4.7 millones de toneladas de minerales porfídicos con 0.88%, 0.87%, 0.65%, 0.80% y 0.47% de cobre por tonelada, respectivamente. No se sabe dónde va a parar el límite mínimo de explotabilidad de estas masas pobres en cobre. Los resultados se deben principalmente a la magnitud de las operaciones, pues yacimientos pequeños requieren para su explotación económica en menor escala un tenor de 3-6% de cobre.

Estos datos revelan la situación del cobre en la Serranía de Perijá y dan una explicación de por qué no se ha activado la minería en esta región. Pues hasta ahora no se ha pensado sino en explotaciones pequeñas, que no pueden dar resultados en esta clase de yacimientos pobres, siendo éstos campos indicados para grandes operaciones.

FORMACION CUPRIFERA DE LA SERRANIA DE PERIJÁ

En la región visitada, comprendida entre el sur de San Diego y Molino, se presentan muchas manifestaciones de cobre, es decir, en un área mineralizada de más de 50 kilómetros de largo, con dirección general SW-NE, y un ancho que puede ser de 10 a 12 y más kilómetros, existiendo también manifestaciones hacia el Norte y el Sur. Para prevenir erróneas interpretaciones, se pone terminantemente de manifiesto que no toda el área está mineralizada uniformemente sino por zonas de muy diversas extensiones y con variables distancias entre sí, longitudinal y lateralmente. Los minerales de cobre se han encontrado solamente en terrenos compuestos de sedimentos de la formación colorada juratriásica y rocas ígneas porfídicas; ellos no se conocen en los estratos cretáceos de areniscas y calcáreos que afloran en una amplia zona al oeste de Manau-re y al norte del río de este nombre.

La región es muy plana en la parte baja perteneciente al valle del Cesar con altitudes de 150 a 250 metros sobre el nivel del mar. En ella se encuentran los pueblos y caseríos: San Diego, La Paz, La Jagua de Pedregal, Urumita, Villanueva y Molino. La Boca y Manaure, ya al pie de

la cordillera, tienen una altitud de unos 750 metros. Hacia la cordillera existen en los principales ríos terrazas aluviales. Terrazas altas de mayor edad, probablemente pleistocenas, se encuentran a unos 800 metros de altitud entre La Boca y Manaure y a 500 metros al sur de Urumita, profundamente cortadas por los arroyos y los ríos de estas regiones. De la parte plana se levanta la Serranía de Perijá bruscamente con una fuerte morfología hasta 3.600 metros en el Cerro del Avión y unos 3.300 metros en el Cerro del Pintado. Los ríos Chiraimo, Manaure, Marquesote, Urumita, Villanueva y Molino, provenientes de la cima de la montaña, son muy encajonados y llevan bastantes cantidades de agua con fuertes desniveles, que pueden ser utilizadas para el desarrollo de fuerzas hidroeléctricas. La zona mineralizada se extiende principalmente en altitudes de 400 a 900 metros, existiendo afloramientos hasta unos 1.800 metros y más (mina Africa-Pandurita).

El terreno, compuesto de la formación colorada, es en general de poca fertilidad; está en gran parte cubierto de paja y es de escasa vegetación. Tierras cultivadas se encuentran principalmente en las partes planas del valle, en las hoyas de los ríos y quebradas y en las otras formaciones geológicas (cretáceo y paleozoico). Árboles maderables de buena calidad existen en apreciables cantidades en la montaña. Pueden conseguirse fácilmente gentes (peones) para trabajos comunes, pero difícilmente para trabajos mineros y de mecánica.

Las manifestaciones de cobre están relacionadas con intrusiones de rocas porfídicas del tipo pórfidos, de monzonita, dacita y riolita, con tintes rosados y colorados que atraviesan la formación colorada del Juratriásico (Girón) sedimentaria de carácter continental. En esta formación se encuentran también lavas, tobas y material piroclástico. Las correspondientes rocas cristalino-granulares (monzonitas) no aparecen en esta región pero se conocen en el Pico Ojeada y terrenos adyacentes de la Sierra Nevada de Santa Marta. Las rocas porfídicas se consideran como fase superior o eczemas de las cristalino-granulares que deben existir en el subsuelo.

La mineralización se presenta principalmente en los bordes de las rocas ígneas, en su contacto con los sedimentos colorados donde subieron las soluciones hidrotermales por una red complicada de grietas y finas rendijas. Las soluciones, de carácter ácido, alteraron por silicificación y por una fina diseminación con cobre esta zona agrietada de las rocas intrusivas e intruídas que se distinguen por su color más claro o verde sucio. El cobre se encuentra en general en las partes más silicificadas que forman una especie de filones, pero también en los sedimentos y rocas ígneas menos alteradas. Los minerales más comunes que se encuentran en la superficie son: malaquita, azurita, cuprita y cobre nativo. Se trata aquí de minerales típicos de la zona de oxidación. En muchos puntos la montaña está cubierta con rodados cupríferos que se distinguen a distancia como tales por sus colores vivos verde y azul (malaquita y azurita). Ocasionalmente hay hallazgos de lajas grandes de cobre nativo con malaquita, bornita y calcosita, con pesos de varios kilogramos; a la comisión le fueron enseñadas dos muestras de éstos de 4 y 9 libras, encontrados en la parte alta, al este de Urumita. La zona de cementación se manifiesta por calcosita y bornita en varios puntos (mina Botella) in situ, además, en grandes rodados que tienen en su interior estos minerales, y carbo-

atos de cobre en la superficie. La calcopirita, el mineral típico primario, es muy escaso; en general se presenta ya en estado avanzado de alteración.

Las manifestaciones cupríferas no son continuas, pero siguen una dirección general SW-NE, pasando, para mencionar unos puntos, por el cerro Quitafrió (mina Anima Sola), situada a 6 kilómetros al sur de San Diego; minas Zeppelin, Candelaria y otras; filo de Maguella y Fatigosa, al sur del río Marquesote, Gallinazo y Plancito, y otros puntos al norte de este río; Portachuelo y otros puntos al norte del río Urumita; en Loma de Corazón (río San Vicente) y otros puntos más; mina Botella y algunos afloramientos al este de Molino. Al oriente de esta zona hay más afloramientos en mayores altitudes (1.800 metros). En este terreno se encuentran varias minas de cobre tituladas con extensiones de 2.000 por 2.000 metros cada una.

Las manifestaciones más palpables de cobre son filones de cuarzo o mejor dicho fajas silificadas de color verde sucio que varían entre pocos centímetros y 1, 2 metros. En ellos se encuentra el contenido de cobre (cobre nativo, malaquita, azurita, cuprita y pocos sulfuros de calcosita y bornita) siendo también mineralizados sus respaldos y rocas adyacentes. Por su dureza, los filones sobresalen algo en el terreno. En general se acumulan varios filones (10 y más) más o menos paralelos en una zona mineralizada de variables anchos (habrá más de 200 metros), existiendo también filones transversales (Stockwerk). Los filones no son continuos en la superficie, pero aparecen con intervalos en las líneas correspondientes a sus direcciones, que en general son SW-NE, presentándose a los dos lados del río Marquesote, también con rumbos de SSE-NNW. El tenor de Cu varía en ellos entre grandes límites. En la mina Anima Sola, 6 kilómetros al sur de San Diego, accesible por carretera y camino carretable, los muestreos de filones dieron en unos puntos 15-34% Cu, en otros 0.5-3.5% Cu. En las regiones de La Paz (Zeppelin, Candelaria), Urumita y Molino se obtuvieron valores de 0.7-4.9% Cu. Hay que advertir que con estos datos no puede sacarse un valor promedio de los filones debido a que ellos son discontinuos y tienen espesores y porcentajes de cobre muy variables. Lo que se necesita es una exploración en gran escala para definir los volúmenes y los tenores promedios de los distintos campos cupríferos que incluyan no solamente los filones sino también las partes intermedias, también mineralizadas, y además las condiciones de mineralización en la profundidad. Las múltiples manifestaciones justifican estos trabajos de exploración.

Un caso especial es el yacimiento de la mina Botella, situada en la banda derecha del río Villanueva a 9 kilómetros de distancia al SE del pueblo. Su altitud es de unos 680 metros sobre el nivel del mar. El camino de herradura, de unos 12 kilómetros de longitud, puede convertirse en 10 kilómetros fácilmente carreteables. Se trata aquí de un lente mineralizado en el contacto entre los pórfidos y la formación colorada, en este punto blanqueada y silicificada. Las condiciones estratigráficas no son bien claras por influencias del contacto. El lente está expuesto en el camino de herradura en 13-14 metros de extensión y aflora 8 metros hacia el SW a nivel del río y debajo de éste. Según referencias se encuentran otros lentes en niveles más altos, a los dos lados del río. La mineralización consiste en calcosita, bornita, calcopirita muy descompuesta, y malaquita. Los muestreos hechos en el camino dieron 5.88, 6.4, 8.1 y 20.7% Cu; en la

parte baja 6.4% ; en el frente de una galería de 7 metros de longitud con dirección N 60 E, construída entre el camino y el río, 1.6% Cu. Además, existe una galería a nivel del camino con una mineralización observada solamente en la primera parte.

Una exploración de toda la zona reviste un interés especial por la riqueza de la mineralización encontrada. Los análisis de minerales de esta mina, hechos en 1937 por el Laboratorio Metalúrgico del doctor W. Hoepfner Hamburg, secados a 100° C., dieron los siguientes resultados :

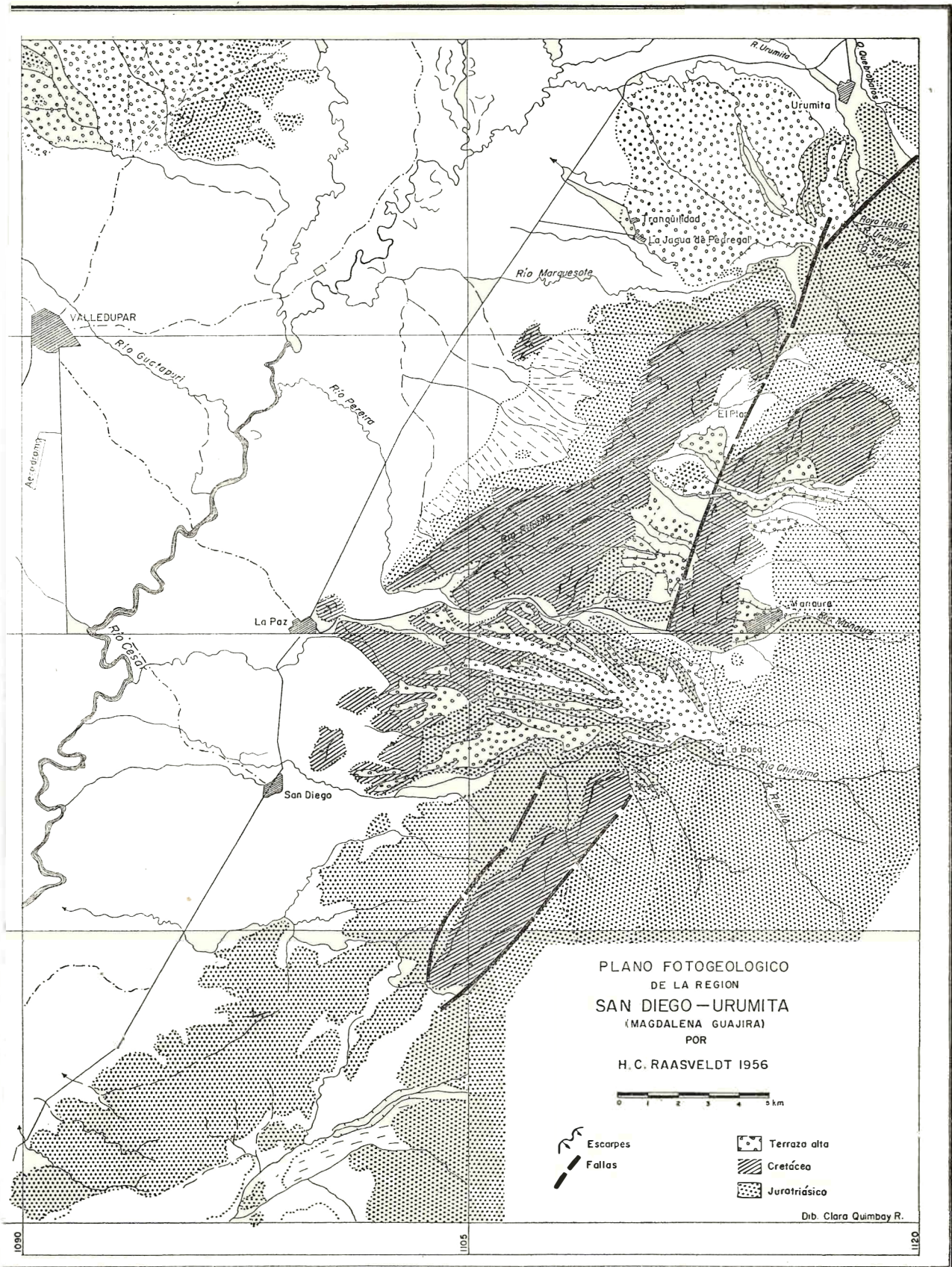
	%	%	
Cu	20.72	5.88	
S	5.18	1.49	
Fe	3.33	5.75	
As	0.02	0.10	
SiO ₂	42.64	54.20	
Sb	0.02	0.06	
Pb	trazas	trazas	
Zn	0.08	0.05	
Bi			no definible
Ag	2.69	100	gramos por tonelada métrica
Au	0.2	0.1	gramos por tonelada métrica

El resto se compone principalmente de alúmina (Al₂O₃).

EXPLORACION Y EXPLOTACION

En la región comprendida entre el sur de San Diego y Molino, objeto del presente estudio, se encuentran múltiples manifestaciones de cobre de tipo *porphyry ores*. Este distrito, con varias minas tituladas, parece el más interesante, existiendo también mineralizaciones en el flanco occidental de la Serranía de Perijá, al norte y sur de esta zona, y además en la Sierra Nevada de Santa Marta. Por tratarse de yacimientos irregulares y en general pobres, pero de grandes extensiones, debe descartarse de antemano la probabilidad de su explotación económica en pequeña escala, exceptuándose tal vez la mina Botella. Esta clase de depósitos son objetos típicos que pueden ser utilizados solamente por potentes empresas con grandes explotaciones mecanizadas. Su explotabilidad debe definirse por medio de detalladas y exactas exploraciones determinando los volúmenes disponibles, con los tenores promedios y las condiciones de la profundidad, además los métodos de explotación más apropiados (a tajo abierto o por trabajos subterráneos) y los sistemas de extracción de cobre (lixiviación para óxidos y carbonatos, flotación para los sulfuros, etc.). Las inspecciones de las zonas mineralizadas y pocas exploraciones superficiales abren perspectivas bastante favorables para justificar una exploración en gran escala.

No está por demás tener en cuenta que los límites actuales mínimos de explotabilidad pueden aún ser menores por razones de adelantos de la técnica, de manera que yacimientos hoy inexplotables pueden ser útiles en el futuro.






PLANO FOTOGEOLOGICO
 DE LA REGION
 SAN DIEGO — URUMITA
 (MAGDALENA GUAJIRA)
 POR

H. C. RAASVELDT 1956

0 1 2 3 4 5 km

-  Escarpes
-  Fallas

-  Terrazo alta
-  Cretácea
-  Jurásico

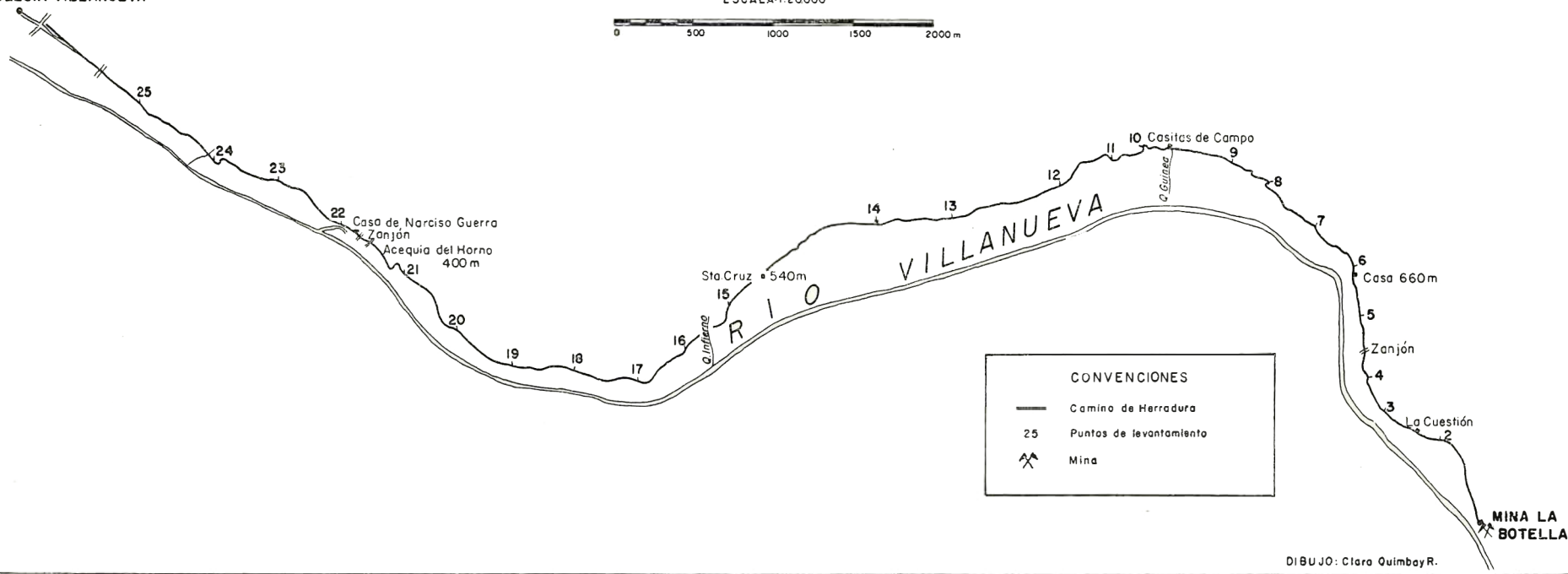
Dib. Clara Quimbay R.

CAMINO DE HERRADURA DE VILLANUEVA A LA MINA LA BOTELLA

ESCALA: 1:20000



IGLESIA VILLANUEVA



DIBUJO: Clara Quimbay R.

**YACIMIENTOS CARBONIFEROS DE LA JAGUA DE IBIRICO,
(DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA)**

INFORME No. 443
(con 2 figuras)

POR
VICENTE MUTIS JURADO
INGENIERO CIVIL Y DE MINAS
DIVISION NACIONAL DE MINAS

C O N T E N I D O

	Páginas
INTRODUCCIÓN	73
LOCALIZACIÓN	73
GEOLOGÍA GENERAL	74
YACIMIENTOS CARBONÍFEROS	
Quebrada de Palmira	74
Quebrada Somınca Nº 1	75
Quebrada Somınca Nº 2	75
Quebrada de Santa Cruz	75
Quebrada Ojinegro	75
ASPECTO ECONÓMICO	
Clase de carbón	76
Potencialidad del yacimiento	76
Minería	77
Transportes	77
Mercados	77
CONCLUSIONES	77
Anexo: Explicación del mapa geológico de la región carbonífera de La Jagua de Ibirico	78

INTRODUCCION

Desde hace algún tiempo el país está buscando con gran interés la exportación de los carbones del Occidente colombiano y especialmente de los del Valle; estudios bastante completos, con el mismo fin, se han realizado también sobre los carbones de la zona oriental del Departamento del Magdalena, en la región de El Cerrejón.

El Ministerio de Minas y Petróleos, en su afán de colaborar en el desarrollo minero de Colombia, ha estado siempre listo a prestar su contingente en cualquier empresa; por esta razón y en vista de la solicitud hecha por los interesados, se ha llevado a cabo una visita a los interesantes yacimientos carboníferos de La Jagua de Ibirico, visita ordenada por la Resolución número 982 del 23 de septiembre de 1954.

Con el yacimiento mencionado prácticamente se ha aumentado la potencialidad carbonífera del país.

LOCALIZACION

Los yacimientos carboníferos de la región de La Jagua de Ibirico están localizados al oriente de la población, en una zona que se extiende de Norte a Sur, desde la quebrada Ojinegro, afluente del río Tucuy, hasta muy posiblemente hacia el sur de la quebrada Palmira, donde se observaron los últimos afloramientos.

El río Tucuy y la quebrada Palmira, que corren en esta zona en dirección oriente occidente, lo mismo que la quebrada Santa Cruz, que está situada entre ellos, desembocan en el río Sororia, que corre paralelamente a la formación carbonífera, es decir, de Sur a Norte.

En la quebrada Palmira se observan manifestaciones carboníferas que distan unos 5 kilómetros de la población de La Jagua, de los cuales se pueden recorrer en carro más o menos 3.5 kilómetros hasta las cercanías del río Sororia; otros afloramientos importantes, los de las quebradas Sominca número 1 y Sominca número 2, quedan a unos 800 metros y 1.600 metros respectivamente de los anteriores. En la región de Buenos Aires, en el afluente de la quebrada de Santa Cruz, también se observan mantos de carbón que están localizados a unos 3 kilómetros de La Jagua. En la quebrada Ojinegro se hallan otros afloramientos que distan más o menos 9 kilómetros de La Jagua, siendo posible utilizar para llegar a ellos la carretera troncal de oriente en un trayecto de unos 4 kilómetros, hasta la finca de los señores Danies.

La Jagua de Ibirico es una pequeña población del Departamento del Magdalena; tiene unos 1.400 habitantes, un clima medio de 28° y está situada a la orilla de la carretera troncal de oriente en el kilómetro 215.

Dista unos 120 kilómetros por carretera, parte por la troncal y parte por el ramal del puerto de Tamalameque sobre el río Magdalena.

Está conectada también con Fundación por medio de carretera, y quedará unida a la misma población por medio del ferrocarril troncal de oriente, con lo cual distará de Santa Marta 260 kilómetros.

GEOLOGIA GENERAL

En la región que comprende el yacimiento de carbón, el terreno está compuesto por estratos del Terciario inferior que forman el borde occidental, altamente tallado, de la Cordillera de Perijá, y que son característicos por las capas carboníferas, tal como se observa en la llamada Formación Cerrejón.

La exposición muestra los mantos carboníferos, entre bancos pizarrosos, esquistos pizarrosos, bancos de arenisca amarilla gris, sobre esta formación; en algunos lugares se observan estratos del Mioceno y Oligoceno, compuestos de areniscas y arcillas esquistosas de colores amarillopardo y gris, cubiertas en partes por capas pleistocenas, erodadas muy posiblemente por el proceso orogénico que se pudo efectuar a fines del Terciario.

La formación carbonífera de La Jagua es muy semejante y quizá la prolongación norte de la zona carbonífera que se observa al norte de Cúcuta y en las regiones petroleras del Catatumbo, la cual pertenece a la Formación Los Cuervos que se ha venido correlacionando con la Formación Guaduas.

YACIMIENTOS CARBONIFEROS

Los mantos de carbón se localizaron únicamente en las quebradas, pues en el resto del terreno están tapados debido a sedimentación posterior. La siguiente es una relación de los afloramientos descubiertos:

Quebrada de Palmira

En esta quebrada, al sur del yacimiento, se observan seis mantos que han sido numerados de abajo hacia arriba, del 1 al 6. De estos mantos los números 3 y 5 son los únicos importantes, con espesores de 1.50 y 3.20 metros respectivamente, y con una distancia estratigráfica aproximada de 20 metros. Los mantos tienen una dirección N-S y están inclinados hacia el Oriente entre 25° y 35°. A estos afloramientos corresponden los análisis de las muestras tomadas por el suscrito y marcadas P-3-Q y P-5-Q que se dan en el apéndice, y las tomadas por los interesados, marcadas 1-53, 2-53, Palmira número 3 y Palmira número 5.

Quebrada Sominca N° 1

Esta quebrada es uno de los ramales en que se divide la quebrada de Santa Cruz en sus nacimientos; en ella se han localizado los mantos carboníferos números 3 y 5, cuyos espesores son 1.40 y 3.60 metros respectivamente. La dirección de los estratos es más o menos constante N-S, y la inclinación hacia el Oriente un poco más marcada, alcanzando hasta 50°. Estos afloramientos están a 800 metros al norte de los de la quebrada Palmira. En el apéndice se da el análisis de una muestra tomada por el suscrito en el manto número 5, marcada S-5.

Quebrada Sominca N° 2

Corresponde esta pequeña quebrada a un ramal norte de la quebrada Santa Cruz. En este ramal se conoce un afloramiento aproximadamente de 1.80 metros de espesor, que se ha distinguido con el número 3. Las exploraciones mineras en este lugar no se han completado y por lo tanto es casi seguro que se puedan encontrar otros afloramientos, especialmente el correspondiente al número 5. Esta quebrada, situada más hacia el norte de la Sominca N° 1, dista de ella 1.200 metros.

Quebrada de Santa Cruz

Las exploraciones hechas en el sitio denominado Buenos Aires, o sea a lo largo de una parte de la quebrada Santa Cruz, han mostrado dos afloramientos de mantos de carbón cuyos espesores son de 0.50 y 0.80 metros respectivamente. La sucesión estratigráfica de las rocas que incluyen estos mantos da margen para pensar en la posibilidad de localizar a lo largo de esta quebrada y aguas arriba, los mantos números 3 y 5, con lo cual los angostos podrían corresponder a los números 1 y 2 o vendrían a probar la existencia de un número mayor de seis mantos. Los afloramientos de esta quebrada distan de los de la quebrada Sominca número 2 más o menos 2.300 metros.

Quebrada Ojinegro

En la quebrada Ojinegro, un poco más arriba de su desembocadura en el río Tucuy, se han localizado dos mantos de carbón que se han tomado como correspondientes a los números 3 y 5. En este lugar los espesores de los mantos no pudieron ser determinados con precisión por el hecho de que el conjunto aparentemente se presenta como movido, dando la impresión de mayor espesor para los mantos; sin embargo, se ha calculado en 2.50 y 5.50 metros respectivamente para los números 3 y 5. Los estratos de esta localidad siguen conservando la dirección general N-S. Estos afloramientos distan de los de la región de Buenos Aires unos 6 kilómetros. En el apéndice se da el análisis de una muestra tomada por el suscrito en el manto número 5.

ASPECTO ECONOMICO

Clase de Carbón

Los análisis llevados a cabo en el Laboratorio Químico Nacional y en los laboratorios de Paz del Río de las muestras tomadas en esta comisión, y los que se han hecho por cuenta de los interesados tanto en la Facultad Nacional de Minas de Medellín como en The Colorado School of Mines, de Golden Colorado U. S. A., claramente están demostrando la gran calidad de este carbón.

Los resultados sobre ceniza, azufre, son altamente satisfactorios y demuestran que el carbón puede ser aprovechado sin necesidad de preparación, directamente como se extrae de la mina.

Los análisis sobre la humedad y valor calorífico son aceptables en las muestras tomadas por el autor y muy buenos en las de los concesionarios: en mi caso las muestras se tomaron superficialmente en los afloramientos de las quebradas, y naturalmente están mojadas y alteradas por los agentes atmosféricos. En cambio las muestras tomadas en esta visita resultaron mucho más favorables en lo que se refiere a carbón fijo y materia volátil.

Aunque el resultado de "posibilidades de coquización" en Paz del Río sobre la muestra S-5-Q no es ciento por ciento favorable, entre otras cosas por ser muestra superficial; el suscrito pudo observar en el mismo yacimiento mejores resultados, en ensayos llevados a cabo por los concesionarios en un horno rudimentario construido para tal fin.

En el cuadro siguiente se dan, como base de comparación, los resultados de análisis de algunos carbones típicos de los Estados Unidos.

Composición	Carbón Cannel U. S. A.	Carbones bitumi- nosos de U. S. A.	Carbón La Jagua
Humedad	2,36	2 — 10	2 — 10
Materia volátil	48,40	25 — 45	32 — 47
Carbón fijo	38,75	45 — 65	48 — 58
Cenizas	10,49	5 — 12	1 — 5
Azufre	1,20	0,5 — 2	0,5 — 1
Valor calorífico	13,770	12.000 a 14.000	11.500 a 13.600

Potencialidad del yacimiento

Con los afloramientos que se conocen y sin existir un levantamiento topográfico del terreno, no es posible entrar en cálculos del tonelaje de este yacimiento; sin embargo, cabe anotar que el hecho de encontrarse dos bancos de gran espesor en varios lugares distantes del yacimiento, y ser el afloramiento constante en las quebradas, de otros bancos de menor espesor, a lo largo de unos diez kilómetros que tiene la zona minera, entre las quebradas Palmira y Ojinegro, y además el aspecto geológico favorable sobre la continuidad de las formaciones que se ve en el plano que se adjunta, dan base para pensar en que este yacimiento es interesante.

Minería

La forma topográfica del terreno y el hecho de que el carbón aflore únicamente en las quebradas no permitirán otra forma económica de explotación que una compuesta por clavadas para el movimiento del mineral por medio de malacates y colocación de hombres, y una o dos galerías largas más o menos horizontales, para movimiento de personal y ventilación natural. En esta forma tendríamos una explotación muy semejante a la que lleva a cabo hoy día en las minas de Guatavita el señor Luis Jordán Camacho.

Transportes

Los concesionarios estudian el transporte de este carbón aprovechando los 120 kilómetros de carretera entre La Jagua y Tamalameque, para en seguida aprovechar el río Magdalena hacia Barranquilla. En un futuro, cuando se termine el ferrocarril troncal de oriente, el transporte se podrá ejecutar más directamente por Fundación y Santa Marta.

Mercados

La escasez de carbón es notoria en algunos países, como Argentina y Brasil y también muy posiblemente en Panamá y Venezuela y la de los países europeos en general, son alicientes muy poderosos para adelantar esta explotación. El hecho de que el principal producto solicitado sea coque exige una inmediata exploración, con el fin de obtener muestras internas más satisfactorias. Socavones, siguiendo los afloramientos, serían también convenientes y más fáciles si se trata de probar la bondad del producto, a la vez que se abriría una pequeña explotación para abastecer el consumo de la Costa.

CONCLUSIONES

El carbón del yacimiento de La Jagua es de una calidad excelente: el espesor de los mantos denominados 3 y 5 es sumamente alentador; el afloramiento de los mantos cubre una gran extensión no sólo dentro de la concesión, sino muy posiblemente fuera de ella, pues hay noticias de afloramientos diversos hacia el Sur. Estas razones, como primordiales, son bases para concluir dando una voz de aliento tanto a los concesionarios para adelantar sus explotaciones y exploraciones como al Gobierno para prestar su colaboración y ayuda.

A N E X O

EXPLICACION DEL MAPA GEOLOGICO DE LA REGION CARBONIFERA
DE LA JAGUA DE IBIRICO (MAGDALENA)

El mapa fotogeológico adjunto al informe anterior fue ejecutado como apoyo a la comisión integrada por los doctores Wokittel y Restrepo, geólogos del Servicio Geológico Nacional, a la región de La Jagua, Magdalena, para un estudio de carbones de esta región y como una colaboración a la Sección de Ayuda Técnica, Exploraciones y Estudios de la División Nacional de Minas. El control geodésico para la triangulación radial fue tomado de la hoja E-12 (junio de 1949) del mapa geológico de la República de Colombia, del Departamento de Exploraciones de la Tropical Oil Co. Se escogió como control la confluencia de la quebrada Sororia, con un afluente de su banda izquierda al suroeste del punto llamado Tarapacá (R-1) y el cauce de la quebrada La Sequía con la carretera a Valledupar (J-1).

La triangulación radial, interpretación topográfica, interpretación geológica y proyección de dicho mapa, fueron ejecutadas por los doctores Jaime Torres G. y Hernán Restrepo A., fotogeólogo y geólogo, respectivamente, del Servicio. Por ser presentado este mapa con anterioridad al regreso de la comisión, ningún dato de campo pudo ser incluido en él.

La sección geológica adjunta fue hecha en forma esquemática. Los buzamientos de los estratos fueron inferidos del modelo estereoscópico, por lo tanto su inclinación y la altura del escarpe que forman están un poco exagerados.

La estructura de la región está controlada por un gran sinclinal N-NE que se bifurca, dando origen a varios subpliegues menores en su flanco W, que luego forma un anticlinal que va más o menos en el mismo rumbo. Es prominente en estos ejes el "Plunge". Dos fallas pequeñas transversales hacen desplazar los estratos en dirección EW. Más hacia el oeste de la región aparecen otras dos fallas posiblemente reversas o "Thrusts", que ponen en contacto estos estratos con otros muchos menos estratificados.

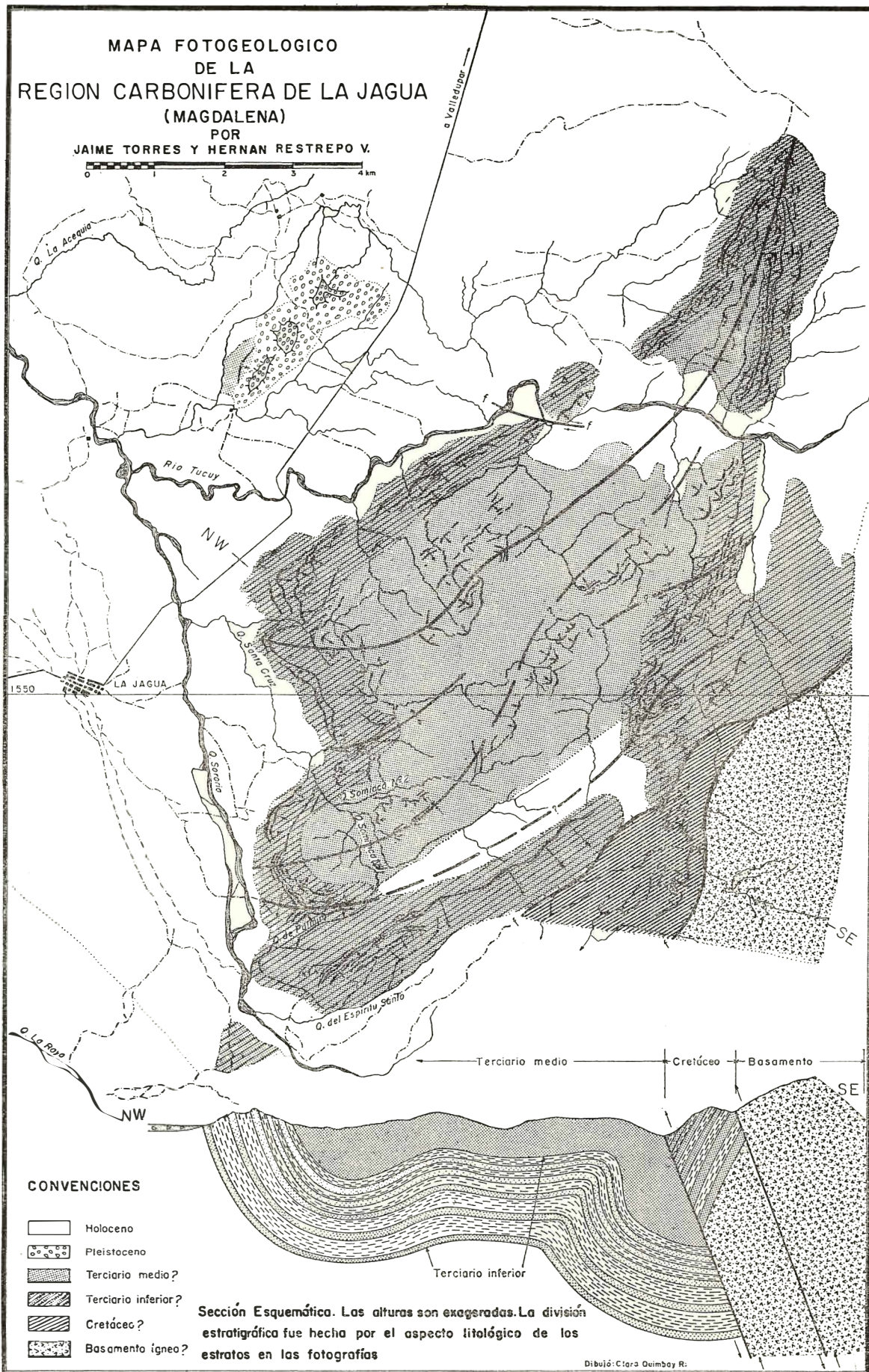
ANALISIS DE LOS CARBONES

MUESTRA	Humedad %	Ceniza %	Materias volátiles %	Carbono fijo %	Azufre %	Valor ca- lorimétrico cal	INVESTIGADOR
P-5-Q (30.323)	8.75	3.85	35.15	52.25	0.65	6.570	Lab. Químico Nacional
P-3-Q (30.324)	8.02	3.04	32.17	56.77	0.52	6.620	Lab. Químico Nacional
O-5-Q (30.325)	9.79	3.02	33.70	53.49	0.45	6.400	Lab. Químico Nacional
2-53	2.2	2.7	46.5	48.0	0.68	7.580	Lab. Facultad Nal. de Minas
1-53	3.6	0.75	36.8	58.3	0.5	7.230	Lab. Facultad Nal. de Minas
Palmira N° 5	3.55	5.40	40.16	50.89	0.55	7.350	Colorado School of Mines
Palmira N° 3	5.21	3.25	34.30	57.24	0.49	7.350	Colorado School of Mines
5-5-Q	4.94	3.83	36.32	54.89	0.80	7.460	Lab. Químico Paz del Río

MAPA FOTOGEOLÓGICO
DE LA
REGION CARBONIFERA DE LA JAGUA
(MAGDALENA)

POR
JAIME TORRES Y HERNAN RESTREPO V.

0 1 2 3 4 km



CONVENCIONES

-  Holoceno
-  Pleistoceno
-  Terciario medio?
-  Terciario inferior?
-  Cretáceo?
-  Basamento ígneo?

Sección Esquemática. Las alturas son exageradas. La división estratigráfica fue hecha por el aspecto litológico de los estratos en las fotografías

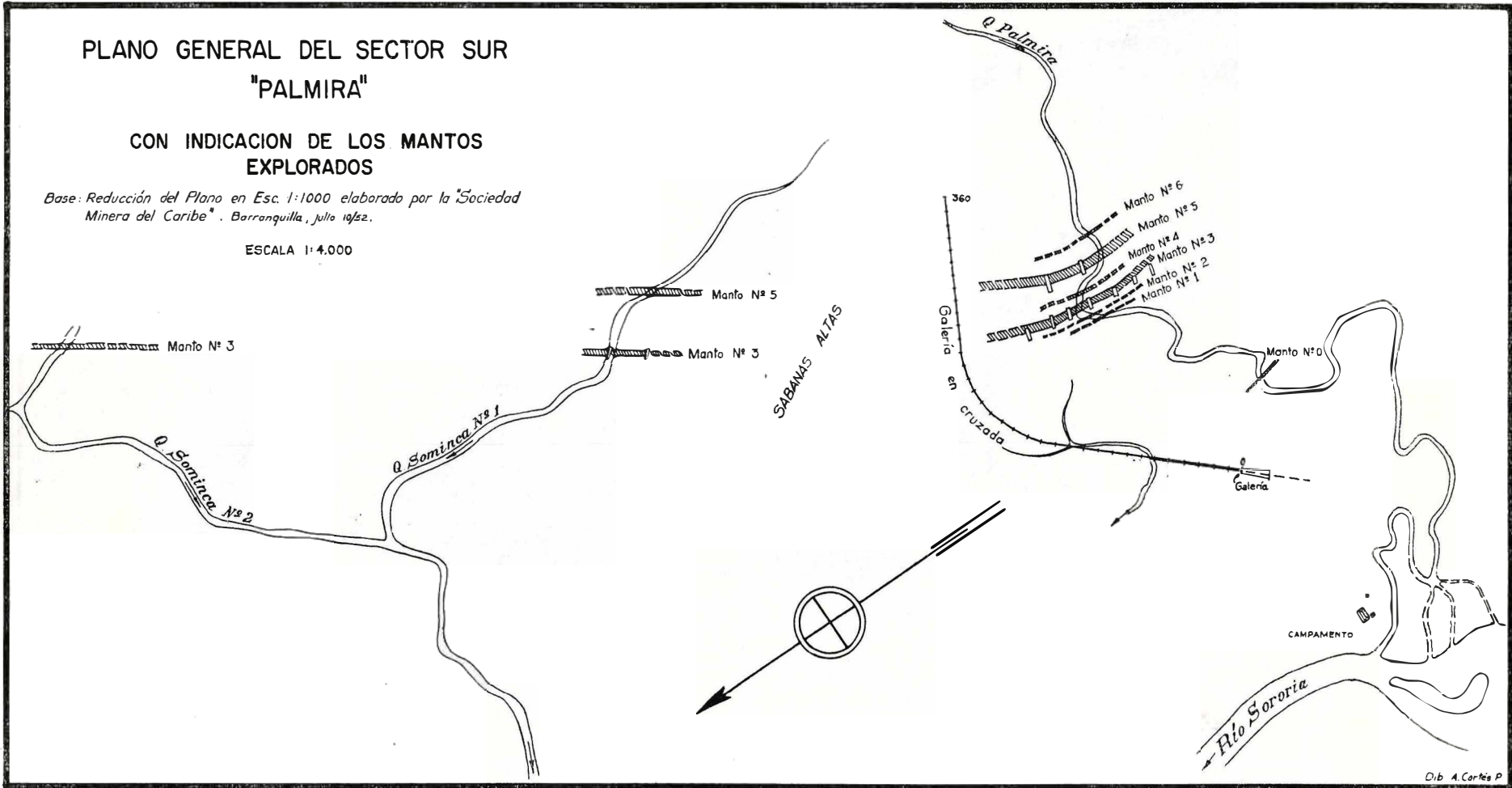
Dibujó: Clara Quimbay R.

PLANO GENERAL DEL SECTOR SUR "PALMIRA"

CON INDICACION DE LOS MANTOS EXPLORADOS

Base: Reducción del Plano en Esc. 1:1000 elaborado por la "Sociedad Minera del Caribe" - Barranquilla, Julio 1952.

ESCALA 1:4.000



**YACIMIENTOS CALCAREOS DE EL CERREJON
(INTENDENCIA DE LA GUAJIRA)**

**INFORME No. 1183
(con 1 mapa)**

POR

ALBERTO RONDEROS D.

C O N T E N I D O

	Páginas
RESUMEN	85
INTRODUCCIÓN	87
GEOGRAFÍA	89
ESTRATIGRAFÍA	89
Cuaternario	89
Terciario	90
Cretáceo	90
Grupo de Girón	92
TECTÓNICA	92
ROCAS ECONÓMICAS	93
Calizas	93
Arcillas	94
Yeso	95
FÁBRICA DE CEMENTOS	95
ANÁLISIS DE CALIZAS	96
BIBLIOGRAFÍA	99

R E S U M E N

En el estudio de calizas para el establecimiento de una fábrica de cementos en la región de El Cerrejón se comprobó la existencia de yacimientos de calizas de grandes proporciones que permitirían la construcción de una o más fábricas grandes en esta región. Dadas las condiciones actuales del mercado internacional para este producto, la facilidad de explotación de las minas y la posición de las calizas con respecto a los yacimientos carboníferos de El Cerrejón, se considera económicamente aprovechable este yacimiento, siempre que no sea la fábrica quien deba construir el ferrocarril o cable aéreo y el puerto para embarque del cemento. Se hace un ligero recuento de la situación y posibilidades de yeso en La Guajira, las que en la actualidad son favorables.

En la parte geológica se trata de las formaciones El Cerrejón, Agua Nueva y Girón, y de las rocas del Cretáceo y rocas ígneas extrusivas del basamento.

INTRODUCCION

Por resolución de marzo de 1956 se ordenó una comisión compuesta por Alberto Ronderos como geólogo, José A. Forero, José A. Muñoz y Carlos Ferro como ayudantes, con el objeto de llevar a cabo estudios de las calizas en la región de El Cerrejón (Guajira), con miras a su posible utilización para fabricación de cementos. Además debían considerarse las posibilidades de yeso en esta región. En el estudio de estas calizas y una visita rápida a algunas explotaciones de yeso se emplearon 26 días de trabajos de campo, del 20 de marzo al 14 de abril de 1956.

Este estudio se hizo a petición del Instituto de Fomento Industrial, que quería conocer la posibilidad de construir una fábrica de cemento utilizando el carbón y las calizas de El Cerrejón y aprovechando la línea de transporte que tendría que construirse al llevar a cabo una explotación intensiva de las minas de carbón.

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento para con el Laboratorio Químico Nacional, quien efectuó en forma rápida el análisis de la totalidad de las muestras de calizas colectadas. También agradecemos la colaboración de los acompañantes, empleados del Instituto Geológico, y a Rodolfo Vergara, por la ayuda prestada. Al señor Félix Zúñiga y al guía, don Maceo Iguarán O., quien en el viaje por La Guajira nos ofreció todos sus conocimientos de las regiones atravesadas y nos sirvió de intérprete para con los indígenas.

GEOGRAFIA

Los yacimientos calcáreos se encuentran en los flancos del gran valle del río Ranchería, el que tiene aquí unos 10 kilómetros de ancho.

El clima de la región es sano, seco, semiárido, con lluvias torrenciales que hacen desbordar los ríos y caños durante los meses de abril y mayo, octubre y noviembre. El resto del año es de tiempo muy seco.

El sistema hidrográfico está dominado por el río Ranchería, que corre en el amplio valle del mismo nombre hasta cerca de Carraipía, en donde se angosta para atravesar las estribaciones de la Sierra Nevada y luego seguir por una amplia llanura hasta desembocar en el mar, cerca de Riohacha. Al río Ranchería desembocan numerosos arroyos y quebradas, como los arroyos Pozo Hondo, Cerrejoncito y Palomino, en la región de El Cerrejón.

El cerro de El Cerrejón domina la llanura en la banda derecha del Ranchería, formando parte de una serranía más baja, que se prolonga hacia el Sureste principalmente, y hacia el Noroeste.

En la banda izquierda del río, y algo apartadas de él, están las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Los yacimientos de carbones están entre el río Ranchería y El Cerrejón, principalmente.

Las poblaciones más cercanas a El Cerrejón son Papayal y Barrancas. Esta se encuentra a 106 kilómetros de Riohacha y a 130 de Valledupar, en el Departamento del Magdalena, y unido a ellas por carreteras de macadán de dos vías, de superficie buena en verano y muy mala en tiempo de lluvias. Hay además caminos carreteables a casi todos los caseríos del valle y dos ramales de carretera que unían al campamento de El Cerrejón con la carretera central, pero el puente sobre el río Ranchería se cayó y ahora se puede llegar en vehículo al campamento en verano.

ESTRATIGRAFIA

En la región estudiada afloran aluviones recientes, sedimentos del Terciario y Cretáceo, sedimentos precretáceos y rocas ígneas de edad indeterminada.

Cuaternario

Los aluviones recientes y cuaternarios cubren algunas zonas a lo largo del río Ranchería y de sus afluentes y algunos sitios bajos. Están compuestos de sedimentos arcillosos y calcáreos de grano fino. medio hasta conglomerático. No tienen gran espesor. Estos sedimentos son el resultado de la erosión de las rocas arenosas calcáreas, arcillosas e ígneas, que se encuentran a los lados del valle del río Ranchería.

Terciario

Se distinguen en el Terciario de esta región dos formaciones: Agua Nueva (encima) y El Cerrejón (debajo). Estas formaciones fueron objeto de un trabajo muy detallado por HENAO (1951).

Formación Agua Nueva. — El espesor de esta formación es desconocido por cuanto no se conoce su límite superior. Como límite inferior los doctores Hubach y Alvarado tomaron la base de una arenisca conglomerática de unos 20 metros de espesor.

En la formación abundan las capas arcillo-arenosas, areno-arcillosas y areniscas, en general lenticulares y de grano mal escogido, algunas de ellas verdaderamente arkosas. Se observan algunos pequeños lentes de material calcáreo de diferente pureza en diferentes niveles de la sección. También se encuentran en algunos sitios pequeños lentes (hasta de 20 centímetros) de selenita, en poca cantidad.

La arenisca de la base consta de diferentes niveles, con grano medio hasta grueso, pudiéndose encontrar granos bien rodeados de cuarzo hasta de 4 centímetros de diámetro, encerrados todos en matriz rojiza (por alteración) muy arenosa. Forma, en general, pequeñas salientes en el Terciario, que permiten distinguirla más fácilmente.

Sobre esta arenisca siguen más areniscas duras, con mica (gris-amarilla) y algunos niveles en partes laminadas y con pequeños granos de glauconita. También algunas arcillas duras, muy rojas y compactas, en bancos bien delimitados.

Formación de El Cerrejón. — Esta es la formación carbonífera. Su espesor varía entre 900 y 1.100 metros, según HENAO, y corresponde a una facies déltica subacuática, caracterizada por areniscas y arcillas lenticulares con uniformidad en el tamaño de los granos de las areniscas, en especial las que aparecen macizas y compactas. No se encuentran macrofósiles, y “sin que en la formación carbonífera ocurran cascajos o gravas, lo que es muy frecuente, dentro de los deltas, en los sedimentos depositados más hacia el Continente (subarcal plain) y en los depósitos más hacia el mar (Foreset beds); la deposición más o menos rítmica en que las arcillas y shales pasan a arcillas arenosas, siltstones y areniscas más o menos permanente y sin deposición muy torrencial” (HENAO, 1951). La edad de esta formación se considera como eocena.

Se han encontrado hasta 22 horizontes de carbón en un solo sitio, intercalados con las areniscas, arcillas, etc. Se observó en algunos sitios, hacia la parte superior de la formación, la existencia de arcillas finamente arenosas, muy compactas y de color rojo oscuro muy notorio; éstas parecen ser bastante continuas, más que las areniscas o las arcillas esquisitas que la acompañan.

Cretáceo

La falta de tiempo para recolectar fósiles que aseguren una edad a los diferentes estratos cretáceos y que permitan dividir el Cretáceo del Terciario, no permite separar aquí las diferentes edades; asimismo no fué posible establecer una correlación de las rocas del cerro El Cerrejón con las del flanco izquierdo del valle del río Ranchería, ni establecer sec-

ciones tipo para definir las formaciones geológicas allí existentes. En el mapa se han separado formaciones con base en morfología y con la ayuda de fotografías aéreas. Sólo se pudo establecer la edad de las calizas de Jagüey (Albiano medio alto) gracias a algunos fragmentos de amonites que se encontraron y los cuales fueron determinados por H. Bürgl como *Oxytropidoceras carbonarium* (GABB).

La parte superior de estas rocas (Tiks? como figuran en el mapa) está compuesta por arcillas y areniscas con algunos lentes de calizas cuya edad no fue definida y que podrían ser del Cretáceo más superior o Terciario inferior.

Siguen hacia abajo calizas puras, finamente arenosas, algunas lumachélicas, en el lado izquierdo del valle de Ranchería. Intercaladas con éstas hay algunas arcillas arenosas y calcáreas de poco espesor.

Bajo estas calizas, que pueden tener hasta 30 metros de espesor, siguen arcillas alternando con calizas y luego arcillas blandas que forman valles (*Ksa*); sobre ellas está ubicada la población de Hato Nuevo. Debajo de estas arcillas continúa la serie con las calizas de Jagüey. El contacto entre las arcillas y las calizas es gradacional, aumentando en contenido calcáreo hacia abajo.

La parte superior presenta algunos mantos arcillosos que en Jagüey tienen pequeños lentes de yeso y es muy fosilífera. Fue aquí donde se tomaron muestras con amonites equínidos.

El complejo calcáreo tiene de 50 a 80 metros de espesor en su parte superior, compuesta de calizas algo arcillosas, en bancos delgados (más o menos 50 centímetros) que se van haciendo más duras y más gruesas hacia abajo y tienen fuerte olor a petróleo. Los buzamientos varían según el sitio, de 10° hasta 35° al Sureste. Entre los horizontes hay algunos finamente arenosos y otros lumachélicos. Hacia la parte inferior de este complejo se observan algunos horizontes con sílice en nódulos que resaltan en la superficie de las calizas; estos nódulos son alargados y pueden tener hasta 10 centímetros de longitud. También se observaron bancos de areniscas de grano medio y grueso muy calcáreos. Bajo el último banco de arenisca calcárea (que tiene cerca de 3 metros de espesor) hay bancos de calizas con un espesor aproximado de 40 metros.

Calizas de El Cerrejón. — Como se anotó anteriormente, no se pudo hacer correlación de las calizas situadas en el lado de El Cerrejón con las estribaciones de la Sierra Nevada (Jagüey, Hato Nuevo, etc.), debido a la falta de fósiles y a las complicaciones tectónicas.

Del lado de El Cerrejón las calizas superiores (k_3) son principalmente de color gris claro, grano fino y con foraminíferos. Forman salientes en el terreno que permiten separarlas fácilmente, y en algunos sitios afloran algunos bancos. Hacia la parte inferior hay una brecha calcárea con fragmentos angulares hasta de 10 centímetros de diámetro. Casi todas tienen olor sapropélico muy notorio. El espesor de estas calizas se estima en más de 15 metros. Debido a la cubierta de bloques calcáreos y a los pocos afloramientos, no se pudo medir exactamente el espesor de estas calizas ni de las más inferiores.

Sigue hacia abajo una zona arcillosa que también debe tener algunos horizontes calcáreos, a juzgar por la topografía de pequeños montículos a que da lugar. Luego viene una zona más potente de calizas, en las que hay algunas arcillas calcáreas y arenosas de menos espesor.

Entre estas calizas se observaron tres brechas calcáreas similares a la ya mencionada. Las calizas son en general de grano fino y con pequeños foraminíferos y de olor bituminoso o sapropélico en algunos sitios. Hacia la parte inferior de esta sucesión se observan bancos o complejos de calizas alternando con arcillas para terminar con un complejo de unos 15-20 metros de caliza. En este complejo y en horizontes más altos se observan más brechas calcáreas (de deposición como las anteriores).

La parte alta de El Cerrejón está formada por el conjunto inferior de calizas (K 1 mapa) que están separadas de las ya descritas por una zona arcillosa y, al parecer, por arcillas arenosas de color rojo típico que han sido colocadas anteriormente en el grupo de Girón, pero que parecen tener la misma actitud de las capas calcáreas del Cretáceo y por lo tanto se consideran aquí como de esta edad. Son estas calizas de grano fino, duras, con fuerte olor petrolífero y en horizontes compactos hasta de dos metros, que por su resistencia a la erosión forman la parte más elevada de El Cerrejón y de los cerros que continúan de él hacia el Sureste. Debajo de estas calizas se encuentra en contacto de inconformidad el grupo de Girón, cuya edad se supone juratriásica.

Grupo de Girón

Poco se observaron las rocas de Girón, ya que continúan el límite de las formaciones calcáreas de esta región. Se encuentran en este grupo areniscas de grano grueso y medio, arcillas arenosas y conglomerados de color rojo típico, que corresponden a una formación de carácter continental.

Rocas ígneas

En la región de Jagüey se observó la existencia de riolitas de color rojo encendido, sobre el que están las calizas del Cretáceo, ya descritas. No se pudo observar la extensión de estas rocas, pero parece que no se trata de una intrusión en las rocas del Cretáceo sino más bien en rocas del basamento cristalino, pues no se pudo encontrar señal ninguna de metamorfismo de contacto. En estas rocas se observó una falla normal con dirección 225° y buzamiento 30° al Oeste. A lo largo de la falla existe una brecha del mismo material ígneo, en la que no se observó mineralización; está situada arriba de Jagüey a 2 kilómetros aproximadamente.

TECTONICA

Las rocas de la región han estado sujetas a grandes presiones que se traducen en los plegamientos que afectan a las capas terciarias y cretáceas, y en rompimiento o fallas que alcanzan grandes proporciones. El levantamiento de la Sierra Nevada es una de las fuerzas que contribuyeron a dichos plegamientos y fallas; pero también se observa un gran empuje con dirección Suroeste-Noreste que causó las fallas que colocó las calizas de El Cerrejón y el grupo de Girón en contacto con el Terciario.

El carácter de esta falla de El Cerrejón no está claro todavía. Al sur de El Cerrejón y cerca de dicho cerro (mapa) se observaron estratos muy parecidos a los de las formaciones del Terciario y que además contienen lentejones de yeso, de tal manera que, litológicamente, se asemejan mucho a dichas formaciones. No se observaron allí fósiles. De ser estas capas de edad terciaria, ya sean pertenecientes a la formación de El Cerrejón o a la formación Agua Nueva, el plano de la falla tendría que ser de ángulo muy pequeño, casi horizontal. A esta idea se opone el que el contacto mencionado (Terciario con Girón y con Cretáceo) sea casi en línea recta, es decir, pareciendo indicar que el plano de la falla es casi vertical. Esta última razón no es tan definitiva, por lo que la traza de la falla está sobre el terreno relativamente plano. Otro hecho interesante es que la parte frontal de las calizas no es continua, y donde ésta no existe se encuentran rocas terciarias. Esto parece corroborar la posibilidad de que se trata de una falla de empuje de ángulo muy bajo.

Además de dicha falla está también la falla del río Ranchería, cuyo movimiento relativo fue de que el bloque suroccidental se movió hacia abajo. Aquí más que una falla se trata de una zona de fallas tal, como lo propone HENAO.

Hay también algunas fallas transversales a los lados de El Cerrejón y en otros sitios, que parecen ser de importancia mucho menor.

La tectónica, en general, está dominada por la dirección SW-NE, y que los pliegues anticlinales y sinclinales tienen aproximadamente la misma dirección de las fallas mencionadas.

ROCAS ECONOMICAS

Calizas

No se consideró necesario cubicar las calizas, ya que las hay en cantidad bastante mayor de 50 millones de toneladas, lo que equivale a decir que se podrían explotar 3.000 toneladas diarias de caliza durante más de 50 años.

Tanto las calizas de El Cerrejón y su continuación al Suroeste, como las del costado nor-oriental del valle son en gran parte explotables a tajo abierto.

La calidad, de acuerdo con los análisis efectuados en el Laboratorio Químico Nacional de las muestras tomadas, es muy buena. Las calizas de El Cerrejón dan análisis que varían entre el 55% y el 44% del CaO. Solamente dos muestras tienen menos de 44% CaO.

Estas calizas están en bancos hasta de dos metros de espesor y forman conjuntos más potentes, cuyos espesores no fue posible determinar a causa de la erosión y a que la pendiente, relativamente suave, oculta la mayor parte de los mantos. Debido al corto tiempo de que se dispuso para el presente trabajo, no se pudo efectuar ningún plan de prospección por medio de trincheras en otras excavaciones.

En general se pueden distinguir tres conjuntos calcáreos principales que se dejan ver morfológicamente y que están separados por conjuntos arcillosos que pueden o no contener también algunos mantos calcáreos menores. De estos tres conjuntos, el inferior reposa sobre las ro-

cas de Girón y forma la parte más alta de El Cerrejón y de la serranía que lo continúa hacia el Sureste. Los otros dos conjuntos forman cretas redondas más bajas que el anterior, y uno de ellos (el superior) queda en contacto con rocas del Terciario. Este conjunto superior no está presente en todas las partes del frente de la Serranía de El Cerrejón. Al norte de El Cerrejón no se encuentra rastro de estos conjuntos cretáceos; allí están en contacto rocas de edad terciaria con rocas de Girón.

Las calizas de esta zona buzan de 30° a 40° al NW, así presentan gran parte de su superficie y son, por lo tanto, muy fáciles de explotar a tajo abierto.

Las calizas del Albiano medio se encuentran en el costado nororiental del valle del Ranchería y forman conjuntos calcáreos de 40 metros de espesor. Se encuentran en él variaciones de rumbos y buzamientos debido a la estructura, y descubiertas en grandes superficies.

Son de muy buena calidad, como se puede ver por los resultados de los análisis de las muestras allí tomadas y las reservas de calizas son en la región prácticamente inagotables. Se ha considerado aquí, sin embargo, preferible utilizar las calizas del otro lado del valle, porque así se evitará tener que transportar el combustible unos 10 kilómetros y luego el cemento hasta la línea de transporte que vaya de la zona de carbones al mar. De aquí se tomaron las muestras números Ro. 208-209-210-211-212-213-214-215-216-217-218-219-220-221-222-223B-224-225-226 y 227.

En la parte superior del Cretáceo hay otras calizas que cubren una extensión considerable (mapa) que forman el anticlinal de Papayal. De estas calizas se tomaron muestras cerca de Papayal y de Hato Nuevo que corresponden a los números siguientes: Ro. 168-169-170-171-172-173-174.

Son estas calizas lumachélicas en bancos relativamente gruesos (dos metros) hacia abajo y más delgados en la parte superior (hasta 40 centímetros). Algunos de los bancos son finamente arenosos, entre los que se encuentran horizontes de arcillas, que pueden ser calcáreas y algunas areniscas arcillosas. Dada la mayor facilidad de explotación de las otras calizas no se aconseja la utilización de éstas, aunque también servirían para la fabricación de cemento.

Los análisis de muestras de calizas que no aparecen mencionados antes en las calizas del Albiano medio o en las del Cretáceo superior del anticlinal de Papayal, fueron tomadas en la Serranía de El Cerrejón. Dada la escala del mapa que se adjunta y la cantidad de muestras tomadas, no se marcaron los sitios exactos de cada muestra; esta información queda en las carteras de campo y en las fotografías aéreas utilizadas en el campo, las cuales reposan en los archivos del Servicio Geológico Nacional.

Arcillas

Entre los estratos del Terciario que hay en el valle del Ranchería existe gran cantidad de arcillas, que podrían servir para corregir adecuadamente las calizas. No se tomaron muestras de ellas ni se tomaron análisis por haber carecido del tiempo necesario para ello. En caso de decidirse el montaje de una fábrica de cemento sería necesario hacer un estudio previo de arcillas en el valle del Ranchería y de la región al SE de El Cerrejón.

Yeso

Con el objeto de ver las explotaciones y las posibilidades de yeso en La Guajira, se efectuó una exploración preliminar muy rápida por el norte de la península.

Las explotaciones principales están en regiones cercanas a Bahía-honda, en donde se explotan unas 900 toneladas mensuales. Esta producción podría ser aumentada al existir mayor consumo. El precio de dicho material es de \$ 25.00 por tonelada, puesta en el barco.

El yeso es actualmente explotado en forma muy rudimentaria por indígenas, y luego de ponerse al sol para que se separe un poco de la arcilla que tiene prendida, se empaqueta en costales de fique para transportarlo al barco.

Además de los sitios mencionados por BÜRGL (Bibl. N° 1) se observó yeso en lentejones con espesor hasta de 15 centímetros en Alas (Santa Cruz), en el costado oriental de la península de La Guajira. Conviendría explorar más detenidamente esta región y buscar nuevos sitios, en donde se pueda explotar más comercialmente este mineral. Asimismo se podrían investigar sistemas mecánicos para separar el yeso de la arcilla.

En el valle del Ranchería se observó yeso en varios sitios: a) Cerca a la clavada principal de explotaciones de carbón hay lentejones de yeso (selenita) de más o menos un centímetro de espesor, parece que la cantidad es poca, y posiblemente la explotación se complique a causa del buzamiento de los estratos (más o menos 25°).

b) *Agua Nueva*, donde hay yeso en forma lenticular entre las arcillas arenosas claras que están bajo un manto de carbón. El yeso se presenta en estratos de un espesor aproximado de 4 metros. Allí hay algunos lentes de caliza que pueden haber sido la fuente del yeso.

c) En Majagüita también se encuentran lentejones de selenita que alcanzan hasta 5 centímetros de espesor. El yeso está entre arcillas muy arenosas y cerca a mantos de carbón. La cantidad de yeso es muy pequeña ya que sólo se encuentra uno que otro lente de mineral.

d) En Pozo Hondo hay yeso entre arcillas claras, finamente arenosas, que forman un banco de tres metros de espesor aproximadamente y que buzando ligeramente al SE. Este es quizá el único sitio que podría ser explotado utilizando indígenas para que hagan el trabajo. Es muy similar a lo que se explota cerca a Bahía-honda. No se puede apreciar la capacidad del yacimiento y por esto se recomienda hacerlo en el caso de que se venga a fundar la fábrica de cementos.

e) Cerca a Jagüey también hay pequeños lentejones de yeso en poca cantidad.

FABRICA DE CEMENTOS

Hay grandes cantidades de calizas en los cerros que bordean el valle del río Ranchería. Las calizas de El Cerrejón y la serranía que continúa al Sur son las que están mejor situadas respecto a la posible localización de una fábrica de cementos en este valle, ya que dicha fábrica debería estar situada en un sitio al que el transporte del combustible (carbón) y de la caliza fuese mínimo.

En el caso de decidirse el establecimiento de una fábrica de cementos aquí, debería hacerse un estudio con perforaciones y trincheras, los espesores exactos de las diferentes capas, para así establecer el sistema de explotación y el sitio por donde ésta debería iniciarse.

En el mapa adjunto se han marcado posibles localizaciones para dicha fábrica, basadas en la ubicación de las calizas y del carbón. Para esto no se consideró la posibilidad de fuerza eléctrica producida por caídas de agua, ya que en esta región no se observaron posibilidades para construcción de presas. La energía eléctrica debería ser producida en centrales térmicas, utilizando el carbón que allí mismo se explota.

El abastecimiento de agua para una fábrica de cemento debe hacerse con base en las aguas del río Ranchería, que lleva suficiente caudal en todas las épocas del año.

La mano de obra necesaria para una fábrica de cementos de regular magnitud tendría que ser en gran parte traída de otras regiones. Habría necesidad de construir campamentos y habitaciones para alojamiento, ya que las poblaciones de Barrancas y Papayal quedan bastante alejadas y son, además, muy pequeñas.

El mercado para el cemento producido en dicha fábrica sería en su parte esencial el internacional, ya que estas regiones poco desarrolladas es poco lo que podrían consumir. Considerando los precios existentes para cemento en el mercado internacional (por encima de US\$ 20.00 tonelada), y la escasez mundial de este material, se considera que una fábrica en este sitio sería económicamente posible, siempre que dicha fábrica no tenga que construir un sistema de transporte (cable o ferrocarril) ni el puerto marítimo para embarque.

ANALISIS DE CALIZAS

EFFECTUADOS EN EL LABORATORIO QUIMICO NACIONAL

Muestra N°	Insolubles %	CaO %	MgO %	P ₂ O ₅ %
32.669 (RO-122)	1.36	53.27	.60	.89
36.670 (RO-123)	2.31	52.71	.55	2.04
32.671 (RO-124)	1.76	53.94	.28	.28
32.672 (RO-125)	2.08	53.22	.94	1.50
32.673 (RO-126)	1.76	54.11	.52	2.47
32.674 (RO-127)	1.34	53.51	.47	.16
32.675 (RO-128)	2.03	52.77	.49	2.18
32.676 (RO-129)	1.72	52.44	.40	1.05
32.677 (RO-130)	1.37	53.17	.22	1.62
32.678 (RO-131) .. . . . . .	.76	53.65	.10	.06
32.679 (RO-132) .. . . . . .	.86	54.66	.58	.25
32.680 (RO-133)	1.00	52.93	1.55	1.65
32.681 (RO-134)	2.08	52.12	.20	1.02
32.682 (RO-135) .. . . . . .	.30	54.89	.30	1.75
32.683 (RO-136)	2.13	54.00	.46	1.01
32.684 (RO-137) .. . . . . .	.27	54.67	.46	.83
32.685 (RO-138) .. . . . . .	.48	54.59	.70	.51
32.686 (RO-139)	1.33	54.13	.48	.97

Muestra N°	Insolubles %	CaO %	MgO %	P ₂ O ₅ %
32.687 (RO-140)	.27	54.45	.25	1.16
32.688 (RO-141)	.62	54.08	.42	.41
32.689 (RO-143)	.54	53.79	.29	.03
32.690 (RO-144)	.32	54.87	.38	.35
32.691 (RO-145)	.40	54.23	.14	1.56
32.692 (RO-146)	.22	54.30	.42	.22
32.693 (RO-147)	.62	54.87	.58	.83
32.694 (RO-148)	.54	52.96	.20	1.21
32.695 (RO-149)	.89	53.28	.32	1.36
32.696 (RO-150)	.67	54.13	.48	.93
32.697 (RO-150B)	1.56	53.07	1.15	1.94
32.698 (RO-151)	7.20	49.77	1.19	.92
32.699 (RO-152)	6.54	49.77	.25	1.27
32.700 (RO-153)	.39	54.02	.26	.68
32.701 (RO-154)	.89	53.60	.38	1.49
32.702 (RO-155)	.37	55.01	.32	1.80
32.703 (RO-156)	2.16	54.44	.36	.12
32.704 (RO-157)	.42	53.79	.76	.95
32.705 (RO-158)	.51	53.81	.26	.63
32.706 (RO-159)	.74	54.80	.65	.25
32.707 (RO-160)	.25	54.67	.27	.98
32.708 (RO-161)	.32	54.23	.38	.19
32.709 (RO-162A)	.92	54.23	.21	.09
32.710 (RO-162B)	.36	54.52	.47	.63
32.711 (RO-163)	.52	54.23	1.55	2.20
32.712 (RO-164)	.23	53.70	.20	.59
32.713 (RO-165)	2.49	55.77	.74	2.01
32.714 (RO-166)	4.86	53.00	.40	.54
32.715 (RO-167)	7.02	49.39	.32	.61
32.716 (RO-168)	9.61	47.40	.63	1.37
32.717 (RO-169)	1.54	53.10	.58	1.90
32.718 (RO-170)	1.93	52.32	.61	1.64
32.719 (RO-171)	1.72	52.23	.23	.78
32.720 (RO-172)	4.25	50.09	.93	.97
32.721 (RO-173)	8.68	49.48	.21	1.18
32.722 (RO-174)	6.12	49.48	.32	.31
32.723 (RO-176)	.17	54.33	.49	.85
32.724 (RO-177)	.83	52.54	.23	.57
32.725 (RO-178)	.84	53.65	.18	.25
32.726 (RO-179)	1.04	53.51	.14	.79
32.727 (RO-180)	.66	54.39	.71	.79
32.728 (RO-181)	8.02	49.05	1.30	1.75
32.729 (RO-182)	2.34	52.21	.79	.28
32.730 (RO-183)	.80	52.36	.90	1.11
32.731 (RO-184)	.54	53.51	1.30	1.30
32.732 (RO-185)	.84	54.37	.76	.38
32.733 (RO-186)	.90	54.08	1.05	1.27
32.734 (RO-187)	1.48	53.28	.20	.66
32.735 (RO-188)	.44	54.08	.36	.12
32.736 (RO-189)	.56	54.67	.48	1.31

Muestra N°	Insolubles %	CaO %	MgO %	P ₂ O ₅ %
32.737 (RO-190)	.55	54.45	.35	.68
32.738 (RO-191)	.24	54.22	.39	1.64
32.739 (RO-192)	3.17	52.77	.39	2.01
32.740 (RO-193)	.52	54.33	.51	1.47
32.741 (RO-194)	.29	55.01	.52	.98
32.742 (RO-195)	.66	54.78	.51	1.63
32.743 (RO-196)	.47	53.39	.26	.60
32.744 (RO-197)	.86	54.80	.65	.38
32.745 (RO-198)	.60	52.79	.76	.47
32.746 (RO-199)	.21	54.78	.42	.85
32.747 (RO-200)	.46	54.23	.43	2.00
32.748 (RO-201)	1.02	52.93	.79	1.14
32.749 (RO-202)	.62	54.37	.54	5.00
32.750 (RO-203)	4.47	47.85	.58	1.94
32.751 (RO-204)	.80	53.79	.32	1.91
32.752 (RO-205)	2.32	47.94	.27	.41
32.753 (RO-206)	2.59	51.70	.32	.48
32.754 (RO-208)	6.60	50.98	.26	1.91
32.755 (RO-209)	6.12	51.32	.32	1.98
32.756 (RO-210)	.91	54.00	.30	2.45
32.757 (RO-211)	1.76	53.55	.22	.44
32.758 (RO-212)	8.88	49.55	.83	2.67
32.759 (RO-213)	4.30	52.07	.80	.38
32.760 (RO-214)	10.93	40.25	.32	1.51
32.761 (RO-215)	21.07	38.54	.39	1.67
32.762 (RO-216)	4.30	50.23	.43	.68
32.763 (RO-217)	3.64	52.93	.49	1.56
32.764 (RO-218)	1.31	54.00	.52	1.94
32.765 (RO-219)	2.25	53.10	.51	1.03
32.766 (RO-220)	.96	53.33	.38	2.22
32.767 (RO-221)	1.88	54.01	.07	2.04
32.768 (RO-222)	2.60	51.59	.32	.65
32.769 (RO-223)	4.53	48.96	.25	.83
32.770 (RO-224)	4.61	52.21	1.01	.76
32.771 (RO-225)	1.65	51.91	.25	.65
32.772 (RO-226)	1.91	44.38	8.15	2.26
32.773 (RO-227)	1.08	54.01	.25	.10

B I B L I O G R A F I A

- BÜRGL, H. — “Riquezas naturales de la Alta Guajira”. Informe número 1140 de 1955.
- HENAO, D. — “Memorias sobre los mapas geológicos de los carbones de El Cerrejón”. Informe número 762 de 1951.
- HUBACH, E. — “Yacimientos importantes de caliza para cal agrícola en Colombia”. Informe número 767 de 1951.
- “Informe general de las minas de carbón de El Cerrejón”. Instituto de Fomento Industrial, 1956.