

**INVESTIGACIONES SOBRE CALIZA AL ORIENTE
DE LA SABANA DE BOGOTA**
(con 5 figuras en el texto)

POR
RICARDO DE LA ESPRIELLA
GEOLOGO

INFORME No. 1313

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL
BOGOTA, 1961

CONTENIDO:

Resumen	31
Lista de ilustraciones	33
Introducción	35
Región de Gachetá y alrededores	37
Generalidades	37
Geología General	37
Geología Económica	38
Afloramientos de caliza	38
Kilómetro 3 del camino de Las Salinas	39
Monumento de Gachetá	40
Monumento de Junín	40
Ramal entre la carretera del Guavio y Gama	40
Sureste de Junín	40
Afloramientos de travertina	40
Conclusiones	41
Región de Pueblo Viejo	41
Generalidades	41
Geología General	41
Geología Económica	43
Conclusiones	44
Cuenca Hidrográfica del río Blanco y alrededores	44
Generalidades	44
Geología General	44
Geología Económica	46
Cementos Samper S. A.	47
La Siberia	47
Cantera de Palacio	47
Quebrada de Chocolatal	49
Puerto Arturo y alrededores	50
Estimación de reservas	50

Aspectos económicos	52
Río Blanco al norte de Choachí	53
Puente de Las Tapias	53
El Cerrito	54
Sur del Puente de Ají	55
Choachí - Fómeque - Ubaque	55
Ramal Choachí - Ubaque	55
Ramal Fómeque - Ubaque	55
Ramal Ubaque - Carretera de Oriente	55
Chipaque - Cáqueza	56
E. de la quebrada El Oso	56
Horno de los Alemanes	56
Hacienda La María y alrededores	56
Alto del Munar	57
Alrededores del Puente de Cáqueza	58
Conclusiones	58
Recomendaciones	58
Bibliografía	59

RESUMEN

Se describen resultados de los estudios sobre las calizas al oriente de Bogotá, en la región comprendida entre la carretera del Guavio hasta la región de Gachetá por el norte y la carretera de Oriente hasta la población de Cáqueza por el sur, departamento de Cundinamarca.

Se divide esta descripción en tres partes: región de Gachetá y alrededores, región de Pueblo Viejo (municipio de Guasca) y cuenca hidrográfica del río Blanco y alrededores.

En la región de Gachetá y alrededores se describen manifestaciones en el camino de Las Salinas, en los monumentos de Gachetá y Junín, en la carretera de Gama y al SE de Junín. El yacimiento del camino de Las Salinas puede llegar a los varios millones de toneladas pero su bajo contenido de CaCO_3 lo hace inepto para uso aún como cal agrícola. Los demás yacimientos en esta región muestran cantidad de bancos muy delgados y contenido muy variable de CaCO_3 .

En la región de Pueblo Viejo se encuentran dos bancos del Cenomaniano de 12 a 13 m de grosor, separados por 3 m aproximadamente de lutitas y margas. El contenido de CaCO_3 varía entre 80 y 93% de CaCO_3 y sus reservas explotables han sido calculadas en más de siete millones de toneladas.

En la cuenca hidrográfica del río Blanco y alrededores se describen manifestaciones en cinco zonas: Cementos Samper S. A., Puerto Arturo y alrededores, río Blanco al norte de Choachí, Choachí - Fómeque - Ubaque y Chipaque - Cáqueza.

Cementos Samper S. A. explota en la actualidad el yacimiento de Cantera de Palacio que consiste de una caliza del Campaniano, cuyas reservas han sido calculadas preliminarmente entre 7 y 10 millones de toneladas.

El yacimiento de La Siberia no está actualmente en explotación debido a los fuertes peligros de derrumbe que podrían ocasionarse. Sin embargo, este yacimiento no ha sido agotado.

El yacimiento de Quebrada de Chocolatal todavía no está suficientemente explorado para aproximar una cubicación.

El yacimiento de Puerto Arturo fue cubicado ofreciendo un total de 1.500.000 toneladas explotables con posibilidades de un millón más de caliza de excelente calidad. Este yacimiento podría ser explotado si se construyera un ramal que lo comuniqué con los centros de consumo.

En las demás manifestaciones de esta región se encontraron numerosos bancos de caliza, ninguno de los cuales justificaría una explotación en gran escala.

LISTA DE ILUSTRACIONES

- Figura N° 1. Afloramientos de caliza al oriente de Bogotá.
- ” ” 2. Columna estratigráfica generalizada. Afloramiento de caliza del camino Gachetá - Las Salinas.
 - ” ” 3. Columna estratigráfica generalizada del afloramiento de caliza del monumento de Gachetá.
 - ” 4. Afloramientos de caliza en la región de Pueblo Viejo.
 - ” 5. Caliza en Puerto Arturo y alrededores.

ANÁLISIS QUÍMICOS Y EXAMENES PALEONTOLÓGICOS

- Cuadro N° 1. Análisis químico de muestras de caliza provenientes de la región de Gachetá y alrededores.
- ” ” 2. Examen paleontológico de muestras provenientes de la región de Pueblo Viejo.
 - ” 3. Análisis químico de muestras de caliza provenientes de la región de Pueblo Viejo.
 - ” 4. Examen paleontológico de muestras provenientes de terrenos de Cía. de Cemento Samper.
 - ” 5. Análisis químico de muestras de caliza provenientes de terrenos de Cía. de Cemento Samper.
 - ” 6. Análisis químico de muestras de caliza provenientes de Puerto Arturo y alrededores.
 - ” 7. Análisis químico de muestras de caliza provenientes del río Blanco al norte de Choachí y de la zona Choachí - Fómeque - Ubaque.
 - ” 8. Examen paleontológico de muestras provenientes de Chipaque - Cáqueza.
 - ” ” 9. Análisis químico de muestras de caliza provenientes de Chipaque - Cáqueza.

INTRODUCCION

Dentro del programa de abastecimiento de cal agrícola de la Sabana de Bogotá el autor visitó las áreas de mayores probabilidades estratigráficas para encontrar caliza y todas las manifestaciones de que se tenía noticia en la región comprendida entre la carretera del Guavio y la región de Gachetá por el norte y entre la carretera de Oriente y la población de Cáqueza por el sur (ver Fig. N° 1).

Con tal propósito se recorrieron todas las carreteras de la región y sus alrededores y se hizo un reconocimiento del río Blanco entre la población de Choachí y la carretera La Siberia - Cantera de Palacio. Los reconocimientos geológicos consistieron en la comprobación y estudio de manifestaciones de caliza, medidas de espesores, rumbo y buzamiento y recolección de muestras para ser analizadas en cuanto a su contenido fosilífero o químico. Para esto se emplearon compás estilo Brunton, decámetro, alidada y plancheta.

Para propósitos de este informe se ha dividido el área estudiada en tres regiones:

Región de Gachetá y alrededores;

Región de Pueblo Viejo;

Cuenca hidrográfica del río Blanco y alrededores.

El autor recibió colaboración de los geólogos e ingenieros de minas Hermann Hoeck, Guillermo Londoño, Artur Warren y Roberto Wokittel, y muchas otras personas le facilitaron su labor en diversas formas, lo cual les merece todo su agradecimiento.

REGION DE GACHETA Y ALREDEDORES

Generalidades.

La región estudiada comprende las áreas de los municipios de Gachetá, Junín y Gama, departamento de Cundinamarca, que en conjunto tienen unos 930 kilómetros cuadrados y unos 35.000 habitantes.

Estos tres Municipios están comunicados con Bogotá por la carretera del Guavio y sus respectivos ramales, y distan de ella así: Gachetá, 90 kilómetros; Junín, 95 kilómetros, y Gama, 111 kilómetros aproximadamente.

La región está situada entre alturas de 1.500 a 2.500 m sobre el nivel del mar y la temperatura media es de 18°C. Las principales industrias son agricultura, ganadería, y en menor grado minería. Las principales vertientes de la región son los ríos Gachetá y Salinero.

Geología General.

La región estudiada (ver Fig. N° 1) está situada sobre sedimentos cretáceos bastante plegados. En una forma general estos sedimentos van aumentando en edad hacia el Este. Estratigráficamente la región está compuesta de una sucesión de mantos de caliza, arenisca y lutita correspondientes a sedimentos de edades Albiano a Maastrichtiano Inferior (Pisos de Villeta y Guadalupe).

Las formaciones que contienen caliza aquí están situadas en el Cenomaniano. El Maastrichtiano aflora claramente al noroeste de Gachetá, cerca a Las Salinas, en la vertiente occidental de las cabeceras del río Salinero.

Los sedimentos cuaternarios están compuestos por terrazas y abanicos aluviales formados por una serie de conglomerados de consolidación media de grava y cantos de tamaños irregulares, con cemento de lutita y arena, cubiertos esporádicamente por cantos rodados grandes que han quedado descubiertos debido a la erosión. Estos conglomerados han sido formados por la descomposición de los estratos cretáceos más fuertes y reposan discordantemente sobre ellos.

Estructuralmente, y de una manera muy general, se puede decir que la región está formada por un gran anticlinal que buza hacia el Suroeste. El eje de este anticlinal sigue una dirección general Suroeste-Noreste y pasa aproximadamente entre el puente Reyes y la confluencia de los ríos Salinero y Gachetá y al oeste del Monumento de Junín. El anticlinal ha

Kilómetro 3 del camino de Las Salinas. Aproximadamente tres kilómetros al noroeste de Gachetá, unos 200 m al este del camino de Las Salinas, existe un afloramiento de caliza de considerables proporciones. Este afloramiento consta de varios mantos de caliza (ver Fig. N° 2), con espesores que varían entre 0.80 y 6 m, que se extienden por varios kilómetros hacia el Este con plegamientos suaves. Cerca al camino de Las Salinas, el rumbo promedio es N 10° W y el buzamiento 10° E. El afloramiento se presenta aquí bastante descubierto y razonablemente accesible. Más hacia el Este presenta muros cortados casi verticalmente que impiden el acceso, y en algunos lugares se presentan totalmente cubiertos por material rodado: sólo desde lejos puede observarse el afloramiento completo. Además de los mantos que fueron muestreados y que se detallan en la columna estratigráfica (ver Fig. N° 2), parece que más hacia el Este se presentan, superponiendo estos mantos de caliza, por lo menos otros dos de más de 2 m.

Los análisis de las muestras tomadas (números REC-71, REC-72, REC-73, REC-74 y REC-75) se incluyen en el cuadro número 1. Como se puede deducir de estos datos, se encuentra aquí un yacimiento de caliza de bastante extensión que llegaría a los varios millones de toneladas. Sin embargo, su bajo contenido de carbonato de calcio y alto contenido de sílice lo hacen inepto para uso aun para cal agrícola. Sólo en caso de falta de cal en las inmediaciones del afloramiento, podría usarse después de molerlo.

Además de este afloramiento, encontramos algunos cantos rodados de caliza en la quebrada Grande, que se consideraron de ningún valor económico.

CUADRO NUMERO 1
ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE CALIZA
PROVENIENTES DE LA REGIÓN DE GACHETA Y ALREDEDORES
(Analizó: Servicio Químico Nacional).

Número	% Hume- dad	% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% Pérdidas totales	Procedencia
REC-71	0.18	78.50	43.96	0.74	9.89	4.45	2.99	37.15	Kilómetro 3 del camino Gachetá-Las Salinas
REC-72	0.33	60.09	33.65	0.79	21.35	10.31	4.54	28.85	
REC-73	0.40	39.25	21.98	0.63	42.39	8.37	5.38	20.18	
REC-74	0.22	70.12	39.27	1.12	15.15	5.20	5.50	33.17	
REC-75	0.40	14.50	8.12	0.86	65.85	8.26	7.10	9.64	
REC-78	0.54	47.21	26.44	0.93	28.02	6.70	12.68	24.33	Monumento de Gachetá
REC-79	0.29	66.37	37.17	0.85	19.09	4.07	6.38	30.95	
REC-80	0.19	77.39	43.34	0.57	11.44	5.08	2.91	35.91	
REC-81	0.29	68.09	38.13	0.83	19.15	3.56	5.14	32.14	
REC-82	0.15	57.12	31.99	0.89	34.27	3.00	3.07	25.62	
REC-83	0.36	81.87	45.85	0.34	9.70	3.06	3.59	36.62	
REC-84	0.35	74.86	41.92	0.50	13.95	4.56	4.39	33.70	
REC-85	0.31	15.39	8.62	0.81	63.22	6.79	10.07	8.87	
REC-86	0.40	63.12	35.35	1.01	15.45	8.88	9.28	29.94	
REC-88	0.53	62.93	35.24	1.16	14.16	8.42	10.38	30.04	
REC-89	0.13	24.46	13.70	0.30	67.30	4.40	2.52	11.11	
REC-90	0.40	76.96	43.10	0.70	14.41	2.50	3.35	35.02	
REC-91	0.22	34.32	19.22	0.30	53.23	6.06	3.46	17.24	
REC-92	0.29	10.05	5.63	1.48	60.44	14.23	6.61	10.90	

Monumento de Gachetá. En el declive entre el monumento de Gachetá y el río Salinero, afloran muchos mantos delgados de caliza (ver Fig. N° 3), análisis de algunos de los cuales (muestras números REC-78 a 86 y REC-88 a 91) se presenta en el Cuadro Número 1. En general estos mantos tienen aquí un rumbo general N 30° E y un buzamiento promedio de 40° W. Se encontró aquí un Venilicardia fósil, de edad indefinida (muestra número REC-87).

En el caso de estos bancos, ni su escaso grosor ni su bajo contenido de CaCO₃, aun dejando de lado su dificultad de explotación y la inaccesibilidad en muchos casos, los hacen propicios para uso como cal industrial o agrícola.

Monumento de Junín. No se consideró necesario, después de una inspección preliminar, el detallar ni muestrear este afloramiento, pues presenta todas las características de ser idéntico al del monumento de Gachetá y separado de aquél sólo por la erosión del río Nemeqata. Sus posibilidades económicas son también malas.

Ramal entre la carretera del Guavio y Gama. No existen de esta carretera, recientemente construída, ni mapas ni fotografías aéreas para localización. En general se puede decir que los estratos aquí buzanan entre 35 y 50° al Noroeste y su dirección cerca del comienzo del ramal es N 10° E, variando hasta N 55° E cerca a Gama. Se componen de bancos de arenisca, lutitas, marga y caliza, en algunos lugares bastante fallados.

Se encuentran muchos bancos de caliza en esta carretera, pero ninguno de espesor o aspecto que hiciera pensar en posibilidades de explotación, por lo cual no se hizo una exploración posterior.

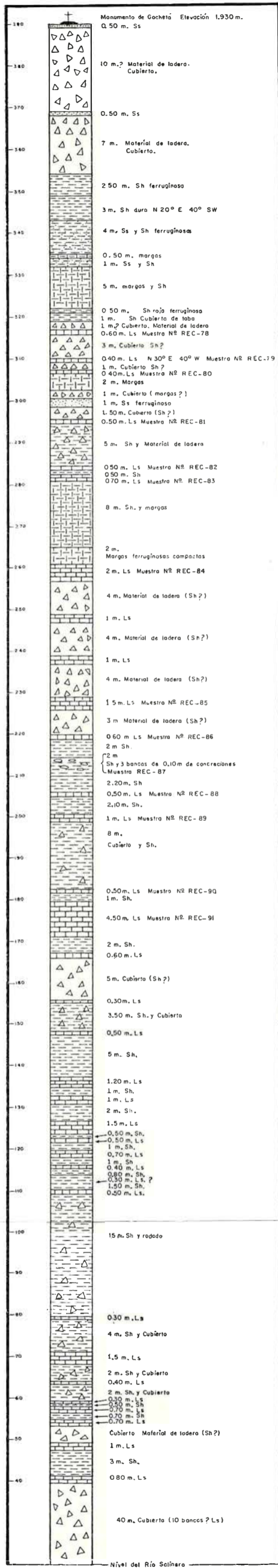
Sureste de Junín. Cerca a la mina "El Rincón", unos 300 m en dirección S 40° W, y en el bloque oriental de la falla a lo largo de la cual se depositaron los minerales de zinc, hierro y cadmio que se han explotado en el pasado, se encuentra un banco de poca extensión de caliza de 0.60 m. de espesor (N 20° E, 58° E) del cual se extrajo una muestra (REC-92) cuyo análisis se incluye en el cuadro número 1.

Además, se encontraron muchos cantos rodados, la fuente de los cuales fue la razón de nuestra visita, pero no pudo ser localizada. Estos cantos han sido explotados ocasionalmente para producir cal agrícola en pequeña escala.

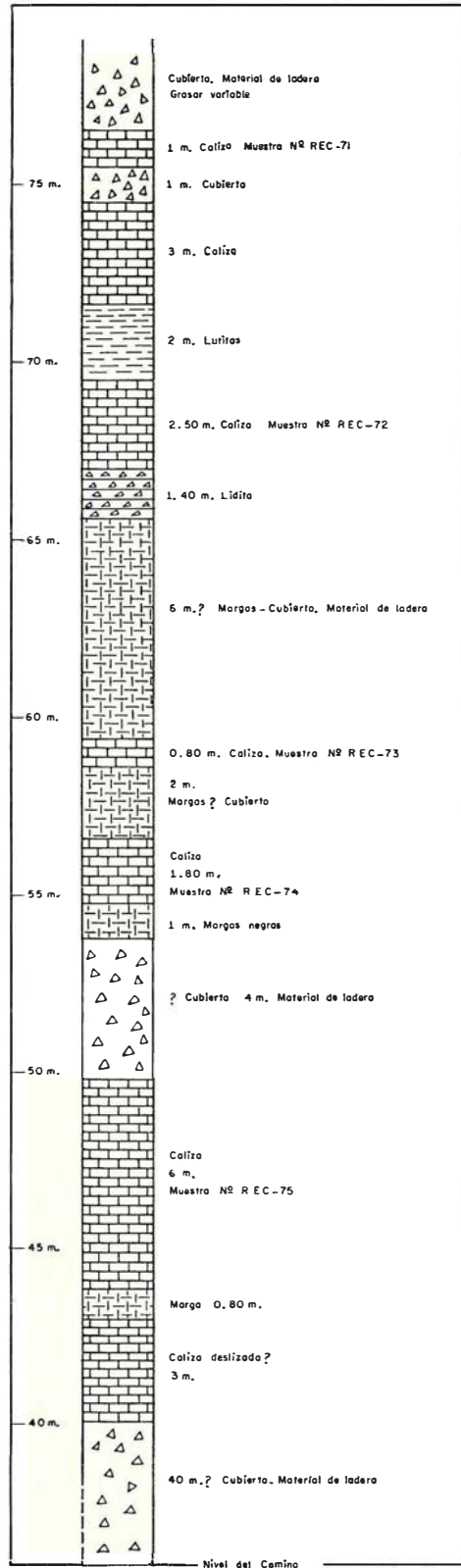
Afloramientos de travertina. Existen muy buenos afloramientos de travertina cerca al cementerio de la ciudad de Gachetá, de los cuales los situados entre la carretera y el río Gachetá están siendo explotados actualmente.

Para ello se usa una sierra de cadena sinfín que corta bloques cúbicos de aproximadamente 1 m³ de volumen, que son cortados y pulidos en Bogotá. La sierra tiene una capacidad de unos 50 cm diarios cuando el bloque tiene 6 m de largo. La producción actual se nos informó ser de unos 10 m³ por mes.

Estos afloramientos parecen haber sido originados por redeposición de CaCO₃ en sedimentos cuaternarios, transportado por aguas termales. Como tales, estos depósitos son de forma irregular y difícil cubicación. A primera vista, parece que existen allí unos 5.000 m.³ de travertina de buena calidad, distribuidos irregularmente.



Columna estratigráfica generalizada del afloramiento de caliza del monumento de Gachetá. Figura Nº 3.



Columna estratigráfica generalizada. Aflo-
ramiento de caliza del camino Gachetá - Las
Salinas. Figura Nº 2.

Además de su uso como piedra ornamental, se podría pensar en el uso de los desperdicios para producción de cal agrícola en escala reducida, por su alto contenido de CaCO_3 .

Conclusiones.

Los afloramientos de caliza de la región de Gachetá se presentan en la cercanía de la ciudad y al menos el situado en el camino de Las Salinas presenta un tonelaje bastante grande. Con excepción del situado en Junín, todos se encuentran a distancias menores de 5 kilómetros de algún carreteable. Sin embargo, su deficiente calidad impide pensar en cualquier posibilidad de explotación económica. Solamente se podría, y en pequeña escala, usar el material no aprovechable ornamentalmente de la explotación de travertina de Gachetá.

REGION DE PUEBLO VIEJO

Generalidades.

La región estudiada está situada en el municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca, a unos 12 kilómetros al SSW de la población de Guasca.

El municipio de Guasca tiene una extensión aproximada de 281 kilómetros cuadrados y unos 6.000 habitantes.

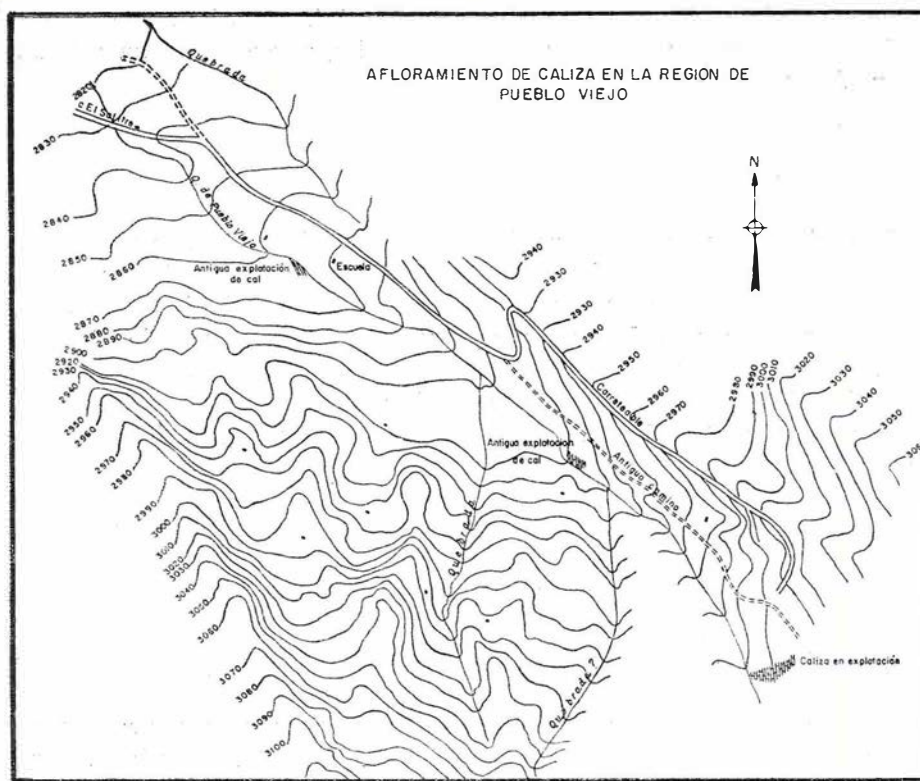
La región de Pueblo Viejo está comunicada con Bogotá por un ramal de unos 7 kilómetros que se desvía de la carretera del Guavio hasta el sitio de la explotación. De este ramal se desprende una serie de desviaciones carreteables que comunican los principales sitios de la región, incluyendo una (ahora en construcción) que se extenderá hasta el yacimiento de hierro de Pericos.

La región está situada a alturas entre 2.700 y 3.100 m sobre el nivel del mar y su temperatura media es de 12° C.

Geología General.

La región estudiada (ver Fig. N° 4) está situada sobre sedimentos cretáceos y terciarios con algunas fallas y plegamientos. Estratigráficamente la región está compuesta de una sucesión de mantos de caliza, arenisca, lutita y lidita correspondientes a sedimentos de edades entre el Cenomaniano y el Eoceno. (Pisos de Villeta, Guadalupe, Guaduas y Bogotá).

La formación calífera aquí está situada en el límite Cenomaniano-Turoniano, en el nivel de *Exogyra squamata* D'ORBIGNY. Además de este nivel, existe otro nivel guía de arenisca (probablemente del Campaniano) que resta conformemente sobre el nivel de la *Exogyra*, unos 150 a 200 m superior estratigráficamente, y separado por una serie de lutitas y liditas correspondientes al Turoniano y Coniaciano. La uniformidad de aflora-



Afloramiento de caliza en la región de Pueblo Viejo. Figura N° 4.

mientos de ese nivel y su constante distancia estratigráfica de la *Exogyra* lo hace muy valioso para localización de la posición relativa de los bancos de caliza, ayudando en esta forma a una estimación de su situación aun en sitios donde no afloran. Se recogieron aquí muestras fosilíferas números REC-145, REC-146, REC-147, REC-154, REC-155, REC-156 y REC-157 de más antiguo a más joven, cuyos análisis se detallan en el Cuadro N° 2.

CUADRO NUMERO 2
EXAMEN PALEONTOLOGICO DE MUESTRAS
PROVENIENTES DE LA REGION DE PUEBLO VIEJO

Muestra N°	Fauna	Procedencia	Edad
REC-145	Abundantes conchas de lamelibranchios con poco valor cronológico	Cantera de caliza de la Compañía Explotadora de Cal, Pueblo Viejo, Guasca, Cundinamarca.	Cenomaniano Superior.
REC-146 REC-147	Fosilífera, y las formas aparecen generalmente como moldes en que la calcita es el mineral reemplazante. La especie <i>Exogyra squamata</i> D'ORBIGNY es frecuente.		
REC-154	Indicios de fósiles, cuya concha original ha sido sustituida por calcita. La especie <i>Exogyra squamata</i> D'ORBIGNY parece estar presente.		
REC-155 REC-156	Algunas formas de lamelibranchios se asemejan mucho a <i>Tellina</i> (<i>Linearia</i>) <i>andium</i> GERHARDT.	SE de la cantera de caliza de Pueblo Viejo, Guasca, Cundinamarca.	Turoniano, probablemente Senoniano.
REC-157	Muchos fósiles de foraminíferos. También contiene macrofósiles, entre los cuales hay un <i>Peroniceras</i> . (<i>Gauthiericeras</i>).	SE de la cantera de caliza de Pueblo Viejo, Guasca, Cundinamarca.	Coniaciano Superior.

Analizó: Departamento de Estratigrafía, Servicio Geológico Nacional.

Los sedimentos cuaternarios, que reposan discordantemente sobre las formaciones anteriormente descritas, están formados por terrazas y abanicos aluviales de tamaños variables de grava y cantos rodados con cemento de lutita y arena.

Estructuralmente, y de manera muy general, la región está doblada por un pequeño anticlinal, cuyo eje buza hacia el Sursuroeste y probablemente pasa (el eje) a corta distancia al Oeste de la explotación de caliza. El anticlinal ha sido erodado aproximadamente a lo largo de su eje, dejando en descubierto las formaciones más antiguas. Los flancos a su vez están cortados por fallas de poco desplazamiento.

Geología Económica.

Se visitaron en esta región los yacimientos de caliza que están siendo explotados por la Compañía Explotadora de Cal S. A., situados en Pueblo Viejo.

Estos yacimientos consisten de dos bancos de caliza cristalina de unos 12 a 13 m de grosor total separados por aproximadamente 3 m de lutitas y margas. La dirección general de los estratos es N-S y su buzamiento promedio es de unos 10° W. El yacimiento tiene una extensión probada por medio de cateos hechos por la Compañía Explotadora de Cal de unos 1.200 m. Las reservas explotables de este yacimiento han sido calculadas por ellos en más de siete millones de toneladas. Del banco inferior se extrajeron muestras números REC-148, REC-149 y REC-150, y del banco superior, muestras números REC-151, REC-152 y REC-153, análisis químicos de los cuales se incluyen en el Cuadro N° 3.

CUADRO NUMERO 3
ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE CALIZA
PROVENIENTES DE LA REGIÓN DE PUEBLO VIEJO

Muestra N°	% Humedad	% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% R ₂ O ₃	% Pérdidas totales	Procedencia
REC-148	0.12	86.43	48.40	Trazas	5.01	6.12	39.29	Cantera de la Compañía Explotadora de Cal, S. A., Pueblo Viejo,
REC-149	0.08	88.75	49.70	Trazas	5.99	3.29	39.42	
REC-150	0.12	85.96	48.14	Trazas	5.69	4.93	39.38	
REC-151	0.09	80.09	44.85	Trazas	13.12	3.94	36.02	Guasca, Cundinamarca.
REC-152	0.07	92.37	51.73	Trazas	3.88	2.04	41.10	
REC-153	0.06	92.89	52.02	Trazas	3.17	3.14	41.60	

Analizó: Servicio Químico Nacional.

Entre 1935 y 1960 la Compañía Explotadora de Cal ha extraído unas 250.000 toneladas de caliza y se estima que la explotación en 1961 será de 11 a 12.000 toneladas. La caliza se calcina en dos hornos, en donde se quema aproximadamente el 90% de la producción. Estos hornos pueden producir entre 30 y 50 toneladas diarias de cal viva.

Además, la misma compañía explota el yacimiento de hierro de Pericos y adyacentes, a corta distancia de la caliza, el cual no fue visitado. En los últimos 20 años ha tenido un promedio de explotación de hierro de 1.000 toneladas anuales. Para 1961 se espera que será de 5.000 a 8.000 toneladas.

En El Salitre se observaron dos manantiales calientes y eczemas de sal cerca a la carretera del Guavio.

Conclusiones.

El yacimiento de Pueblo Viejo, como se puede deducir por su potencialidad y calidad, es un yacimiento excelente, especialmente comparado con la mayor parte de los otros yacimientos estudiados en esta área. La explotación a tajo abierto y con adecuados métodos técnicos es evidentemente la forma más apropiada, aun con la cantidad de material yacente que tiene que ser removido.

La Compañía Explotadora de Cal vende alrededor de la mitad de su producción para cal agrícola o para material componente de fungicidas donde no tenga importancia la causticidad de la cal. El resto abastece a una serie de industrias que consumen cal con especificaciones particulares. tales como abonos, fundentes, alimentos concentrados, etc.

CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BLANCO Y ALREDEDORES

Generalidades.

La región estudiada comprende los municipios de La Calera, Choachí, Fómeque, Ubaque, Chipaque y Cáqueza, departamento de Cundinamarca, que en conjunto tienen unos 1.520 kilómetros cuadrados y unos 56.000 habitantes.

Estos seis municipios están comunicados con Bogotá por la carretera de Oriente y ramales que se desprenden de ella, por la carretera Bogotá-Choachí, y por la carretera Bogotá - La Calera - La Siberia - Palacio y distan de ella así: La Calera, 45 kilómetros; Choachí, 40 kilómetros; Fómeque, 70 kilómetros; Ubaque, 60 kilómetros; Chipaque, 30 kilómetros, y Cáqueza, 50 kilómetros.

La región está situada a alturas entre 1.700 y 3.600 m. La temperatura varía entre 5° y 25° C. Las principales industrias son cemento, agricultura y ganadería. Las principales vertientes de la región son el río Blanco (que cerca a Cáqueza se convierte en río Negro) y el río Une (que cerca a Cáqueza se llama río Cáqueza) con sus respectivos afluentes.

Geología General.

La región de la cuenca hidrográfica del río Blanco y alrededores está compuesta en una forma muy general por una serie de plegamientos fallados cuyos ejes forman líneas algo sinuosas y tienen una dirección general Sursuroeste-Nornoreste. Todos los flancos están a su vez subplegados y afectados por fallas de desplazamientos desiguales, entre las cuales tiene especial importancia para este informe la que se presenta a lo largo del río Blanco, aproximadamente paralela al eje del anticlinal de Choachí. En general se puede decir que el sistema de fallas observadas sigue un rumbo paralelo al eje de los plegamientos con sus consiguientes fallas perpendiculares de menor desplazamiento.

Estratigráficamente se presentan aquí principalmente sedimentos cretáceos que afloran debido a la erosión de las corrientes superficiales. De más antigua a más joven se presentan aquí las siguientes formaciones:

Grupo de Cáqueza (Titoniano a Hauteriviano), cuyos estratos superiores en la región estudiada forman el centro de la nariz del anticlinal de Choachí. Sobre estos estratos está situada la población de Cáqueza.

Su límite superior sobre la carretera Chipaque - Cáqueza está aproximadamente en el puente de Cáqueza, donde aflora hacia el Sur la arenisca de Cáqueza (Hauteriviano). Su límite al Norte está en una línea entre Ubaque y Fόμεque. En la región sólo se presenta su parte superior que consta de bancos gruesos de arenisca con algunas lutitas intercaladas. Se observaron además mineralizaciones de yeso cristalino y fibroso como reemplazo en zonas de fallas. HUBACH (1951) le asigna un grosor total de 3.000 a 4.000 metros.

Villeta Inferior o Fόμεque (Barremiano), sobre la cual están situadas las poblaciones de Choachí, Fόμεque y Ubaque, se extiende a ambos lados del río Blanco, hasta unos 8 kilómetros aproximadamente a lo largo del río al nornoreste de Choachí, mostrando en este sector su parte superior. Tiene aquí un grosor aproximado de 1.900 a 2.000 m. y consta de una serie lutitosa piritífera intercalada por areniscas, margas y calizas. Cerca a los planos de falla se observan diversas mineralizaciones de azufre, calcita, cuarzo, etc., y manantiales calientes de aguas mineralizadas. No se observó ningún fósil.

En Puente Nuevo se observaron slickensides con tendencia a una dirección paralela a la corriente del río. Aquí la dirección general de los estratos es N 20° E y buzamiento 55° E. Cerca a este puente, en la ribera izquierda del río, los estratos están prácticamente verticales. La roca aquí es una serie de bancos de arenisca y lutita.

Villeta Medio o Une (Aptiano), se presenta en la carretera Chipaque - Puente de Cáqueza perpendicularmente a ella y a ambos lados del río Blanco paralela a él hasta que éste la corta en una extensión de 1.5 a 2 kilómetros al NNE de la formación anteriormente descrita, antes de llegar de Choachí al Puente de Ají. Está formada principalmente por bancos muy gruesos de arenisca de grano grueso (Arenisca de Une de HUBACH, 1951) que fueron depositados sobre bancos delgados de caliza, que parecen ser aquí el tope del Villeta inferior. Esta caliza se presenta en el límite con el Villeta superior a ambos lados del río con dirección general N-S y buzamiento promedio de 80 a 85° W. Un kilómetro aproximadamente al SSE del caserío de Mundo Nuevo estas areniscas afloran en la ribera derecha del río en escarpes muy pronunciados de dirección general N-S y buzamiento de 75° W a vertical.

El grosor de esta formación fue calculado (HUBACH, 1951) en unos 400 m., pero al menos aquí, y aunque no fue medida en detalle, parece ser mucho mayor.

Villeta Superior o Chipaque (Albiano a Cenomaniano). Esta formación se presenta en el río Blanco desde los alrededores del caserío de Mundo Nuevo hasta aproximadamente la hacienda Puerto Arturo, donde el río se aparta del eje del anticlinal y toma un rumbo NNW-SSE hasta sus cabeceras. Toda la región de Chipaque, especialmente las ribe-

ras del río Une forman parte de esta formación. Más al norte, en el municipio de La Calera, se presenta en La Siberia y otros puntos, pero allí aflora sólo parcialmente.

Esta formación es muy importante para este informe, pues en su contacto con el Guadalupe Inferior (límite Cenomaniano - Turoniano) se presentan yacimientos de caliza de importancia económica.

El Villeta superior está formado aquí por una serie de lutitas piritíferas con bancos de caliza y areniscas de grano grueso en su parte superior y varios niveles de *Exogyra squamata* D'ORBIGNY. En esta región, la formación parece estar afectada por una serie de fallas paralelas (probablemente perpendiculares a una falla que sigue el curso general del río?) que dificultan la correlación de las capas. De nuevo aquí la formación parece tener un mayor grosor que lo calculado por HUBACH (1951), quien lo estima solamente en unos 200 m.

Formación Guadalupe (Turoniano a Maestrichtiano Medio). Las areniscas superiores de esta formación son una excelente guía estratigráfica y se extiende formando los riscos principales de la Cordillera de Bogotá y se repite hacia el Este formando flancos claramente visibles de sinclinales y anticlinales (DE LA ESPRIELLA, 1960).

Los niveles más fácilmente identificables están formados por las areniscas Dura y Tierna de la parte superior de la formación, separadas por un nivel de liditas arenosas (plaeners) y el horizonte de La Frontera en el Coniaciano basal.

El resto está formado por una sucesión monótona de lutitas, liditas arenosas (plaeners) y areniscas delgadas.

En el Campaniano se encuentra un nivel de caliza fosilífera en las regiones de Palacio y quebrada de Chocolatal.

Formaciones Guaduas, Bogotá, Tilatá, etc. (Maestrichtiano Superior a Pleistoceno). Estas formaciones carecían de importancia para el presente informe, y por lo tanto no fueron estudiadas. Todas han sido ampliamente descritas anteriormente y por lo tanto no se incluye ninguna información sobre ellas aquí.

Formaciones Recientes. Las formaciones recientes en esta región cubren la casi totalidad del área, especialmente en el valle del río Blanco. Se componen de sedimentos no consolidados formados por la deposición de materiales erodados de las formaciones locales, sobre las cuales reposan discordantemente. Además de gravas, arenas y gredas, se presentan grandes cantos rodados de arenisca y caliza.

Geología Económica.

En la misma forma que en el resto de la región, se visitaron todos los afloramientos de caliza de que se tenía noticia tratando además de descubrir los que se pudieran inferir por correlación estratigráfica. Se dio especial preferencia a los yacimientos de los cuales no existía ningún estudio previo y de los que su reconocimiento era exhaustivo sólo se hizo una visita de rutina con el fin de correlacionarlos con los del resto de la región.

Se visitaron cinco zonas principales donde se localizaron calizas:

Cementos Samper, S. A.
Puerto Arturo y alrededores,
Río Blanco al norte de Choachí,
Choachí - Fómeque - Ubaque y
Chipaque - Cáqueza.

Cemento Samper, S. A. La Compañía de Cementos Samper tiene en la actualidad tres yacimientos de calizas (ver Fig. N° 1): La Siberia, Cantera de Palacio y quebrada de Chocolatal, de los cuales sólo explota el segundo.

La Siberia. Este yacimiento, que fue el primero de donde se abasteció Cementos Samper, está situado a poca distancia al SE de la fábrica.

Se presentan aquí dos bancos gruesos de caliza de excelente calidad intercalados por otros más pequeños de areniscas, liditas y lutitas. Estratigráficamente, HUBACH (1929) asigna estos bancos al límite entre las formaciones de Villeta y Guadalupe (contacto Cenomaniano - Turoniano). Aquí se recogió una muestra (REC-165) con impresiones y moldes de *Astarte sieversi* GERHARDT.

Los bancos de caliza afloran claramente en los destapes dejados por las antiguas explotaciones. El banco superior tiene unos 25 a 30 m de grosor y el inferior unos 7 m. El rumbo general de los estratos es N 45° E y su buzamiento promedio 45° NW. La caliza se presenta muy meteorizada y es muy difícil extraer muestras representativas. Por lo tanto, se prefiere el análisis promedio (ver Cuadro N° 5) suministrado por la fábrica.

Las reservas de este yacimiento han sido casi agotadas por explotaciones en los últimos treinta años, que han sido suspendidas porque la continuación del yacimiento hacia el Sur no pertenece ya a Cemento Samper.

En cualquier caso, y a pesar de su excelente calidad, no es aconsejable seguir explotando este yacimiento, pues su poca magnitud no justifica posibles derrumbes de alguna consideración que podrían ocasionar desperfectos en las construcciones de la fábrica.

Cantera de Palacio. Está situada a unos 20 km. aproximadamente en línea recta al Oriente de La Siberia (ver Fig. N° 1).

Estratigráficamente esta caliza ha sido siempre considerada como un nivel del Senoniano Medio. Las determinaciones que se hicieron de muestras (números REC-161 a 164) recogidas por el autor (ver cuadro número 4) indican que probablemente pertenece al Campaniano.

CUADRO NUMERO 4
 EXAMEN PALEONTOLOGICO DE MUESTRAS
 PROVENIENTES DE TERRENOS DE CEMENTOS SAMPER, S. A.

Muestra N°	Fauna	Procedencia	Edad
REC-165	Impresiones y moldes de <i>Astarte sieversi</i> GERHARDT.	Cantera de La Siberia, La Calera, Cundinamarca.	¿Senoniano Inferior?
REC-161	Valvas de <i>Alectryonia</i> cf. <i>aucapitainei</i> COQUAND.	Cantera de Palacio, La Calera, Cundinamarca.	Campaniano.
REC-162			
REC-163			
REC-164			
REC-169	Valva de <i>Ostrea</i> .	Quebrada Chocolatal, La Calera, Cundinamarca.	Campaniano.
REC-170	Valvas de <i>Alectryonia</i> cf. <i>aucapitainei</i> COQUAND.		

Analizó: Departamento de Estratigrafía, Servicio Geológico Nacional.

La dirección general de los estratos es N-S y su buzamiento hacia el W. La caliza se presenta aquí en forma de bloques de falla. Las fallas, que parecen ser parte de un sistema de fallas transversales a una falla principal, tienen una dirección general SSW-NNE. LONDOÑO, G. (información oral) sugiere una peneplanación glacial después del doblamiento, con acumulación del material detrítico calífero encima de la misma caliza, como explicación a los resultados obtenidos por taladros (70 m de "grosor" en algunos sitios). El autor observó evidencias claras de glaciación en los botaderos, donde los cortes en las areniscas han formado un anfiteatro.

Las reservas de caliza de este yacimiento han sido estimadas preliminarmente entre 7 y 10 millones de toneladas, pero la irregularidad del yacimiento dificulta un cálculo exacto basado en datos de geología superficial. Cementos Samper esporádicamente efectúa perforaciones de ensayo, pero nunca se ha hecho una serie sistemática de perforaciones con el objeto de hacer cálculos de tonelaje.

El yacimiento se explota técnicamente con maquinaria apropiada y los problemas de material sobrante, etc., se han resuelto satisfactoriamente. El transporte de la caliza hasta la fábrica se hace por medio de un cable aéreo.

Se recogieron muestras (números REC-158 a 160) de caliza, cuyo análisis químico se muestra en el cuadro número 5. La caliza que Cementos Samper emplea para la manufactura de cemento debe tener un mínimo de 78% de CaCO_3 .

CUADRO NUMERO 5
ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE CALIZA
PROVENIENTES DE TERRENOS DE CEMENTOS SAMPER, S. A.

Número	% Hume- dad	% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% In- soluble	% R ₂ O ₃	% CO ₂ (calculado)	Procedencia
REC-158	0.59	93.48	52.35	0.88	2.73	1.23	42.04	} Cantera de Palacio.
REC-159	0.51	94.02	52.65	0.88	2.79	0.78	42.28	
REC-160	0.43	94.28	52.80	1.21	2.07	0.63	42.76	
REC-166	0.53	94.55	52.95	0.99	1.90	0.88	42.63	} Quebrada Chocolatal.
REC-167	0.47	95.18	53.30	0.66	1.52	1.03	42.83	
REC-168	0.39	96.96	54.30	1.32	1.01	0.80	43.05	

Analizó: Laboratorio Químico del Servicio Geológico Nacional.

ANÁLISIS PROMEDIO DE LA CALIZA DE LA SIBERIA, EMPLEADA EN LA FABRICACION DE CEMENTO, ENTRE ABRIL Y DICIEMBRE DE 1955

% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% Pérdidas totales
89.52	50.24	0.38	4.94	2.66	0.70	40.58

Analizó: Laboratorio Químico de la Fábrica de Cemento Samper.

Quebrada de Chocolatal. Los afloramientos de caliza en la ribera norte de la quebrada de Chocolatal (ver Fig. N° 1) están situados unos 3.5 kilómetros al SSW de Cantera de Palacio, en la ribera oriental del río Blanco.

Se encuentra aquí un banco de caliza de un grosor máximo observable de 15 m. no muy uniforme debido a su fuerte erosión. Su posición estratigráfica parece ser la misma que la de la caliza de Cantera de Palacio, es decir, sedimentos correspondientes al Campaniano. (Ver análisis de muestras números REC-169 y 170, Cuadro N° 4).

Estructuralmente la zona es muy compleja. De nuevo aparece aquí una serie de fallas perpendiculares al río Blanco afectadas por otras de menores proporciones perpendiculares a ellas. La ribera sur de la quebrada de Chocolatal tiene en general una serie de estratos que buzanan hacia el W pero afectados por una falla normal, cuyo bloque este está invertido, teniendo así buzamientos hacia el Oeste y Este. La ribera norte está afectada por una falla normal, que puede ser la continuación de la falla de la ribera sur, que parece cortar el banco de caliza.

Las observaciones hechas en el campo no fueron suficientes para aventurar una opinión sobre la continuación de este banco, especialmente en un área estructuralmente tan complicada. Preliminarmente, sin embargo, fue la opinión del autor en el campo que la continuación del banco de caliza (dirección N 10° E?; buzamiento 45° SW?) estaba limitada en su extremo oeste por la falla, lo que haría de este yacimiento una excelente guía estratigráfica pero su poca extensión no justificaría una explotación en gran escala.

Como esta caliza puede ser la reserva de Cementos Samper, S. A., valdría la pena un estudio detallado de su estructura para una ubicación, así sea aproximada. En estructura tan compleja, no parece suficiente guía los datos logrados por observación de la geología superficial y probablemente sería aconsejable hacer una serie de perforaciones para basarse en hechos más detallados.

Se recogieron aquí muestras números REC-166 a 168, cuyo análisis químico se presenta en el Cuadro N° 5. Como se puede observar, la caliza es aproximadamente de la misma calidad que la de Cantera de Palacio.

Puerto Arturo y alrededores. Este yacimiento (ver Fig. N° 1) está situado entre el caserío de Mundo Nuevo y la carretera La Siberia - Cantera de Palacio, en las haciendas Puerto Arturo, La Esperanza, Campo Hermoso, Los Quemados, Bocachica y otras pequeñas parcelas adyacentes.

Se presentan aquí dos bancos gruesos de caliza de excelente calidad intercalados por otros más pequeños también de caliza y mantos de areniscas, margas y lutitas. Estratigráficamente la caliza está aquí, según análisis de HANS BÜRGL de las muestras REC-103, REC-115 y REC-116 de cantos rodados recogidos en la quebrada El Playón y cercanías, en la parte alta del Cenomaniano, en el límite entre los grupos de Villeta y Guadalupe. Esta caliza, más o menos arenosa, está llena de *Exogyra squamata* D'ORBIGNY.

No se encontraron afloramientos *in situ* de esta caliza con *Exogyra*, pero sí gran cantidad de cantos rodados a lo largo de la quebrada mencionada y en el Cerro El Pulpito al noreste de la casa de la hacienda Puerto Arturo.

Los yacimientos de caliza se extienden en una dirección general Suroeste-Noreste en la vertiente occidental del río Blanco. Las vías de comunicación consisten solamente de caminos de herradura, en su mayoría de pésimas condiciones, que comunican esta área con La Calera, Mundo Nuevo y la carretera La Calera - Cantera de Palacio.

Los bancos de caliza pudieron observarse sólo esporádicamente, pues el material de erosión los cubre en su mayor parte, dejando ver sólo afloramientos esporádicos. Estos depósitos recientes dificultan la observación de los mantos y es probable que en muchos casos los oculten totalmente.

Con algunas variaciones locales, el rumbo general de los estratos es Suroeste-Noreste y su buzamiento Noroeste. Con algunas excepciones, el buzamiento no es muy fuerte y oscila entre quince y treinta y cinco grados. La no disminución en grosor de los extremos visibles de los bancos hace desechar la teoría de que estos bancos pudieran ser lenticulares formados por pequeñas depresiones en el fondo marino y hace favorecer la teoría de fallas perpendiculares a la del río Blanco, aproximadamente paralelas, que cortan los bancos en sus extremos visibles. Es posible, además, la presencia de una falla de poco desplazamiento paralela a la cuchilla de Los Cerdos, que explicaría el desplazamiento del banco inferior en ese punto. Sin embargo, el alto costo de trincheras hace antieconómico el intento de probar estas teorías.

Estimación de reservas. En esta estimación se ha tratado, en lo posible, de cubicar el mayor número, y en su mayor extensión observable, los bancos que puedan tener una correlación lógica y extensión calculable. Con tal propósito, el autor levantó, con plancheta, alidada, cinta y compás Brunton, el croquis topográfico "Caliza en Puerto Arturo y alrededores" (ver Fig. N° 5), en el que localizó los afloramientos de caliza en esa región. Desafortunadamente, los sedimentos recientes que cubren la mayoría del área dificultan la correlación de los mantos. Descubrir suficientes afloramientos para hacer una estimación total verdadera, sería labor de varios meses e implicaría un costo de alguna magnitud, así que

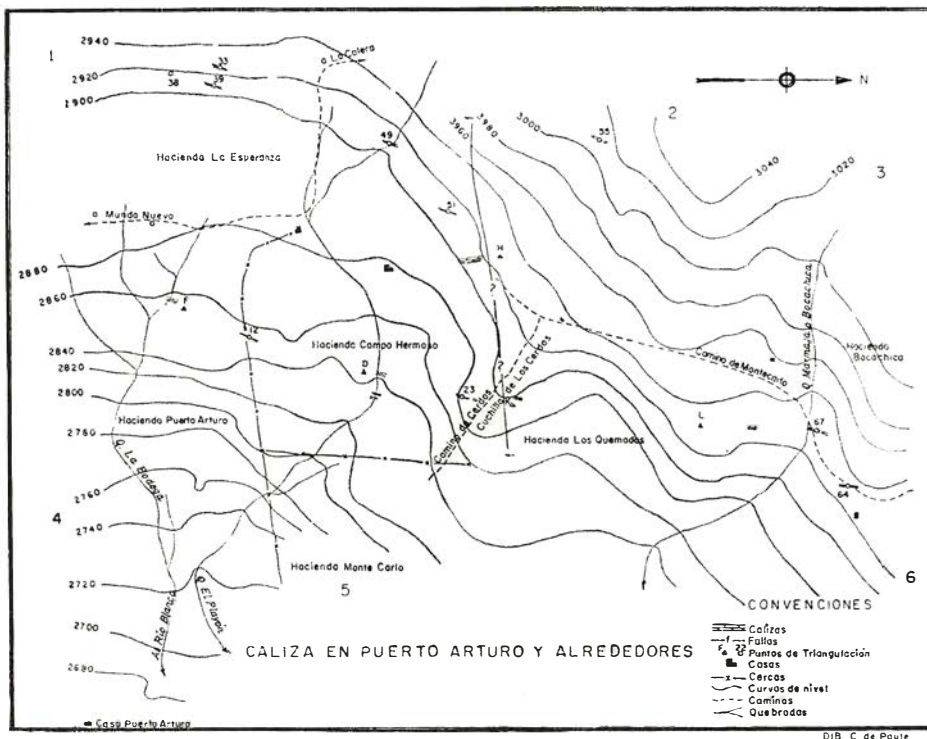
los resultados de esta cubicación están limitados a los datos a nuestra disposición. Datos adicionales modificarían, probablemente en forma considerable, estas cifras.

Se observaron varios mantos de caliza, de los cuales sólo dos se consideran aquí por su grosor y calidad excelentes. Los demás fueron observados sólo localmente y sus grosores no justifican su explotación. En adelante se referirá a ellos como "banco superior" y "banco inferior", por su posición estratigráfica relativa.

El banco superior tiene un grosor observado de 8 m aproximadamente y el banco inferior varía entre 5.5 y 6 m en los lugares donde por destapes, artificiales o naturales, ha sido posible medirlo en su totalidad. No se observó, fuera de estos datos, ninguna prueba de adelgazamiento de los mantos donde pudieron observarse en su totalidad.

Para propósitos de esta cubicación, se tomó por probada la teoría de fallas paralelas que cortan los bancos de caliza en sus extremos visibles.

Los afloramientos de caliza observados están dispersos en toda el área estudiada, pero en general, se pueden dividir en dos grandes bloques cortados por la cuchilla de Los Cerdos (ver Fig. N° 5), así:



Caliza en Puerto Arturo y alrededores. Figura N° 5.

Bloque A, entre los puntos 1, 2, 4 y 5.

Bloque B, entre los puntos 2, 3, 5 y 6.

En el bloque A se pueden observar ambos bancos. El banco superior presenta aquí sus mejores afloramientos en los puntos 38, 39 y 49, en una extensión aproximada de 400 m. Su continuación hacia el Sursuroeste o Nornoreste fue infructuosamente buscada. El banco tiene un grosor aproximado de 8 m en toda su extensión. Respecto a su prolongación subterránea, se ha decidido considerar solamente 100 m explotables por

la cantidad de material en el respaldo superior, cuyo costo de extracción impediría la explotación a tajo abierto después de esta distancia. Así, el volumen de este banco aquí sería $400 \times 8 \times 100 = 320.000 \text{ m}^3$. Si se considera la densidad aproximada de la caliza como 2.6, el tonelaje sería 320.000×2.6 , o sea 832.000 toneladas.

El banco inferior aflora en el bloque A en la quebrada La Bodega, el punto 12, la quebrada El Playón, el punto 23 y el flanco sur de la cuchilla de Los Cerdos, en una extensión aproximada de 600 m. Cerca a la quebrada La Bodega muestra perturbaciones que sugieren la presencia de una falla. El grosor del manto es de 5.5 a 6 m. Debido a la cantidad de material rodado que oculta la casa entre el punto 12 y la quebrada El Playón, que trincheras de 3 m de profundidad no alcanzaron a atravesar completamente, y la mayor cantidad de respaldo, solamente se han considerado aquí 90 m de prolongación subterránea explotable. Así, el volumen de este banco aquí, sería $600 \times 5.5 \times 90 = 297.000 \text{ m}^3$, o sea 772.000 toneladas.

Además, en el bloque A, cerca al punto H se presenta un banco de unos 4 m de grosor en una extensión de unos 50 m, el cual puede tener unos 10.000 m^3 aproximadamente, o sea unas 26.000 toneladas. Este banco puede extenderse mucho más, pero aquí se calcula sólo lo observado en los destapes ordenados por el autor.

En esta forma, el bloque A tendría un total de 1.629.000 toneladas, o en números redondos 1.500.000 toneladas explotables.

En el bloque B no se observó el banco superior, y el banco inferior aflora solamente en el punto K, con un grosor de unos 5.5 m. La correlación del banco en el punto K con los puntos 64 y 67 es demasiado arriesgada para dar un concepto definitivo por su distancia. Sin embargo, el autor se inclina a creer en esta correlación. Si se pudiera probar esta aseveración, esto arrojaría un millón de toneladas más.

Aspectos económicos. La cubicación anterior ha sido calculada tratando de evitar un cálculo optimista. Sin embargo, el autor es de opinión que exploraciones futuras con trincheras y perforaciones aumentarán estas cifras considerablemente.

Como se puede observar en el análisis químico de 10 muestras de la región (ver Cuadro N° 6), se trata aquí de una caliza de alto porcentaje de CaCO_3 uniforme a través del área. La procedencia de cada una de estas muestras se anota en la última columna del Cuadro de Análisis, con referencia a la Fig. N° 5.

CUADRO NUMERO 6
ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE CALIZA
PROVENIENTES DE PUERTO ARTURO Y ALREDEDORES

Número	% Humedad	% CaCO_3	% CaO	% MgO	% MgO	% SiO_2	% Pérdidas totales	Procedencia (con referencia a la fig. N° 5)
REC-100	0.05	97.86	54.80	0.17	0.92	1.30	42.73	Cerca a punto D
REC-101	0.04	96.73	54.17	0.58	0.65	1.07	43.22	Punto 12
REC-102	0.05	91.36	51.16	0.67	4.04	3.63	40.66	Punto F
REC-107	0.16	90.45	50.65	Trazas	4.63	6.50	38.02	Punto 33
REC-108	0.06	99.91	55.95	Negat.	0.91	2.00	40.89	Punto 38
REC-110	0.09	93.03	52.10	Trazas	3.24	3.55	40.87	Entre puntos H y 50
REC-111	0.14	93.77	52.51	Trazas	3.02	3.50	40.81	Punto 56
REC-112	0.14	84.02	47.05	Negat.	8.50	6.90	37.21	Punto 67
REC-113	0.11	89.73	50.25	Trazas	4.85	5.26	39.43	Entre puntos 67 y L
REC-114	0.07	94.66	53.01	Negat.	0.86	4.10	41.68	Cerca a punto K

Analizó: Servicio Químico Nacional.

De toda el área observada, este es el único yacimiento de considerables proporciones que no está en explotación. Dadas la potencialidad de los bancos y la excelente calidad del mineral, sería conveniente la explotación de este yacimiento para consumo en la Sabana de Bogotá como cal agrícola y otros fines industriales. El empleo de maquinaria apropiada y personal técnico junto con medios adecuados de transporte aparecen como los métodos obvios para la explotación económica de este yacimiento.

La construcción de un carretable que comunicara a este yacimiento con el ramal La Siberia - Carretera de Palacio o con las poblaciones de La Calera o Choachí sería vital para el transporte del mineral, puesto que reduciría de una manera considerable el tiempo y la dificultad de transporte, convirtiendo este yacimiento en una fuente importante de abastecimiento de materia prima para cal agrícola en la Sabana de Bogotá.

Río Blanco al norte de Choachí. Siguiendo el río Blanco aguas arriba desde Choachí hasta el caserío de Mundo Nuevo, se encuentran tres manifestaciones principales de caliza, todas asociadas a la falla que corre a lo largo del río. Estas manifestaciones son:

1. Puente de Las Tapias,
2. El Cerrito, y
3. Sur del Puente de Ají.

Además, en una serie de lugares intermedios entre éstos, se presentan concentraciones de cantos rodados de tamaño medio, que son probablemente manifestaciones de bancos que han sido tapados.

Puente de Las Tapias. Este afloramiento está situado en la vertiente derecha del río Blanco, cerca al puente de Las Tapias (ver Fig. N° 1).

Se encuentra aquí un bloque de caliza cubierto en su parte superior por margas. Está cubierto casi completamente en tres lados por material de acarreo. Sin embargo, se puede inferir un bloque de 10 m x 5 m x 5 m de caliza cristalina. El afloramiento parece hacer parte de un bloque mayor que conecta con el afloramiento de El Cerrito, y que ha sido dividido por la erosión del río Blanco. Se observaron aquí dos rocas afectadas por slickensides, ya muy poco visibles por su meteorización. Esto, y las observaciones en El Cerrito hacen desconfiar de la correlación continua en el subsuelo de un bloque tan cerca al plano de falla. Así, se pueden considerar aquí, de reservas probables, unas 500 toneladas de caliza, con un porcentaje de 80% de CaCO_3 (ver Cuadro N° 7, muestra número REC-104). No se pudo observar en este afloramiento la dirección de los estratos, pero areniscas que afloran en las cercanías tienen un fuerte buzamiento hacia el N.

CUADRO NUMERO 7
ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS PROVENIENTES DEL RÍO BLANCO,
AL NORTE DE CHOACHI, Y DE LA ZONA CHOACHI-FOMEQUE-UBAQUE

Muestra N°	% Humedad	% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% R ₂ O ₃	% Pérdidas totales	Procedencia
REC-104	0.10	80.71	45.20	Trazas	14.73	4.60	35.26	Puente de Las Tapias
REC-105	0.23	88.12	49.35	Trazas	1.93	10.25	37.85	El Cerrito
REC-106	0.41	90.37	50.61	Trazas	1.29	7.05	40.55	
REC-141	0.18	50.32	28.18	Trazas	20.15	22.54	25.37	Ramal Choachí-Ubaque
REC-131	0.12	83.20	46.59	Negat.	6.20	9.21	37.35	Ramal Ubaque-Carretera de Oriente
REC-132	0.12	87.45	48.97	Trazas	4.63	5.42	39.45	
REC-135	0.09	69.48	38.91	Trazas	13.26	14.75	31.88	
REC-136	0.09	71.73	40.17	Trazas	14.06	10.96	39.91	
REC-142	0.12	61.93	34.68	Trazas	22.32	11.79	30.13	Ramal Fômeque-Ubaque

Analizó: Servicio Químico Nacional.

Estas calizas fueron explotadas en el pasado en muy pequeña escala y todavía existen remanentes del horno donde se calcinaban. Evidentemente la dificultad de transporte y lo rudimentario de los métodos de explotación hicieron de este proyecto una operación poco económica. Además, el porcentaje de CaCO₃, apenas aceptable para cal agrícola de baja calidad, y la poca extensión del afloramiento, no justifican una industria mayor que el abastecimiento de las fincas aledañas.

En el puente de Las Tapias, cerca al cruce de caminos en la vertiente izquierda del río, se observaron algunos cantos rodados de caliza con mineralización de calcita, de origen desconocido. Es probable que vengan de algún bloque, ahora tapado por material rodado, desplazado por la falla del río Blanco.

El Cerrito. Este afloramiento (ver Fig. N° 1) está situado unos 300 m al NE del afloramiento del puente de Las Tapias, en una especie de meandro del río, en la vertiente oriental. Este "meandro", muy fácil de localizar, ha sido formado por diferencia de erosionabilidad de las rocas en este punto, e indica claramente, especialmente si se observa la planada de más de 500 m de extensión al norte, que ha sido un bloque de falla con desplazamiento hacia arriba descubierto por el solevantamiento debido a la erosión del río. Se observa aquí un buzamiento variable de este afloramiento hacia el Este, pero esto carece de valor en cuanto a su posición estratigráfica si se considera que se observan aquí muchos *slickensides* y fracturas rellenadas por calcita y caliza muy ferruginosa, lo que indica la presencia de una falla. La diferencia de buzamientos y su cercanía a la falla principal nos hace dudar de su relación con el afloramiento del puente de Las Tapias en otra forma cualquiera que no sea su proximidad geográfica.

Este afloramiento tiene la forma aproximada de un cono con base elipsoidal.

La caliza aquí es muy desigual en contenido. Se encuentra desde caliza ferruginosa rosada hasta una caliza muy arenosa. Su contenido de CaCO₃, en muestras escogidas no significativas en total, dio un porcentaje bueno para cal agrícola (ver Cuadro N° 7, muestras números REC-105 y REC-106). Su tonelaje, no calculado exactamente debido a la variabilidad de contenido e irregularidad de las capas, justificaría solamente una

explotación en muy pequeña escala. Sin embargo, su dificultad de explotación debido a la variabilidad de calidad y espesor, y el mal estado de las vías de comunicación hace este depósito inepto aun para explotación en pequeña escala para cal agrícola, a no ser localmente.

Sur del Puente de Ají. Este afloramiento (ver Fig. N° 1) está situado inmediatamente al sur del Puente de Ají y cruza el río mostrándose en ambas vertientes. Consiste de numerosos bancos delgados de caliza con una dirección aproximada norte-sur y buzamiento 80° a 85° W en promedio, intercalados con margas y lutitas bien consolidadas. Se encuentran cerca a una zona de falla. La caliza aquí es muy arenosa y bien estratificada. No se consideró necesario extraer ninguna muestra, debido a su alta silicificación. Obviamente, esta caliza carece de valor económico no solamente por su bajo contenido de CaCO_3 y escaso grosor de los bancos, sino por su mala situación en cuanto a transportes.

Choachí - Fόμεque - Ubaque. Se encontraron aquí diversos bancos delgados en el Villeta Inferior en tres localidades:

1. Ramal Choachí - Ubaque.
2. Ramal Fόμεque - Ubaque.
3. Ramal Ubaque - Carretera de Oriente.

Ninguno de ellos tiene valor económico de consideración.

Ramal Choachí - Ubaque. Entre el kilómetro 1 y el kilómetro $1 + 400$ del ramal Choachí - Ubaque se observaron 5 banquitos de caliza de menos de 0.40 m de espesor, de uno de los cuales se extrajo la muestra número REC-141, cuyo análisis se incluye en el Cuadro N° 7. Estos bancos no merecen ninguna consideración económica. Su rumbo general es $N 60^\circ W$ y su buzamiento $30^\circ NW$ aproximadamente. El ramal de Choachí a Ubaque corta estratos de más antiguo a más joven estratigráficamente, correspondientes al Fόμεque (Villeta Inferior).

Ramal Fόμεque - Ubaque. Este ramal corta estratos de la formación Fόμεque (Villeta Inferior). A la salida de la población se observaron dos banquitos de 0.50 y 0.20 m con dirección general $N 10^\circ E$ y buzamiento aproximado $45^\circ SE$. De aquí se extrajo la muestra REC-142, cuyo análisis químico se puede ver en el Cuadro N° 7. Estos banquitos no merecen ninguna consideración económica.

Ramal Ubaque - Carretera de Oriente. Se presentan aquí cortando la carretera en la salida de Ubaque, en el kilómetro 3 y en el kilómetro $8 + 500$ varios bancos de caliza bien expuestos entre 0.30 y 1.80 m. de espesor. Estos bancos tienen una dirección general cerca a Ubaque de $N 25^\circ E$ y buzamiento de $42^\circ E$, mientras que en el kilómetro $8 + 500$ tienen $N 30^\circ W$ de rumbo y $45^\circ SW$ de buzamiento. Sin embargo, toda esta sección se encuentra en la formación Fόμεque (Villeta Inferior) en el flanco W del anticlinal de Choachí. De estos bancos se extrajo la

muestra número REC-133, un examen de cuyos fósiles mostró la presencia de *Exogyra coulini* DEFRANCE (Albiano-Cenomaniano).

Del análisis de las muestras números REC-131, REC-132, REC-135 y REC-136 de estos bancos se puede deducir que tienen un porcentaje de CaCO_3 apropiado para cal agrícola. Sin embargo, la dificultad de explotación por su poco grosor, el peligro de derrumbes en la carretera y su situación en terrenos agrícolas muy parcelados, los hace económicamente inexplotables.

Chipaque - Cáqueza. En la Carretera de Oriente entre el Boquerón de Chipaque y el Puente de Cáqueza se visitaron las siguientes manifestaciones de caliza (ver Fig. N° 1):

Este de la quebrada El Oso,
Horno de Los Alemanes,
Hacienda La María y alrededores,
Alto del Munar, y
Alrededores de Puente de Cáqueza.

Los afloramientos se encontraron en las formaciones Fómeque (Villeta Inferior) Chipaque (Villeta Superior) a ambos lados de la arenisca de Une, que corta la carretera aproximadamente en la mitad de la distancia entre las poblaciones de Chipaque y Cáqueza.

E de la quebrada El Oso. En el bloque Oeste de la espectacular falla que aflora en la carretera Boquerón de Chipaque - Chipaque en el horizonte de La Frontera y muy cerca del plano de falla, aflora un banco de 0.60 m de caliza entre bancos de arenisca y lutita fuertemente doblados. De allí se extrajo la muestra número REC-129, cuyo análisis químico se adjunta en el Cuadro N° 9.

Además se nos informó de la existencia de otros bancos inferiores, ahora tapados por material rodado que se explotaban anteriormente. Quedan restos de un horno abandonado cerca a la carretera. Actualmente, el fuerte declive del terreno impide considerar la posibilidad de explotación, puesto que ocasionaría derrumbamientos que destruirían la carretera.

Horno de Los Alemanes. En un horno abandonado encontramos una concentración de cantos rodados, obviamente extraídos de algún banco (o bancos) de caliza de las cercanías, hoy tapado por material rodado. De esos cantos se extrajo una muestra fosilífera (REC-128, ver Cuadro N° 8) con abundantes *Exogyras squamata* D'ORBIGNY (Cenomaniano Superior) y otra muestra (REC-127), análisis químico de la cual se adjunta en el Cuadro N° 9.

Este horno, que fue abandonado hace unos 20 años aproximadamente, consta de una sola estructura con tres receptores. Con reparaciones, podría volver a usarse en caso necesario.

Hacienda La María y alrededores. En la hacienda La María existen tres hornos abandonados donde se calcinaba caliza. En la cerca de piedra del camino, recogimos la muestra número REC-125, examen paleontológico.

gico de la cual (ver Cuadro N° 8) mostró que proviene del Cenomaniano Superior (tope del Villeta, formación Chipaque). La muestra REC-126, del escarpe al W de los hornos, dio el mismo resultado. Los cantos rodados cerca del horno son de una caliza cristalina de buena calidad, pero en el escarpe al W no se observaron sino bancos de arenisca y lutita algo calíferas.

Se ignora la procedencia de la caliza que abastecía estos hornos. Informaciones de nativos de la región sugieren que se abastecían de los cantos rodados adyacentes, los que, al menos hoy día, no merecen consideración económica.

CUADRO NUMERO 8
EXAMEN PALEONTOLOGICO DE MUESTRAS PROVENIENTES DE CHIPAQUE-CAQUEZA

Muestra N°	Fósiles	Procedencia	Edad
REC-120	¿Exogyra? Spec.	Alto de Munar, Chipaque, Cundinamarca.	Cretáceo (¿Albiano-Cenomaniano?).
REC-123	Exogyra squamata D'ORBIGNY	Carretera entre Alto de Munar y Puente de Cáqueza, Cundinamarca.	Cenomaniano Superior.
REC-124	¿Cardita? Spec.		
REC-125	Exogyra squamata D'ORBIGNY	Hacienda La María, Chipaque, Cundinamarca.	Cenomaniano Superior.
REC-126	Exogyra squamata D'ORBIGNY	Horno de Los Alemanes, Chipaque, Cundinamarca.	Cenomaniano Superior.

Analizó: Departamento de Estratigrafía, Servicio Geológico Nacional.

Alto del Munar. Existen allí dos hornos abandonados. Cerca de la carretera se presentan tres bancos de caliza en una extensión aproximada de 200 m, con intercalaciones de arenisca. Entre los tres bancos hay un grosor de unos 7 m. Del banco inferior se extrajo la muestra número REC-118 y del banco superior la RSC-119, cuyo análisis químico se adjunta en el Cuadro N° 9. Estos bancos se extienden hasta las antiguas explotaciones de la hacienda Querente (GROSSE, 1929).

CUADRO NUMERO 9
ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE CALIZA PROVENIENTES DE CHIPAQUE-CAQUEZA

Muestra N°	% Humedad	% CaCO ₃	% CaO	% MgO	% SiO ₂	% R ₂ O ₃	% Pérdidas totales	Procedencia
REC-129	0.17	71.64	40.12	Negat.	13.76	11.07	34.80	E de la Quebrada El Oso.
REC-127	0.09	84.55	47.35	Trazas	10.28	0.35	37.86	Horno de Los Alemanes.
REC-118	0.12	86.37	48.37	Negat.	4.82	3.53	40.34	Alto del Munar.
REC-119	0.15	83.84	46.95	Negat.	7.84	4.97	38.47	
REC-137	0.10	82.18	46.02	Trazas	8.99	5.57	37.00	Alrededores del Puente de Cáqueza.
REC-138	0.18	1.59	0.89	Negat.	76.58	17.82	2.81	
REC-139	0.21	6.05	3.39	Negat.	73.64	15.54	4.48	

Analizó: Servicio Químico Nacional.

Estas muestras, sin embargo, no pueden considerarse representativas, pues un simple análisis macroscópico de muestras de diferentes partes de los bancos señala la variabilidad de facies en muy poca distancia, cambiando notablemente su contenido. Esta variabilidad dificulta enor-

mamente la explotación. Sólo un experto, y en pequeña escala, podría pensar económicamente en este yacimiento.

Siguiendo el curso de la carretera hacia la desviación a Une y antes de llegar allí se encuentran fisuras rellenas de tiza calcárea. Sin embargo, su pequeña cantidad sólo las hace interesantes como una curiosidad.

Alrededores del Puente de Cáqueza. En "El Santuario", que está situado donde se desprende el ramal a Ubaque, se observaron cantos rodados grandes de caliza con *Exogyra squamata* D'ORBIGNY (ver Cuadro N° 8), pero no se pudo observar el banco de donde provenían. Están situados, sin embargo, demasiado cerca a los afloramientos de la arenisca de Une para considerarlos siquiera aproximadamente *in situ*.

Se observó (ver Fig. N° 1) una manifestación de caliza (muestra número REC-137, ver Cuadro N° 9) de unos 3.5 x 4 m visibles, la que fue imposible definir si estaba *in situ* o no. Unos metros más adelante se observaron dos bancos de areniscas calíferas (muestras números REC-138 y REC-139), de ningún valor económico.

Conclusiones.

En la región que se ha denominado Cuenca Hidrográfica del río Blanco existen varios yacimientos considerables de caliza, de los cuales sólo se explota actualmente el de Cantera de Palacio.

Sin embargo, el yacimiento de Puerto Arturo podría explotarse en gran escala y de varios otros de los afloramientos descritos se podría considerar un aprovechamiento para cal agrícola aunque fuera en pequeña escala, si el problema de vías de comunicación no elevara los precios considerablemente.

RECOMENDACIONES

De todas las manifestaciones de caliza observadas, las más importantes son Cantera de Palacio, Pueblo Viejo, Puerto Arturo y Quebrada de Chocolatal por su excelente calidad y grandes reservas. Las dos primeras están en explotación y comunicadas con los centros de consumo por carreteras construídas por iniciativa particular.

El yacimiento de Puerto Arturo podría aprovecharse eficientemente si se construyera un ramal que conecte esta región con el carretable La Siberia - Cantera de Palacio.

El yacimiento de Quebrada de Chocolatal necesita exploración por medio de perforaciones, antes de pensar económicamente en su explotación.

Además existe una serie de yacimientos que podrían ser aprovechados en pequeña escala si tuvieran vías de comunicación.

El poco desarrollo de la industria calífera al oriente de Bogotá, para resumir, se debe en su mayor parte a la dificultad de vías de comunicación. Se recomienda una carretera que comunique a Choachí con Mundo Nuevo y con la carretera La Siberia - Cantera de Palacio, la cual no solamente es medida indispensable para la explotación del yacimiento de Puerto Arturo, sino que también habilitaría una excelente zona agrícola y ganadera, con perspectivas de rendimiento inmediato.

BIBLIOGRAFIA

- BÜRGL, H., 1956. — Contenido fosilífero de la Sabana de Bogotá y sus alrededores, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1189; publ.: *Bol. Geol.*, vol. V, N° 2, pp. 113-185, 1957.
- DE LA ESPRIELLA, R., 1960. — Geología de la Carretera Bogotá-Choachí, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1356.
- GROSSE E., 1929. — Informe geológico sobre la hacienda "Querente", Municipio de Chipaque, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 132, publ.: Comp. Est. Geol. Ofic. Col., tomo III, pp. 263-264, 1935.
- HUBACH, E., 1927. — El área petrolífera cretácea de la Cordillera Oriental, en especial de Cundinamarca y Boyacá, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 161; publ. Comp. Est. Geol. Ofic. Col., tomo VIII, pp. 99-118, 1950.
- HUBACH, E., 1929. — Informe relativo a la cubicación del banco de cal de La Siberia, perteneciente a la Compañía de Cemento Samper, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 175.
- HUBACH, E., 1931. — La formación "Cáqueza", región de Cáqueza, oriente de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 199; publ.: Comp. Est. Geol. Ofic. Col., tomo VI, pp. 23-26, 1945.
- HUBACH, E., BEHR-HEIDER, 1932. — Catálogo y clasificación de rocas colectadas por Behr-Heider y por el geólogo Enrique Hubach en diferentes regiones de Colombia, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 231.
- HUBACH, E., 1933. — La región de Panga-Panga, al norte de Choachí, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 219; publ.: Comp. Est. Geol. Ofic. Col., tomo VI, pp. 27-37, 1945.
- HUBACH, E., 1947. — Reconocimiento del área La Calera-Sopó-Guatavita-Guasca, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 158; publ.: Comp. Est. Geol. Ofic. Col., tomo VIII, pp. 85-97, 1950.
- HUBACH, E., 1951. — Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 785; publ.: *Bol. Geol.*, vol. V, N° 2, pp. 93-112, 1957.
- HUBACH, E., 1957. — Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia, Serv. Geol. Nal. Inf. N° 1212.
- RONDEROS, A., 1956. — Estudio geológico-minero de Gachetá y Junín, y deslizamientos en Junín, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1148.
- RONDEROS, A., 1956. — Exploración uranífera preliminar del camino Bogotá-Gachalá-Medina, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1149.
- RONDEROS, A., 1957. — Canteras de Palacio, Informe para Cementos Samper, S. A.
- ROYO, J., 1939. — Informe provisional sobre los yacimientos fosilíferos de Bogotá-Villavicencio, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 306.
- ROYO, J., 1940 A. — Informe sobre los fósiles cretácicos de Junín y Gama, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 302.
- ROYO, J., 1940 B. — Adiciones y verificaciones al informe provisional sobre los yacimientos fosilíferos de Bogotá a Villavicencio, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 307.
- ROYO, J., 1941. — Columnas estratigráficas de la Cordillera Oriental en Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 315.
- ROYO, J., 1942. — Fósiles carboníferos e infracretácicos del oriente de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 333; publ.: Comp. Est. Geol. Ofic. Col., tomo VI, pp. 194-243, 1942.

- ROYO, J., 1949. — Mapas geológicos de Bogotá, del centro y del sur de su Sabana, y breve explicación, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 674.
- VAN DER HAMMEN, T., 1957. — Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá (Cordillera Oriental de Colombia), Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1220; publ.: *Bol. Geol.*, vol. V, N° 2, pp. 189-203, 1957.
- WOKITTEL, R., 1954. — Los efectos sobre los terrenos, causados por la explotación de calizas en La Siberia, Municipio de La Calera, Departamento de Cundinamarca, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1034.
- WOKITTEL, R., 1957. — La situación del cemento en Colombia, Serv. Geol. Nal., Inf. N° 1216; publ.: *Bol. Min.*, año III, N° 33, 1956.

Manuscrito entregado en diciembre de 1958.