

**ESTUDIO DE LAS RESERVAS YESIFERAS DE LA  
REGION DE LOS SANTOS - BATAN - VILLANUEVA**

**POR**

**ANDRES JIMENO V.  
GEOLOGO**

**JAIME YEPES  
ING. DE MINAS**

---

INFORME No. 1418

---

SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL  
BOGOTA. 1963

## CONTENIDO

Lista de ilustraciones . . . . .	265
Lista de cuadros . . . . .	265
Resumen . . . . .	267
Introducción . . . . .	269
Geografía . . . . .	271
Geología . . . . .	271
Geología general . . . . .	271
Estratigrafía . . . . .	272
Método de prospección empleado . . . . .	274
Cálculo de reservas . . . . .	275
Reservas . . . . .	276
Análisis químico y características del yeso . . . . .	278
Sistema de explotación . . . . .	280
Costos . . . . .	281
Precios . . . . .	281
Mejoramiento del sistema de explotación . . . . .	282
Conclusiones . . . . .	283

## LISTA DE ILUSTRACIONES

- Figura N° 1. Mapa Geológico.  
Sector Los Santos-Batán-Villanueva.  
Escala 1 : 25.000.  
(En el bolsillo).
- Figura N° 2. Zonas yesíferas probadas y probables.  
Sector Los Santos-Batán-Villanueva.  
Escala 1 : 25.000.  
(En el bolsillo).

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Reservas probadas ... ..	276
Cuadro N° 2. Total de reservas probadas ... ..	277
Cuadro N° 3. Reservas probables ... ..	277
Cuadro N° 4. Total de reservas probables ... ..	278
Cuadro N° 5. Análisis químico del yeso ... ..	279
Cuadro N° 6. Costos de explotación ... ..	281
Cuadro N° 7. Resultado de los análisis ... ..	284

## R E S U M E N

En este informe se estudian las reservas yesíferas de la region Los Santos-Batán-Villanueva, Departamento de Santander. El yeso se encuentra principalmente en las arcillas de la formación La Paja (Barremiano-aptiano). Se exploró un área de 200 kms. cuadrados y se llevó a cabo una búsqueda minera más detallada en una extensión de 111 kms. cuadrados, localizándose 18 depósitos con una superficie total de 283 hectáreas. Las reservas probadas son del orden de 1.703.000 toneladas, considerando el tenor mínimo de valor comercial en 150 libras de yeso por metro cúbico y un espesor promedio de explotación de 25 metros. El tenor de los depósitos varía entre 150 y 600 lbs/m<sup>3</sup>. El contenido de SO<sub>3</sub> entre 35.2 y 42.8%. Estas reservas, aun cuando excelentes, pueden quedar en parte marginadas si se localizan en otros sitios del país depósitos yesíferos de mejor calidad y con condiciones más favorables de explotación y transporte.

Además se describen la geología general del área, sistemas de explotación, los costos y se recomiendan algunas mejoras en los sistemas actualmente empleados.

## INTRODUCCION

*En tres meses de trabajo de campo se exploró un área de 200 kms<sup>2</sup> y se llevó a cabo la búsqueda minera detallada en una extensión de tierra de 111 kms<sup>2</sup>, de los cuales el señor Eduardo Rueda levantó con plancheta el control topográfico de un área de 40 kms<sup>2</sup> y localizó los sitios para excavación de trincheras, mediante la mensura de un reticulado de 500 ms. de lado, resultando un total de 80 kms. lineales medidos. El geólogo Andrés Jimeno y el ingeniero de minas Jaime Yepes, con base en aerofotos y mapas preliminares del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, hicieron el reconocimiento de las características geológicas regionales, cartografiaron las diversas formaciones geológicas presentes en el área y las zonas yesíferas más prometedoras de la región. Además, colectaron muestras de las trincheras y de las minas en explotación, hicieron el cálculo de reservas y dan las bases para un avalúo económico del área.*

## G E O G R A F I A

*Localización y accesibilidad.*—La zona yesífera explorada, con una extensión aproximada de 130 kilómetros cuadrados, está situada en el Departamento de Santander y abarca gran parte de la Mesa de Los Santos; la parte occidental de la Mesa de Zapatoca y la faja norte de la Mesa Barichara, aledaña al río Chicamocha.

La zona en cuestión está localizada a unos 40 kilómetros al sur de Bucaramanga, con la cual están comunicadas por carreteras las principales poblaciones del área como Barichara, Zapatoca y Los Santos. Existen dentro de la zona una serie de caminos carreteables que facilitan el transporte del yeso hasta las carreteras principales.

*Topografía y drenaje.*—El relieve de la región es el producto de la acción erosiva de los ríos Chicamocha, Suárez, Sogamoso y sus afluentes sobre una zona originalmente plana, dando lugar a una serie de mesas. Las cuchillas y colinas existentes fueron causadas por erosión diferencial en arcillas y calizas, quedando siempre una costra calcárea protegiendo la cima de las cuchillas.

La zona pertenece a la cuenca hidrográfica del río Sogamoso, el cual sigue en esta área un curso sur norte, siendo sus principales afluentes los ríos Chicamocha y Suárez. Estos ríos corren por cañones de más de 600 mts. de profundidad. Las corrientes menores se caracterizan por el escurrimiento rápido del agua, siendo escasas las quebradas con agua permanente.

## G E O L O G I A

*Geología General.*—El área estudiada forma parte de la llamada “Zona de las Mesas de Santander” y está situada al suroeste de Bucaramanga entre los ríos Suárez, Sogamoso-Fonce, o sean las Mesas de Los Santos y Barichara.

La geología estructural del área es bastante sencilla. Los estratos Juratriásicos y Cretáceos presentes en el área tienen en general un leve buzamiento hacia el Oeste que fluctúa entre los 4° y 10°. No existen plegamientos de interés dentro del área, y los accidentes estructurales de mayor importancia son la falla de Santa Marta-Bucaramanga y la falla o flexión del Suárez, las cuales limitan la zona por sus costados oriental y occidental, respectivamente.

La primera de las fallas mencionadas separa en la zona Bucaramanga-Piedecuesta las unidades del Juratriásico y del Cretáceo inferior,

del basamento cristalino del macizo de Santander, el cual emerge hacia el Este. Más hacia el sur la falla se pierde dentro del macizo. Julivert (1).

La falla del Suárez sigue un curso paralelo al río Suárez por su ribera izquierda hasta unos 15 kilómetros al norte de Las Juntas, en donde lo atraviesa. En realidad, en la zona estudiada esta falla no tiene carácter de tal, sino que se manifiesta como una ondulación o plegamiento que hace aflorar los sedimentos del Juratriásico sobre su flanco occidental.

## ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos presentes en el área abarcan desde el Juratriásico hasta el Albiano y están representados por las formaciones Girón, Tambor, Rosablanca, La Paja y Tablazo. El carácter de los sedimentos indica un origen continental para el Girón y El Tambor, y un medio pandonérico a nerítico para las unidades más recientes.

### JURATRIASICO

*Formación Girón.*—No se observó la base del Girón en el área. El tope de la unidad se trazó donde las margas rojo-violáceas de la formación subyacen en inconformidad angular con las areniscas limpias y cuarzosas de la formación Tambor, observándose localmente la presencia de un conglomerado basal.

La unidad fue observada en el camino Los Santos-Jordán, en el cañón del Chicamocha y está compuesta de:

*Areniscas:* rojo-violáceas, de grano fino, arcillosas, micáceas, con venas de calcita y bancos menores de arcillas algo calcáreas, de color rojizo. Localmente presenta aspecto brechoso, con cavidades amigdaloides, composición heterogénea; granos verdosos, calcita, y fragmentos de rocas ígneas. Hacia la parte superior se presentan *areniscas* de color marrón-violeta con parches de color verde claro, de grano medio a grueso, localmente conglomeráticas, con venas de calcita, micáceas, *gruesamente* estratificadas ( $\pm 1$  m.), intercaladas con arcillas pizarrosas rojizas o verdosas, las cuales se presentan más abundantes hacia el tope de la formación. El espesor de la formación en la zona estudiada es aproximadamente de unos 450 m.

### CRETACEO

*Formación Tambor.* (¿Hauteriviano? - Barremiano).

Esta unidad reposa en inconformidad sobre el Girón y subyace bajo la formación Rosa Blanca. El tope se trazó donde la última arenisca clara del Tambor da paso a las margas y calizas de la formación Rosa Blanca.

El Tambor fue observado en Las Juntas, en la Quebrada Cuevecitas y en el camino Los Santos-Jordán; su espesor se estima en unos 125 me-

tros. La formación está compuesta predominantemente de: areniscas claras, cremas a rosadas en las superficies alteradas, blancas cuando frescas, de grano fino a medio, bien redondeado, cuarzosas, con algo de óxidos de hierro, micáceas especialmente en los planos de estratificación, maciza y con estratificación cruzada, localmente conglomerática, intercalada con bancos menores de margas rosadas. En algunas partes se observa un conglomerado basal.

No se encontraron fósiles en las secciones estudiadas, pero según E. Hubach (2) la formación es de edad Hauteriviano.

*Formación Rosa Blanca.* (Hauteriviano-Barremiano).

Los contactos de esta formación son concordantes, siendo el superior con la formación La Paja sumamente definido. Este contacto se determinó donde las calizas de la formación Rosa Blanca dan paso a margas y arcillas de la formación La Paja.

La unidad fue observada en Las Juntas, en las quebradas Chivatera, Dañina y Aguas Blancas; su espesor es aproximadamente de unos 300 metros.

La formación consiste de:

*Calizas:* grises claras a azulosas, fosilíferas, gruesamente estratificadas (+ 2 mts.), localmente arenosas, con venas de calcita, muy duras. Algunos bancos presentan aspecto concrecionario. Se presentan intercalaciones de bancos de: *arcillas pizarrosas*, de color gris azulado a gris oscuro; algunas son calcáreas y seleníticas, otras presentan textura fino arenosa a limosa, con bandas bien definidas de concreciones o guijarros redondos de caliza; *areniscas calcáreas*, grises oscuras, fino a medio granuladas, con minerales de óxidos de hierro que le dan tintes rojizos, fosilíferas, con fracturas rellenas de calcita, algo micáceas, bien consolidadas; y *areniscas arcillosas*, grises claras a grises oscuras unas, otras rojo-violáceas, de grano medio; algunas son glauconíticas, micáceas, con óxidos de hierro, venas de calcita y granos de caliza; algunas son fosilíferas, regularmente consolidadas. En algunos sitios, especialmente en el cañón del río Sogamoso, se presentan diques de barita hasta de 1.20 metros de espesor.

La fauna colectada en la formación consiste de:

*Pulchellia multicostata* RIEDEL, *Pulchellia caicedi* KARSTEN, *Pulchellia* (*Nicklesiella*) cf. *pseudo karsteni* BURGL. *Pulchellia galeata*, *Hamulina* sp. *Nicklesia lenticulata* HYIATT. *Pedioceras caquesensis* KARSTEN. *Ancyloceras van dem Hecke* ASTIER. *Lucina porrecta* GERHARDT. *Ancyloceras simitense* BREISSTROFFER. *Leploceras*.

Con base en esta fauna se ha considerado la edad de la formación Hauteriviano-Barremiano.

*Formación La Paja* (Barremiano-Aptiano).

Esta unidad superyace en forma concordante a la formación Rosa Blanca, y en la parte superior las margas de la unidad traspasan gradacionalmente a las calizas de la formación superyacente Tablazo.

La formación fue estudiada en las quebradas La Agua Blanca, Chivatera y Chivatera Dañina; su espesor aproximado es de unos 280 mts.

Esta unidad es muy deleznable y está compuesta de:

*Arcillas pizarrosas*, grises verdosas, azules y negras. Cuando están alteradas presentan una coloración rojo-violácea; yesíferas, frecuentemente calcáreas; fosilíferas y fisiles; abundan las concreciones calcáreo-arenosas; algunas de ellas despiden un fuerte olor azufrado al partirlas; intercaladas con lechos menores de: calizas arcillosas ( $\pm$  50 cms.), grises oscuras y marrones oscuras, algo arenosas, fosilíferas, con venas de calcita, muy duras, y *areniscas* calcáreas de grano fino, grises oscuras, con tonalidades rojizas producidas por óxidos de hierro, micáceas y bien consolidadas.

Las arcillas pizarrosas constituyen el 60% de la formación y son los estratos yesíferos explotables comercialmente. El yeso se presenta en forma de láminas no continuas, de espesor variable desde medio milímetro hasta dos centímetros.

La fauna de la formación está representada en las secciones estudiadas por *Cheloniceras* sp. *Cheloniceras* aff. *cornuelianum* D'OBVNY; *Colombicera* sp., *Colombicera rotundatum* GERHARDTH; *Acantohoplites pulcher* RIEDEL; *Procheloniceras albrecthi-a ustriae* UHLIG; *Dufrenoya lexana* BURCKN; *Colombicera Alexandrinum* D'ORB; *Deshayesites stutzeri* RIEDEL; *Parahoplites* aff. *obliquus* RIEDEL, y se le ha asignado la edad del Aptiano.

En cuanto al medio ambiental, parece haber sido del tipo pandone-rítico a lagunal árido, restringido por barras.

#### *Formación Tablazo. (Albiano).*

Esta unidad fue observada al lado sur del cañón del Chicamocha, en la zona de Villanueva, pero no fue estudiada en detalle.

La formación, con un espesor aproximado de unos 300 metros, está compuesta predominantemente de calizas, claras a grises, gruesamente estratificadas en bancos de 4 a 13 metros de espesor, fosilíferas, micáceas, concrecionarias, con intercalaciones menores de arcillas pizarrosas y areniscas calcáreas.

Esta formación se caracteriza por presentar escarpes y por servir de capa protectora de las cuchillas donde los estratos delezna-bles de La Paja han estado sometidos a una intensa erosión.

No se colectaron muestras de esta unidad, pero por su posición estratigráfica, según E. Hubach (2), se le asigna una edad Albiano Inferior.

#### METODO DE PROSPECCION EMPLEADO

Se levantó a plancheta un reticulado de 500 metros de lado para localizar los sitios para las excavaciones, cubriéndose un área de 40 kilómetros cuadrados, donde las arcillas yesíferas de la formación La Paja están expuestas. De las 217 localizaciones sólo se pudieron aprovechar 190 para excavar trincheras y hoyos, por estar las restantes cubiertas por material calcáreo de acarreo, de un espesor mayor de 4 metros. Por

la misma razón, en algunas partes de las áreas de Batán y Villanueva no se pudo seguir el sistema de retículas y hubo que localizar las trincheras en los sitios más favorables, las cuales están indicadas en las figuras números 1 y 2 por círculos pequeños y por su respectivo número.

De cada una de las trincheras y bancos en explotación se tomaron muestras de yeso que fueron enviadas al Laboratorio Químico Nacional para el análisis correspondiente. (Véase cuadro N° 7).

Las medidas promedias de las trincheras son: 2 metros cuadrados de superficie por 3.50 metros de profundidad. Teniendo en cuenta el carácter laminar del yeso, el tenor se determinó dividiendo el peso del mineral extraído de cada trinchera por el volumen de la misma, y se expresó en libras por metro cúbico. En las minas actualmente en explotación se hicieron zanjas de pared de un ancho y profundidad promedias de 25 cms. y 20 cms., respectivamente, variando su longitud de acuerdo con las dimensiones del banco en explotación. El tenor fue calculado en la misma forma que en las trincheras.

Durante la prospección se localizaron 18 zonas o bloques yesíferos, cada uno de los cuales se identificó con un número, como se observa en la figura N° 2 y en el cuadro N° 1. Los 18 bloques cubren una extensión de tierra de 283.1 hectáreas. Para la selección de estos bloques se consideró como tenor mínimo comercial el de 150 lbs. de yeso por metro cúbico de material total. Vale la pena anotar que en algunas de las explotaciones actuales se trabajan bancos con un tenor de 100 lbs. de yeso por metro cúbico. Como es lógico suponer, puede existir yeso en cantidades comerciales en las zonas vecinas a los bloques en cuestión, pero desgraciadamente no se pudo comprobar su existencia debido a la capa de material de acarreo que cubre la zona, y a las limitaciones del sistema de sondeo (trincheras) que no permitía alcanzar profundidades mayores de 4 metros en forma rápida. Estas zonas aledañas se clasifican en este estudio como áreas de reservas yesíferas inferidas o probables, y las más favorables están identificadas con su respectiva letra en el cuadro N° 3 y en la figura N° 2, asignándoseles un tenor probable de 150 lbs. de yeso por metro cúbico.

#### CALCULO DE RESERVAS

El método empleado fue el siguiente: se midió con planímetro al área de cada uno de los bloques yesíferos y se asumió un espesor neto de arcillas yesíferas de 10 metros para una diferencia de elevación de 25 metros. En otras palabras, se consideró que las arcillas yesíferas constituyen las dos quintas partes del espesor total de la formación. Realmente la proporción asumida es muy conservadora ya que las columnas estratigráficas levantadas en las quebradas, bancos y trincheras demuestran que las arcillas yesíferas constituyen las dos terceras partes de la formación. Como tenor de cada bloque se asumió el tenor mínimo obtenido entre las trincheras excavadas en él. El cálculo de reservas se obtuvo así:

$$\text{Toneladas de yeso} = \frac{\text{Area} \times 10 \times \text{tenor}}{2 \times 2000}$$

De acuerdo con la arriba expuesto, las reservas calculadas que se muestran en los cuadros números 1 y 2 pueden pecar por defecto pero no por exceso.

## RESERVAS

Si consideramos como tenor mínimo de valor comercial el de 150 libras por metro cúbico, obtenemos un total de 1.703.000 toneladas de yeso probadas para la región Los Santos-Batán-Villanueva, distribuidas de acuerdo con el siguiente cuadro:

CUADRO N° 1

## RESERVAS PROBADAS

## VILLANUEVA

Bloque N°	Superficie en m <sup>2</sup>	Espesor neto en m.	Volumen en m <sup>3</sup>	Tenor lbs/m <sup>3</sup>	Reserva de yeso en miles de toneladas
1 . . . . .	871.5 × 10 <sup>3</sup>	10	4.357.5 × 10 <sup>3</sup>	150	327
2 . . . . .	192.5 × 10 <sup>3</sup>	10	962.5 × 10 <sup>3</sup>	600	289
3 . . . . .	75.0 × 10 <sup>3</sup>	10	375.0 × 10 <sup>3</sup>	150	28
4 . . . . .	85.0 × 10 <sup>3</sup>	10	425.0 × 10 <sup>3</sup>	600	127
Totales . . .	1.224.0 × 10 <sup>3</sup>	10	5.737.5 × 10 <sup>3</sup>		771

## BATAN

Bloque N°	Superficie en m <sup>2</sup>	Espesor neto en m.	Volumen en m <sup>3</sup>	Tenor lbs/m <sup>3</sup>	Reserva de yeso en miles de toneladas
5 . . . . .	145.0 × 10 <sup>3</sup>	10	725.0 × 10 <sup>3</sup>	500	181
6 . . . . .	37.5 × 10 <sup>3</sup>	10	187.5 × 10 <sup>3</sup>	150	14
Totales . . .	182.5 × 10 <sup>3</sup>	10	912.5		195

## LOS SANTOS

Bloque N°	Superficie en m <sup>2</sup>	Espesor neto en m.	Volumen en m <sup>3</sup>	Tenor lbs/m <sup>3</sup>	Reserva de yeso en miles de toneladas
7 . . . . .	185.0 × 10 <sup>3</sup>	10	925.0 × 10 <sup>3</sup>	160	74
8 . . . . .	103.0 × 10 <sup>3</sup>	10	515.0 × 10 <sup>3</sup>	200	51
9 . . . . .	40.0 × 10 <sup>3</sup>	10	200.0 × 10 <sup>3</sup>	300	30
10 . . . . .	207.0 × 10 <sup>3</sup>	10	1.035.0 × 10 <sup>3</sup>	250	103
11 . . . . .	191.7 × 10 <sup>3</sup>	10	958.5 × 10 <sup>3</sup>	150	72
12 . . . . .	102.0 × 10 <sup>3</sup>	10	510.0 × 10 <sup>3</sup>	200	51
13 . . . . .	101.7		508.5 × 10 <sup>3</sup>	400	102
14 . . . . .	86.5 × 10 <sup>3</sup>	10	432.5 × 10 <sup>3</sup>	150	32
15 . . . . .	254.8 × 10 <sup>3</sup>	10	1.274.0 × 10 <sup>3</sup>	200	127
16 . . . . .	40.0 × 10 <sup>3</sup>	10	200.0 × 10 <sup>3</sup>	250	25
17 . . . . .	15.0 × 10 <sup>3</sup>	10	75.0 × 10 <sup>3</sup>	250	9
18 . . . . .	98.0 × 10 <sup>3</sup>		490.0 × 10 <sup>3</sup>	250	61
Totales . . .	1.424.7 × 10 <sup>3</sup>	10	7.123.5 × 10 <sup>3</sup>		737

Sobre el cuadro anterior se pueden hacer las siguientes consideraciones: El sector de Villanueva, con sólo 4 bloques yesíferos, es el que

posee mayor tonelaje de reservas probadas y presenta los tenores máximos obtenidos en toda la región. El área de Batán aparentemente es la menos prometedora de los tres sectores, pero sus reservas pueden ser mucho mayores que las calculadas si se tiene en cuenta que la zona al norte del recodo del río Suárez (véase fig. N<sup>o</sup> 2) no fue estudiada debido a la falta de vías de acceso y de condiciones favorables para establecer campamentos. Además la zona de Batán, junto con el lado oriental del río Suárez (zona de Villanueva) son los que han recibido mayor cantidad de material de acarreo, lo cual dificulta su prospección por el método de trincheras. En cuanto al sector de Los Santos, fue el estudiado en más detalles y sus reservas son casi tan grandes como las de Villanueva pero de un tenor más bajo. Asimismo, este sector es el sometido a una explotación más intensa debido a su mejor sistema de caminos carretables y su cercanía a Bucaramanga.

En el cuadro número 2 se muestran en forma resumida los datos correspondientes a las reservas probadas de toda la región:

CUADRO N<sup>o</sup> 2

## TOTAL DE RESERVAS PROBADAS

Sector	Superficie en m <sup>2</sup>	Volumen en m <sup>3</sup>	Reserva de yeso en miles de toneladas
Villanueva . .	$1.224.0 \times 10^3$	$5.737.5 \times 10^3$	771
Batán . . . .	$182.5 \times 10^3$	$912.5 \times 10^3$	195
Los Santos . .	$1.424.7 \times 10^3$	$7.123.5 \times 10^3$	737
Totales . . .	$2.831.2 \times 10^3$	$13.773.5 \times 10^3$	1.703

En los cuadros números 3 y 4 se muestran respectivamente las reservas probables para cada zona y el resumen total de las mismas. Para este cálculo se asumió un tenor de 150 libras por metro cúbico.

CUADRO N<sup>o</sup> 3

## RESERVAS PROBABLES

Asumiendo un tenor de 150 lbs/m<sup>3</sup> y un espesor de 10 ms.

## VILLANUEVA

Bloque	Superficie	Volumen	Reservas de yeso en miles de toneladas
F	$287 \times 10^3$	$1.435 \times 10^3$	108
G	$108 \times 10^3$	$540 \times 10^3$	40
H	$172 \times 10^3$	$860 \times 10^3$	64
	567	$2.835 \times 10^3$	212

BATAN			
I	$150 \times 10^3$	$750 \times 10^3$	56
LOS SANTOS			
A	$180 \times 10^3$	$900 \times 10^3$	67
B	$75 \times 10^3$	$375 \times 10^3$	28
C	$107 \times 10^3$	$535 \times 10^3$	40
D	$96 \times 10^3$	$480 \times 10^3$	36
E	$195 \times 10^3$	$975 \times 10^3$	73
	$653 \times 10^3$	$3.265 \times 10^3$	244

## CUADRO N° 4

## TOTAL DE RESERVAS PROBABLES

Bloque	Superficie	Volumen	Reservas de yeso en miles de toneladas
Villanueva . . .	$567 \times 10^3$	$2.835 \times 10^3$	212
Batán . . . . .	$150 \times 10^3$	$750 \times 10^3$	56
Los Santos . . .	$653 \times 10^3$	$3.265 \times 10^3$	244
	$1.370 \times 10^3$	$6.840 \times 10^3$	512

## ANÁLISIS QUÍMICO Y CARACTERÍSTICAS DEL YESO

El yeso encontrado en la zona estudiada corresponde a las variedades seleníticas y fibrosas, y se presenta en forma de láminas delgadas no continuas, dentro de las arcillas yesíferas de la formación La Paja.

El cuadro N° 5 muestra los resultados de 65 muestras de yeso colectadas en las trincheras, clasificadas en 18 grupos de acuerdo con la cercanía de las trincheras a cada bloque yesífero. Se puede observar que los principales minerales extraños son: carbonatos de calcio y magnesio, alúmina y óxidos de hierro, pero en cantidades tales que no alcanzan a afectar la calidad del yeso. La principal impureza presente es arcilla proveniente de los estratos dentro de los cuales se presentan las láminas de yeso.

Los análisis indican que la pureza del yeso de los 18 grupos varía entre 79.9 a 91.7%. El contenido de  $SO_3$  es de 35.2 a 42.8. De los 18 bloques yesíferos 11 tienen una pureza igual o mayor al 90%, 10 tienen un  $SO_3$  mayor o igual al 40%, y en 16 es mayor o igual al 38%.

Sólo por vía informativa, nos permitimos comparar estos datos con los obtenidos en 12 grupos colectados en las minas de Nueva York, y que según D. H. Newland (3), son los siguientes: pureza del yeso de 72.5 a 99.6%,  $SO_3$  de 30.5 a 45.2%. De los 12 grupos, 8 tienen una pureza mayor del 90%, y 8 tienen un  $SO_3$  mayor del 40%.

De acuerdo con lo anterior, consideramos que la calidad del yeso del área estudiada es más que aceptable.

CUADRO N° 5

ANALISIS QUIMICO DEL YESO

SECTOR	VILLANUEVA			BATAN			LOS SANTOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Bloque N° . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
% MgO . . . . .	0.46	0.45	0.46	0.26	0.45	0.50	0.39	0.05	0.04	0.05	0.05	0.27	0.07	0.38	0.31	0.35	0.29	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.80	0.53	0.54	0.36	0.79	0.20	0.18	0.52	0.41	0.10	0.43	0.66	1.41	0.38	0.22	0.79	0.37	0.59
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2.97	1.21	1.22	0.79	2.99	1.01	0.59	0.92	0.99	1.53	0.99	1.59	1.59	0.82	1.88	1.98	1.18	1.22
Res. Insolb. . . .	8.49	5.93	5.95	7.83	8.57	10.49	6.90	6.42	5.38	7.59	5.76	5.74	15.08	8.00	5.97	7.21	8.18	8.04
Al <sub>2</sub> O libre . . . .	0.12	0.05	0.07	0.06	0.10	0.12	0.09	0.13	0.18	0.13	0.13	0.24	0.18	0.10	0.13	0.12	0.20	0.17
H <sub>2</sub> O com. . . . .	16.70	16.96	16.84	16.86	16.67	16.50	16.90	16.73	14.08	17.04	15.70	12.82	12.16	16.88	17.60	16.08	18.04	15.67
SO <sub>3</sub> . . . . .	39.20	41.58	40.75	40.78	39.21	38.26	38.00	42.82	42.55	39.07	39.95	36.93	35.32	41.28	40.89	31.64	41.35	41.52
CaO . . . . .	29.25	31.34	30.20	30.16	29.23	29.35	30.86	29.78	29.94	28.35	31.17	25.97	25.76	28.45	29.56	29.52	28.76	28.87
Yeso aprox. . . .	86.90	91.60	91.42	90.4	86.80	87.22	91.32	91.74	92.52	89.98	92.18	89.90	79.98	89.95	91.19	88.09	89.61	89.46

## SISTEMA DE EXPLOTACION

Las zonas yesíferas estudiadas en los tres Municipios están cubiertas en su mayoría por concesiones y permisos de explotación que cursan en el Ministerio los trámites correspondientes; las principales minas que existen en el área son las siguientes:

*Los Santos.*—El Banco, Coclínes, Caimo, La Aguadita, El Diamante y Rubén Serrano. En esta última la explotación está suspendida.

*Batán.*—Mina del mismo nombre.

*Villanueva.*—El Espinal y Hato Grande.

Las minas enumeradas son las que ocupan o han ocupado un volumen apreciable de trabajadores, pero hay muchos sitios de los yacimientos que son objeto de laboreo por grupos aislados de dos o tres obreros y que no tienen nombre especial.

La explotación de los yacimientos se hace a cielo abierto en escalones formando bancos rudimentarios de dimensiones variables y sin llevar ningún plan definido. Los trabajadores (hombres, mujeres y niños) arrancan con pico, barra y pala el material yesífero de los bancos de explotación; luego escogen a mano el yeso, limpiándolo a golpes de la arcilla que lleve adherida, y lo empaican en sacos de fique; cada saco lleno pesa más o menos 125 libras. (Esto según los propietarios de las minas). El material estéril se retira del frente con carretillas.

El yeso empacado se carga a mano en volquetes y camiones para transportarlo a los centros de consumo. Según informes obtenidos en el campo, en algunas minas hace bastante tiempo se utilizaron bulldozers para quitar el material de cubierta del depósito y para retirar el remanente estéril.

*Personal.*—La cantidad de personal empleado en la explotación es muy variable; esto se debe a varios factores: la demanda de los consumidores que no es constante; los trabajadores son en su gran mayoría agricultores que dedican a la minería el tiempo libre que les queda entre las épocas de siembra y cosecha de tabaco, que es el principal cultivo de la región. Este personal trabaja en forma voluntaria sin que exista contrato de trabajo de ninguna clase, y la única obligación del beneficiario de la concesión o del permiso de explotación es comprarle el yeso en el mismo frente de trabajo, sin tener en cuenta el tiempo gastado en la extracción de cada tonelada. Por las razones anteriores, ninguna mina tiene un número de trabajadores fijo que pueda garantizar una producción más o menos constante.

*Producción.*—Por las mismas razones enumeradas anteriormente, la producción es muy variable. Esta se podría estimar en unas 10.000 toneladas anuales, que se venden a las fábricas de cementos de Bucaramanga, Bogotá, San Gil, Medellín y Nobsa; algo de yeso se ha vendido en Bogotá para calcinación.

## C O S T O S

1) El costo de explotación en los tres sectores fluctúa entre \$ 40.00 y \$ 60.00 por tonelada. Esta gran diferencia se debe a varios factores, tales como: tenor, grado de compactación de las arcillas, facilidades de separación del yeso, etc... El cuadro N° 6 muestra el costo de explotación para cada sector en forma bastante estimativa, de acuerdo con datos suministrados por algunos propietarios:

C U A D R O N ° 6

## COSTOS DE EXPLOTACION

	Los Santos	Batán	Villanueva
Arranque . . . . . \$	48.00	44.00	32.00
Cargue . . . . .	2.00	2.00	2.00
Sacos . . . . .	2.00	2.00	2.00
Derecho de romana . . . . .	0.25	0.25	0.50
Sost. y amort. carreteras . . . . .	0.90	0.90	0.50
Administración . . . . .	3.00	3.00	3.00
Costo total por tonelada . . . . .	56.15	52.15	40.00

2) A continuación se dan algunos datos de gastos de transporte por tonelada a algunos de los centros de consumo:

	Valor tonelada
Los Santos-Bucaramanga (carretera) . . . . . \$	20.00
Los Santos-San Gil (carretera) . . . . .	30.00
Los Santos-Bogotá (carretera) . . . . .	90.00
Villanueva-San Gil (carretera) . . . . .	30.00
Villanueva-Cali (carretera) . . . . .	120.00
Villanueva-Nobsa (carretera) . . . . .	70.00
Villanueva-Bogotá (carretera) . . . . .	90.00
Bucaramanga-Medellín (ferrocarriles) . . . . .	84.20
Bucaramanga-Nare (ferrocarriles) . . . . .	50.00
Batán-Zapatoca-Barrancabermeja. No se conocen datos.	

## P R E C I O S

El precio de la tonelada de yeso en algunos de los centros de consumo es de:

	Valor por tonelada
Bucaramanga . . . . . \$	90.00
San Gil . . . . .	95.00
Bogotá (yeso para calcinar) . . . . .	175.00
Bogotá . . . . .	140.00
Nobsa . . . . .	120.00
Cali . . . . .	180.00
Medellín. No se tienen datos.	

En general, los precios anteriores son para yeso con un contenido de  $\text{SO}_3$  entre 30 y 34%, exceptuando el yeso para calcinar, cuyo contenido de  $\text{SO}_3$  debe ser mucho mayor.

El sector de Los Santos normalmente suministra yeso a los mercados de Bucaramanga y San Gil. La zona de Villanueva a Nobsa, Bogotá, y esporádicamente a Cali. El sector de Batán, a Nare y Medellín, pero no en forma constante.

#### MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE EXPLOTACION

Si se analiza el sistema de explotación utilizado actualmente, es necesario concluir que la falta de mecanización en las operaciones es una de las causas de la ineficacia, poco rendimiento y altos costos de la explotación. Según los datos indicados en el cuadro N° 6, la mano de obra absorbe alrededor del 90% del costo de explotación, el cual en nuestro concepto es excesivo; en efecto, como vimos anteriormente, las operaciones principales de explotación, descapote, arranque, escogencia y cargue se hacen a mano, lo que las hace lentas e ineficaces.

Según se observa en la descripción del sistema de explotación, el material estéril que queda después de separar el yeso se retira del frente en carretillas, pero ocurre que generalmente los trabajadores depositan ese material muy cerca del frente de trabajo, y por lo tanto al avanzar el corte el material va tapando zonas que son productivas, impidiendo así en muchos sitios la creación de un nuevo frente o banco de explotación.

Con base en los comentarios anteriores, para obtener mejores resultados en las explotaciones se hace necesaria su mecanización. Para quitar el material de cubierta y retirar el material estéril, sería aconsejable el uso de bulldozers.

El proceso del "arranque" se podría hacer más rápido y más barato usando picos neumáticos y compresores portátiles; los picos tipo Trench Digger pueden ser los apropiados para este caso.

La escogencia o separación del yeso de la arcilla que lleva adherida, es uno de los problemas más graves que han afrontado los explotadores para obtener un producto de una pureza aceptable por las fábricas de cemento (principales consumidores) y por las fábricas calcinadoras. Hasta ahora la eliminación de la arcilla se hace a mano; parece que en Bucaramanga hubo una planta lavadora de yeso, pero debido a los altos costos del proceso, fracasó.

Creemos que dado el gran tonelaje de yeso que existe en la zona, y que en el país hay otros yacimientos de tipo similar, valdría la pena emprender un estudio del proceso de beneficio más favorable para esta clase de material yesífero.

El cargue de los volquetes y camiones que transportan el yeso se podría acelerar utilizando pequeñas palas mecánicas o tolvas instaladas en sitios adecuados.

Es claro que otras mejoras de carácter general, como: las de sistematizar los bancos de explotación, arreglar y conservar los carretables, evitar tapar las capas yesíferas con material estéril, etc., redundarían en aumento de la producción.

Ninguno de los 18 bloques yesíferos presenta dificultades para la construcción o mejoramiento de sus vías de acceso.

Las minas y bloques yesíferos que presentan mejores perspectivas para realizar una explotación técnica o para mejorar la ya existente, por contar con botaderos apropiados para el material estéril, presentar facilidades para la construcción sistemática de bancos de explotación, etc., son los siguientes: 18 (minas Coclínes y Caimo), 12, 13, 10, 11, 17, 7 (mina Diamante), 4 (mina Hato Grande), 2 y 3 (mina Espinal), 1,5 (mina Batán) y 6.

Muchas de las recomendaciones enumeradas anteriormente sería fácil hacerlas efectivas, si se estableciera un plan de trabajos conjunto por parte de productores y consumidores de yeso; éstos podrían prestar ayuda técnica y financiera a los productores, ayuda que derivaría en su propio beneficio al obtener un mejor producto a costos seguramente menores.

### CONCLUSIONES

En resumen, las principales conclusiones que se deducen del presente informe son las siguientes:

1) La unidad yesífera en la región es la formación La Paja, y sería conveniente estudiarla en otras áreas donde está expuesta, especialmente en la zona de Villa de Leiva, con el fin de aumentar las reservas probadas de yeso del país.

2) El sistema de prospección con trincheras u hoyos, a pesar de sus limitaciones, parece ser el más aconsejable para esta clase de material yesífero.

3) Las reservas probadas son bastante apreciables si se tiene en cuenta el consumo actual de yeso en el país.

4) Las reservas de yeso son indudablemente mayores que las calculadas, pero el material de acarreo que cubre gran parte del área, hace difícil estimar la cantidad real de dichas reservas.

5) La calidad del yeso es aceptable como para ser usado en la industria del cemento y en la de calcinación, sobre todo si se introducen mejoras en el sistema de separación o escogencia del yeso.

6) El sistema de explotación actualmente empleado es muy rudimentario y se hace necesaria su mecanización para mejorar la productividad de la zona.

7) Si se descubren en el país yacimientos de mejor calidad y con condiciones de explotación y transporte más favorables, esta zona yesífera podría llegar a quedar parcialmente marginada.

## CUADRO N° 7

## RESULTADO DE LOS ANALISIS

Muestra	Referencia	Agua	Agua	Resd.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	MgO
		libre	Comb.	Insib.					
		%	%	%	%	%	%	%	%
46844	J × 105	0.30	15.68	16.07	3.17	1.58	24.65	19.52	0.51
46845	J × 106	0.18	14.16	9.14	2.78	1.02	29.25	32.76	0.36
46846	J × 104	0.10	17.78	8.34	0.79	0.76	27.99	37.66	0.38
46847	K × 104	0.12	18.08	7.54	0.79	0.41	28.83	39.79	0.42
46848	K × 106	0.06	18.20	5.28	1.18	0.57	29.80	30.53	0.34
46849	K × 107	0.20	18.04	8.18	1.18	0.37	28.76	41.35	0.29
46850	K × 108	0.18	19.26	5.59	0.79	0.21	30.29	44.13	0.24
46851	L × 105-60W	0.26	16.74	12.93	1.59	0.16	27.30	37.48	0.16
46852	L × 105	0.16	19.12	4.14	0.79	0.01	30.50	42.76	0.24
46853	L × 109	0.12	18.20	7.30	1.98	0.37	28.55	41.94	0.14
46854	L × 109 (1.90)	0.14	14.06	5.92	0.79	0.66	29.66	43.20	0.00
46855	M × 102	0.24	12.82	5.74	1.59	0.66	25.97	36.93	0.27
46856	M × 103	0.18	12.16	15.08	1.59	1.41	25.76	35.32	0.07
46857	M × 106	0.18	13.14	7.27	3.17	1.33	26.11	38.68	0.04
46858	M × 109-85W	0.18	13.94	6.47	0.79	0.66	30.08	42.59	0.02
46859	M × 109	0.32	11.82	18.51	2.38	1.47	24.33	34.19	0.00
46860	N × 104	0.18	12.38	11.61	7.34	1.46	25.20	28.49	0.00
46861	O × 101	0.54	7.60	36.65	5.35	2.10	17.40	19.41	0.33
46862	O × 103	0.07	18.27	9.82	0.87	0.14	27.90	41.15	0.72
46863	O × 104	0.18	13.54	5.76	0.79	0.86	28.83	40.70	0.04
46864	O × 105	0.04	18.84	8.43	0.79	0.14	28.62	42.01	0.37
46865	P × 100	0.18	14.08	5.38	0.99	0.41	29.94	42.55	0.04
46866	P × 101	0.24	13.66	8.16	1.39	1.26	28.76	40.02	0.00
46867	P × 102	0.22	13.00	10.04	4.36	0.79	25.48	35.83	0.04
46868	P × 103-50W	0.36	11.54	15.64	3.17	1.03	24.51	31.82	0.04
46869	P × 106	0.32	14.46	19.37	3.96	0.09	23.12	34.63	0.05
46870	P × 107	0.20	16.66	8.50	1.18	0.02	28.97	38.40	0.13
46871	Q × 98	0.12	19.08	1.89	0.40	0.00	31.62	45.64	0.07
46872	Q × 100	0.26	16.70	10.85	2.97	0.33	26.46	37.89	0.09
46873	Q × 101	0.08	15.02	7.28	1.18	0.02	32.17	35.87	0.09
46874	Q × 103	0.34	13.92	25.30	3.57	0.78	21.07	28.05	0.07
46875	Q × 104	0.28	15.74	15.76	1.18	0.02	26.60	30.11	0.05
46876	Q × 106	0.18	11.78	15.20	2.58	0.07	28.83	25.65	0.05
46877	R × 99	0.10	17.80	7.20	0.79	0.03	28.97	38.68	0.04
46878	R × 100	0.06	17.32	6.40	1.18	0.02	28.41	40.12	0.05
46879	R × 101	0.06	18.44	1.85	0.40	0.02	32.59	43.96	0.05
46880	R × 102	0.26	13.30	11.23	2.78	0.02	28.83	34.63	0.036
46881	R × 104	0.20	14.72	8.28	1.18	0.17	30.36	38.81	0.11
46882	R × 105	0.24	15.90	10.69	1.78	0.52	26.85	40.26	0.33
46883	S × 99	0.12	16.36	5.92	1.18	0.02	29.58	39.60	0.036
46884	S × 102	0.32	14.20	8.40	2.58	0.47	29.39	37.82	0.054
46885	S × 103	0.26	15.92	9.96	0.79	0.26	27.91	40.80	0.072
46886	S × 104	0.40	14.68	17.56	1.39	0.21	25.76	36.35	0.090
46887	T × 97	0.22	15.46	10.71	0.99	1.36	27.92	41.46	0.054
46888	T × 98	0.10	16.50	5.19	0.79	0.16	30.50	42.90	0.036
46889	T × 99	0.06	18.24	3.36	0.99	0.03	30.92	44.10	0.07
46890	Hoyo N° 11	0.18	14.24	12.38	2.78	0.37	28.55	33.47	0.05
46891	Hoyo N° 2	0.14	16.22	14.74	1.78	0.00	26.18	31.17	0.11
46892	Hoyo N° 26	0.06	17.74	5.54	0.79	0.01	30.22	37.96	0.13

Muestra	Referencia	Agua libre	Agua Comb.	Resd. Insib.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	MgO
		%	%	%	%	%	%	%	%
46893	Hoyo N° 33	0.12	16.37	8.45	0.95	0.11	31.89	39.99	0.37
46894	Hoyo N° 38	0.07	16.62	10.47	0.91	0.29	29.94	38.55	1.45
46895	Hoyo N° 40	0.24	15.26	17.51	1.39	0.41	25.35	36.55	0.054
46896	Hoyo N° 16	0.48	10.55	39.92	4.71	0.30	16.85	24.28	0.54
46897	Hoyo III-10	0.12	16.53	9.25	2.29	0.01	30.15	40.78	0.05
46898	Hoyo 65 N° 1	0.03	17.78	4.34	0.68	0.47	30.92	42.73	0.53
46899	Hoyo 65 N° 2	0.02	17.80	1.48	0.43	0.22	33.29	44.72	0.37
46900	Hoyo 65 N° 3	0.12	14.84	13.17	2.73	1.08	28.38	37.54	0.37
46901	Hoyo 65 N° 4	0.04	17.40	4.74	1.01	0.35	32.78	41.33	0.54
46902	Hoyo 86	0.06	16.86	7.83	0.79	0.36	30.16	40.78	0.26
46913	El Caimo	0.06	16.76	4.43	0.59	0.16	30.29	43.08	0.31
46914	Aguadita	0.10	16.08	7.81	2.97	0.43	28.62	39.03	0.38
46915	Dorotea	0.08	14.94	13.53	1.18	0.37	29.76	30.05	0.51
46916	Rubén Serrano	0.10	18.86	0.27	0.00	0.00	31.96	45.96	0.27
46917	Hoyo 12	0.16	15.52	14.67	5.16	0.72	25.91	36.03	0.18
46918	Hoyo 9	0.05	17.82	2.47	0.82	0.86	32.55	42.39	0.72

## R E F E R E N C I A S

- (1) M. JULIVERT.—“La Morfoestructura de la zona de Mesas al SW de Bucaramanga” (*Boletín de Geología* N° 1, Universidad Industrial de Santander, página 10, 1958).
- (2) E. HUBACH.—“Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia”. (Informe N° 1212, págs. 139, 145. - 1957).
- (3) D. H. NEWLAND.—“The Gypsum Resources and Gypsum Industry of New York” (*New York State Museum Bulletin*, págs. 131, 132. - 1929).

## BOLETIN GEOLOGICO

### CONTENIDO DE LOS VOLUMENES ANTERIORES

Año I, 1953. — Volumen I.

#### *Número 1. Enero.\**

HUBACH, ENRIQUE. — Yacimientos de mineral de hierro, de carbón y de caliza en Colombia, como base de la industria siderúrgica.

BUENO, JESÚS A.—Informe sobre algunos yacimientos calcáreos de posible aplicación para producir cal agrícola, para el Departamento de Nariño.

#### *Número 2. Febrero.*

SUESCÚN, DARÍO.—Contribución al conocimiento de la Geología Económica del Tolima.

#### *Número 3. Marzo.*

HUBACH, ENRIQUE. — Estado actual de la exploración de fosfatos en Colombia.

SARMIENTO SOTO, ROBERTO.—Fosfatos en el Páramo de Pisba. Municipio de Socotá, Departamento de Boyacá.

SUÁREZ, VICENTE.—Comisión Geológica de la Guajira (fosfatos).

SARMIENTO ALARCÓN, ALBERTO.—Comisión a la isla de Malpelo.

SARMIENTO ALARCÓN, ALBERTO.—Fosfatos en los ríos Catatumbo y Orú.

HUBACH, ENRIQUE.—Informe de las labores del Servicio Geológico en el mes de febrero de 1953.

#### *Número 4. Abril.*

WOKITTEL, ROBERTO y LÓPEZ, JAIME.—Estudios mineros y geológicos del Guavio y de los Farallones de Medina, Cundinamarca.

NELSON, HANS WOLFGANG.—Estudio petrográfico de cinco rocas provenientes de las cabeceras del río Humea Chico.

HUBACH, ENRIQUE.—Labores del Servicio Geológico Nacional en marzo de 1953.

*Número 5. Mayo.*

- HUBACH, ENRIQUE.—Carbón del Páramo del Almorzadero y carbón y fuentes de agua-sal de Molagavita en el Departamento de Santander.
- WOKITTEL, ROBERTO.—Aspectos del yacimiento de caliza en la Hoya del Cobre, Páramo de Sumapaz, al sur de Bogotá.
- HUBACH, ENRIQUE.—El yacimiento de cinabrio de “La Esperanza”. Municipio de Salamina, Departamento de Caldas.
- BUENO, JESÚS A.—La región metalífera de San Joaquín, Municipio de Mercaderes, Departamento del Cauca.
- HUBACH, ENRIQUE.—Labores del Instituto Geológico Nacional en el mes de abril de 1953.

*Números 6, 7. Junio y julio.*

- DIEZEMANN, WOLFGANG y LÓPEZ, JAIME.—Consideraciones sobre la hidrogeología oficial.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—Abastecimiento de agua para el Municipio de Chía.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—El problema de agua potable para la urbanización nueva en la isla del Morro, Municipio de Tumaco, Departamento de Nariño.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—El posible abastecimiento de Tumaco y de la urbanización nueva, en la isla del Morro con agua de dunas y de lluvias.
- DIEZEMANN, WOLFGANG.—Posibilidades geohidrológicas para la construcción de un acueducto de aguas subterráneas en Sincelejo, y algunas observaciones en Corozal y Tolú, Departamento de Bolívar.
- MONTENEGRO, BRAULIO C.—Estudio sobre algunas aguas minerales de Nariño.
- BUENO, JESÚS A.—Labores del Instituto Geológico Nacional en el mes de mayo de 1953.

*Números 8, 9 y 10. Agosto, septiembre, octubre.*

- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Informe preliminar sobre los yacimientos de carbón de Quinchía-Río Sucio, Departamento de Caldas.
- SARMIENTO, ALBERTO.—Comisión para localizar caliza en el Departamento del Cauca.
- SANDOVAL, JOSÉ.—Yacimientos de diatomita en el Valle del Cauca.

*Números 11 y 12. Noviembre - diciembre.*

- SARMIENTO, ALBERTO y ARCE, MARINO.—Estudio de carbón en la región del Bajo Cauca.
- SARMIENTO, ALBERTO y SANDOVAL, JOSÉ.—Comisión Geológica de San Andrés y Providencia.
- SARMIENTO, ALBERTO.—Prospección de yacimientos de cobre, plomo y zinc. (Departamento del Tolima).

## Año II, 1954. — Volumen II.

- BÜRGL, HANS.—El Cretáceo Inferior en los alrededores de Villa de Leiva, Boyacá.
- BÜRGL, HANS y DUMIT, YOLANDA.—El Cretáceo Superior en la Región de Girardot.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos. 1. Maestrichtiano hasta Terciario más Inferior (una investigación palinológica de la Formación Guaduas y equivalentes).
- SALAS, GUILLERMO P. — Fotogeología y su aplicación a la exploración petrolera (tomado del "Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros". Volumen VI, números 1 - 2).

*Número 2. Mayo - septiembre.*

- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Principios para la nomenclatura palinológica sistemática.

## Año 1955. — Volumen III.

*Número 1. Junio.\**

- BÜRGL, HANS, BARRIOS M., MARGOTH y RÖSTROM, A. M. — Micropaleontología y estratigrafía de la sección Arroyo Saco, Departamento del Atlántico.

*Número 2. Septiembre.*

- BÜRGL, HANS.—El anticlinal de Apulo.
- BÜRGL, HANS.—La Formación Guadalupe entre Tabio y Chía en la Sabana de Bogotá.
- BÜRGL, HANS.—Globorotalia fohsi en la Formación de Usme.

*Número 3. Diciembre.*

- BUENO, JESÚS A.—Yacimientos de uranio y otros metales en la región de La Baja, Municipio de California, Departamento de Santander.

## A N E X O 1

NELSON, WOLFGANG H.—Examen petrográfico de las muestras radioactivas procedentes de California, La Baja, Santander.

## A N E X O 2

ATOMIC ENERGY COMMISSION OF U.S.A.—Estudios mineralógicos realizados en los laboratorios de la “Atomic Energy Commission de Estados Unidos”, sobre muestras uraníferas de la región de La Baja, Santander.

## A N E X O 3

BUENO, JESÚS A.—Estudios preliminares de tratamiento del mineral urano-argentífero de San Celestino.

Año 1956.—Volumen IV.

*Número 1. Abril.*

BÜRGL, HANS.—Catálogo de las amonitas de Colombia. Parte I, Pulchellidae.

*Números 2 - 3. Agosto, diciembre.*

BÜRGL, HANS.—La variabilidad de la amonita Dufrenoya Texana Burckhardt.

VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Nomenclatura palinológica sistemática. A palynological systematic nomenclature.

VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Descripción de algunos géneros y especies de polen y esporas fósiles.  
Description of some genera and species of fossil pollen and spores.

Año 1957.—Volumen V.

*Número 1. Enero - abril.*

LÓPEZ CASAS, JAIME.—Resultados prácticos de los trabajos de la Sección de Hidrogeología del Instituto Geológico Nacional en tres años de labores.

LÓPEZ, JAIME.—Bibliografía de los estudios referentes a aguas subterráneas, que pueden ser consultados en el Instituto Geológico Nacional.

DELGADO, CARLOS I.—Química de las aguas subterráneas y su importancia desde el punto de vista de potabilidad e higiene.

LÓPEZ, JAIME.—El ensayo de bombeo en las captaciones de agua subterránea.

- DIEZEMANN, WOLFGANG y DELGADO, CARLOS I. — Aprovechamiento del depósito de agua subterránea dulce en la isla de San Andrés.
- DELGADO, CARLOS I.—Calidad del agua en el acueducto de “El Centro”. Barrancabermeja, Departamento de Santander.
- DELGADO, CARLOS I.—Calidad del agua en el acueducto de San Antonio de California, Departamento de Santander.

*Número 2. Mayo - agosto.*

- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Periodicidad climática y evolución de floras suramericanas del Maestrichtiano y del Terciario.  
Climatic Periodicity and evolution of South American Maestrichtian and Tertiary Floras.
- HUBACH, ENRIQUE.—Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores.
- BÜRGL, HANS.—Biostratigrafía de la Sabana de Bogotá y sus alrededores.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá. (Cordillera Oriental de Colombia).

*Número 3. Septiembre - diciembre.*

- WOKITTEL, ROBERTO.—Problemas de la Geología Económica de Colombia.
- WOKITTEL, ROBERTO.—Bosquejo geográfico y geológico de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de Perijá.
- WOKITTEL, ROBERTO.—La formación cuprífera de la Serranía de Perijá. (Intendencia de la Guajira y Departamento del Magdalena).

Año 1958. — Volumen VI.

*Números 1-3. Enero - diciembre.*

- PABA, FERNANDO y VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Sobre la geología de la parte sur de La Macarena.
- MANJARRÉS, GILBERTO.—Calizas en el Departamento del Cauca.
- MANJARRÉS, GILBERTO.—Minerales de hierro en Cerros Chancos, Municipio de Dagua, Departamento del Valle del Cauca.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continental, y tectogénesis de los Andes colombianos.
- BÜRGL, HANS.—Geología de la Península de la Guajira.
- BÜRGL, HANS.—El Jurásico e Infracretáceo del río Batá, Departamento de Boyacá.
- BARRIOS M., MARGOTH.—Algunos moluscos del Terciario Medio de Colombia.

## Año 1959. — Volumen VII.

*Números 1 - 3. Enero - diciembre.*

- BÜRGL, HANS.—Contribución a la estratigrafía y litogénesis de la isla de San Andrés.
- DE LA ESPRIELLA, RICARDO.—Investigaciones sobre caliza al oriente de la Sabana de Bogotá.
- RESTREPO, HERNÁN.—Reconocimiento de las minas de esmeraldas de Muzo, Departamento de Boyacá.
- BÜRGL, HANS.—Sedimentación cíclica en el Geosinclinal Cretáceo de la Cordillera Oriental de Colombia.
- WOKITTEL, ROBERTO.—Geología económica del Chocó. Bibliografía geológica-minera del Chocó.
- LÓPEZ, JAIME.—Estudio hidrogeológico preliminar del norte del Departamento del Huila, con sugerencias para estudios definitivos.
- VAN DER HAMMEN, THOMAS.—Deposición reciente de polen atmosférico en la Sabana de Bogotá y alrededores.
- RESTREPO, HERNÁN.—Mina de carbón "La Vieja", Municipio de Zipaquirá, Departamento de Cundinamarca.

## Año 1960. — Volumen VIII.

*Números 1 - 3. Enero - diciembre.*

- RADELLI, L.—El basamento cristalino de la Península de la Guajira (con cinco figuras).
- RAASVELDT, H. C.—Conglomerados, transgresiones, regresiones, hiatos y facies en relación con solevantamientos tectónicos (con veintiuna figuras).
- SOLÉ DE PORTA, N.—Contribución a la palinología del Terciario del norte de Colombia (con cinco planchas y sesenta y una figuras).
- LANGENHEIM, JEAN H.—Late paleozoic and early mesozoic plant fossils from the Cordillera Oriental of Colombia and correlation of the Girón Formation (con cinco planchas y treinta y seis figuras).
- RESTREPO A., HERNÁN.—Reconocimiento geológico de la región Boavita-La Uvita, Departamento de Boyacá (con dos fotografías, cuatro planchas y siete esquemas).
- SARMIENTO ALARCÓN, ALBERTO.—Estudio experimental de abrasión en guijarros (con veintisiete figuras).

## Año 1961. — Volumen IX.

*Números 1 - 3. Enero - diciembre.*

## NOTAS CIENTIFICAS:

RADELLI, L.—Epocas magmáticas y metalogenéticas en los Andes colombianos: Un cuadro preliminar.

## ESTUDIOS GEOLOGICOS:

UJUETA LOZANO, GUILLERMO.—Geología del noreste de Bogotá (con un mapa índice, siete fotografías, siete láminas y cinco figuras).

LÓPEZ CASAS, JAIME.—Informe preliminar sobre irrigación con agua subterránea, del Municipio de Codazzi, Departamento del Magdalena (con dos mapas y tres dibujos).

NELSON, H. WOLFGANG.—Oservaciones geológicas y estudio petrográfico sobre 54 muestras colectadas por el doctor Laureano Rincón, en el Departamento de Nariño, en la vía Tambo, Peñol, Policarpa (con siete fotografías).

MORER, JEAN JACQUES y NICHOLLS V., EDUARDO.—Calizas de la región de Cartagena (con cuatro planchas).

MORER, J. J. y NICHOLLS V., E.—Levantamiento geológico de la carretera Ríohacha-Puente Bomba-Río Ancho (con un gráfico).

RESTREPO A., HERNÁN.—Informe geológico del páramo al este de Bogotá (con un mapa índice y tres planchas).

RESTREPO A., HERNÁN.—Algunas calizas del Departamento del Tolima para la obtención de cal agrícola (con un mapa índice y tres planchas).

## Año 1962. — Volumen X.

*Números 1 - 3. Enero - diciembre.*

RAASVELDT, H. C.—Investigación de la visión estereoscópica. (Con veintiuna figuras).

RENZONI, GIANCARLO.—Apuntes acerca de la litología y tectónica de la zona al este y sureste de Bogotá. (Con una plancha).

NELSON, H. WOLFGANG.—Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental. Sección carretera Cali-Buenaventura. (Con doce fotos).

MEGYESI, IMRE.—Estudios sobre los depósitos de azufre en la mina de "El Vinagre", Puracé. (Con cuatro fotos, tres figuras y cinco mapas).

NELSON, H. WOLFGANG.—Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia. Sección entre Ibagué y Armenia. (Con tres figuras y doce fotos).

ARCE HERRERA, MARINO.—Estudio sobre la erosión en el Cerro de la Popa, Cartagena. (Con dos planchas).

MORER, JEAN JACQUES, Y NICHOLLS V., EDUARDO.—Informe de la mina "El Socorro", Mercurio, Municipio de Aguadas, Departamento de Caldas.

SE TERMINO LA EDICION DE ESTE BOLETIN,  
VOLUMEN XI, Nos. 1-3, EL 20 DE JUNIO  
DE 1964, EN LOS TALLERES EDITORIALES DE  
LA IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA.

MINISTERIO DE MINAS Y PETROLEOS  
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL

# CROQUIS GEOLOGICO DE LA SABANA DE BOGOTA Y SUS ALREDEDORES

Escala

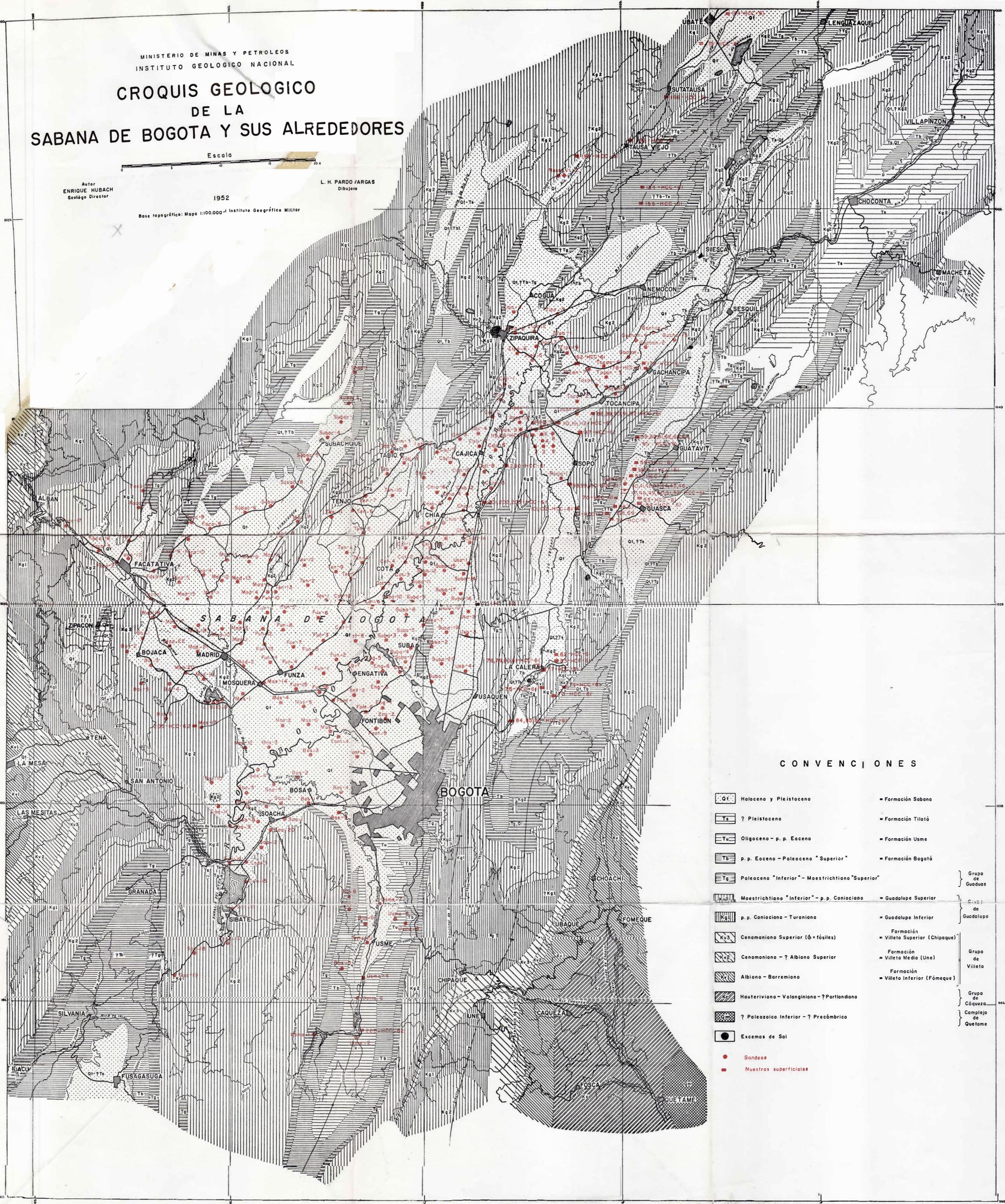


Autor  
ENRIQUE HUBACH  
Geólogo Director

L. H. PARDO / ARGAS  
Dibujante

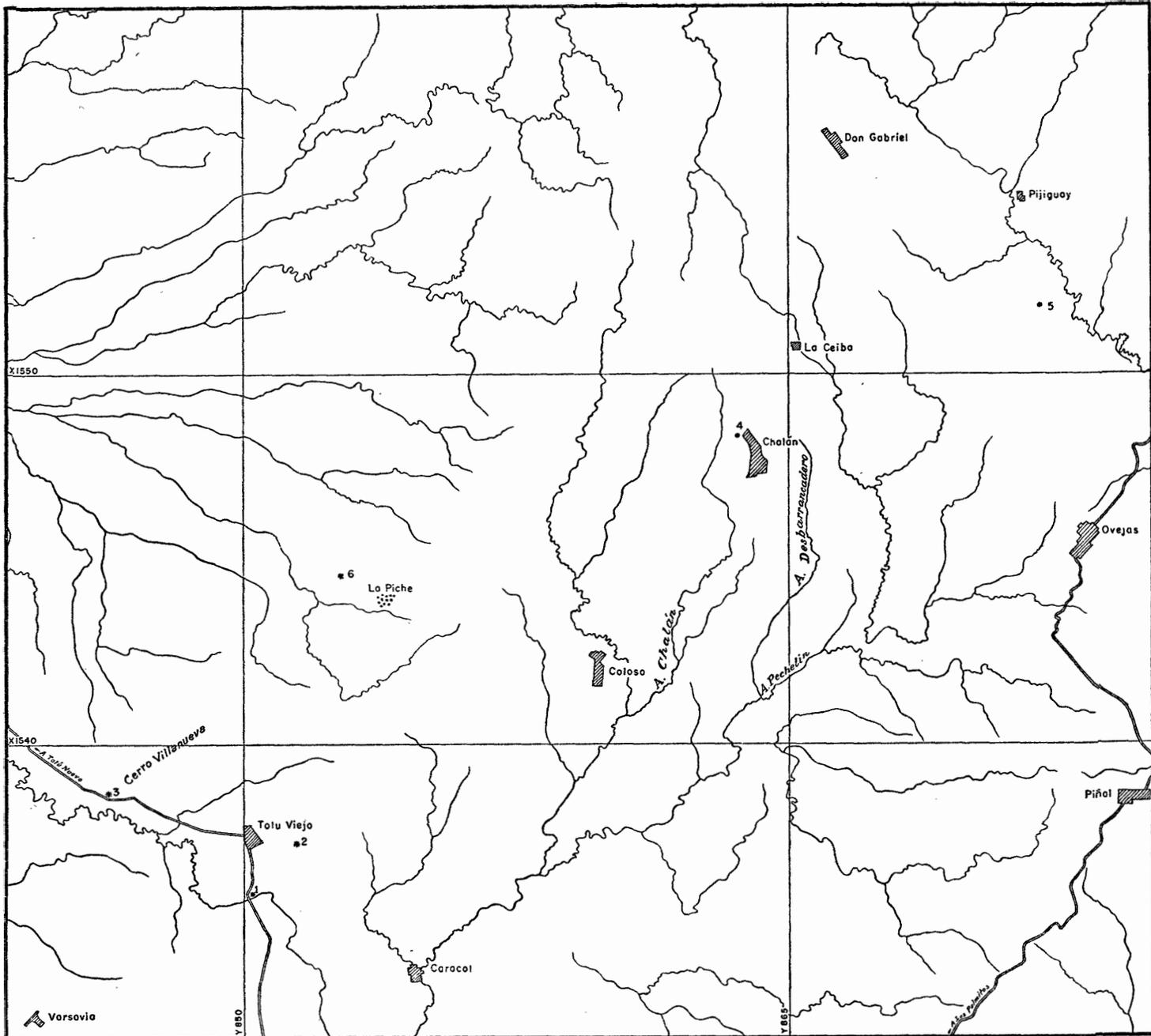
1952

Base topográfica: Mapa 1:100.000 - Instituto Geográfico Militar



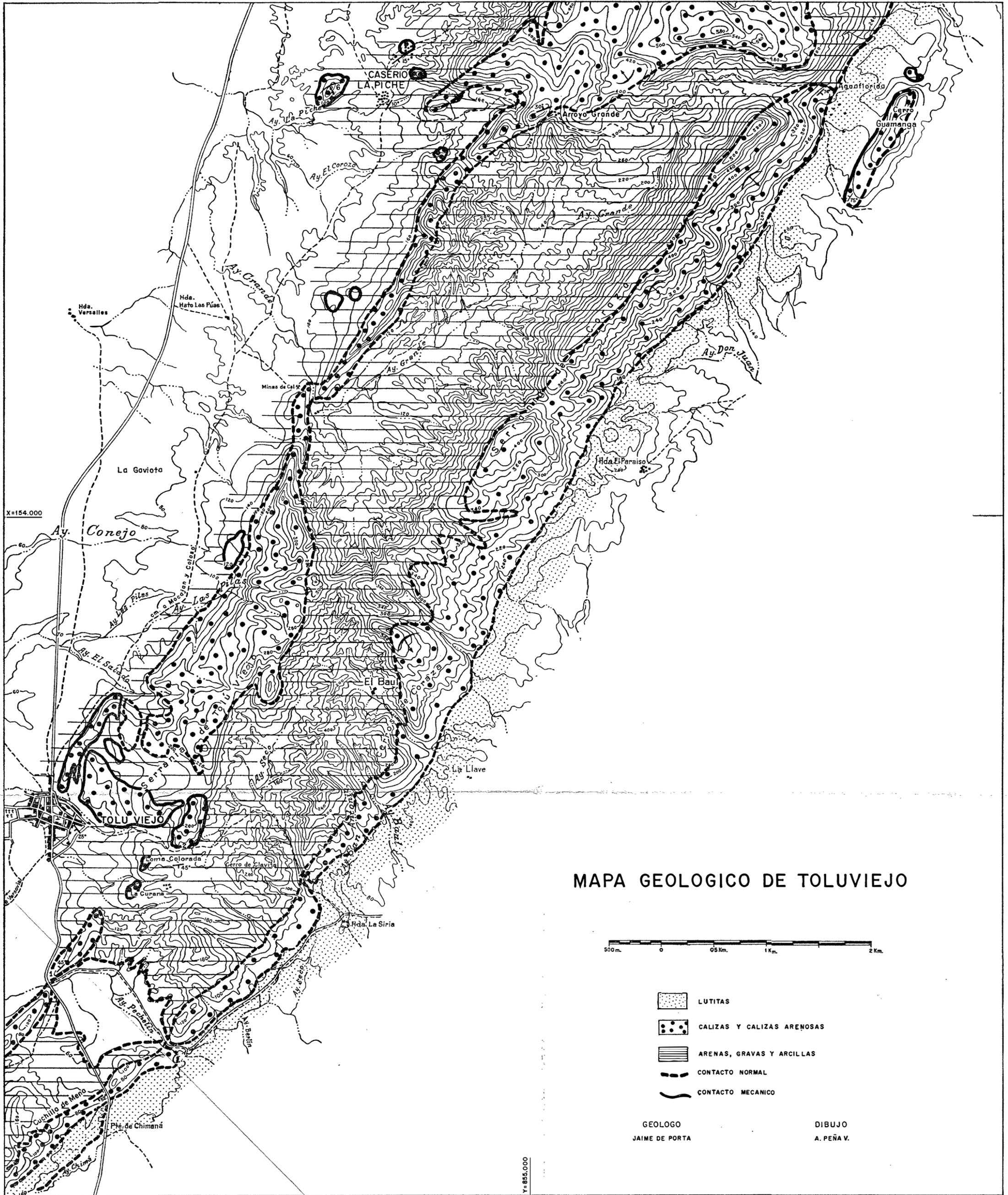
## CONVENCIONES

- |  |  |   |                       |
|--|--|---|-----------------------|
|  | Holoceno y Pleistoceno                           | = Formación Sabana                      |                       |
|  | ? Pleistoceno                                    | = Formación Tilitó                      |                       |
|  | Oligoceno - p. Eoceno                            | = Formación Usme                        |                       |
|  | p. p. Eoceno - Paleoceno "Superior"              | = Formación Bogotá                      |                       |
|  | Paleoceno "Inferior" - Maestrichtiano "Superior" |   | } Grupo de Guaduas    |
|  | Maestrichtiano "Inferior" - p. p. Cenioceno      | = Guadalupe Superior                    |                       |
|  | p. p. Cenioceno - Turoniano                      | = Guadalupe Inferior                    | } Grupo de Guadalupe  |
|  | Cenomaniano Superior (δ = fósiles)               | = Formación Villeta Superior (Chipaque) |                       |
|  | Cenomaniano - ? Albiano Superior                 | = Formación Villeta Medio (Une)         | } Grupo de Villeta    |
|  | Albiano - Barremiano                             | = Formación Villeta Inferior (Fómeque)  |                       |
|  | Hauteriviense - Valanginiense - ? Portlandiano   |   | } Grupo de Cúcuta     |
|  | ? Paleozoico Inferior - ? Precámbrico            |   |                       |
|  | Excursos de Sal                                  |   | } Complejo de Quetame |
|  | Sondeos  |   |                       |
|  | Muestras superficiales                           |   |                       |



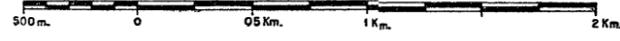
MAPA CON LA LOCALIZACION  
DE LAS MUESTRAS

ESCALA 1:100,000



X=154.000

### MAPA GEOLOGICO DE TOLUVIEJO

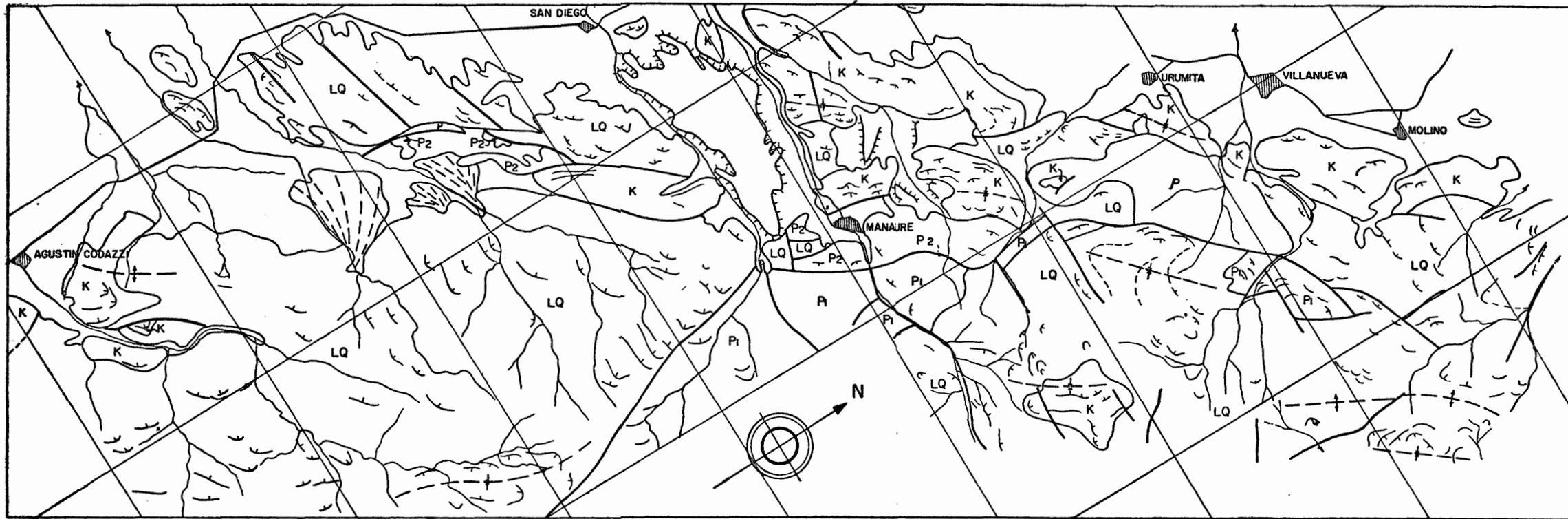


-  LUTITAS
-  CALIZAS Y CALIZAS ARENOSAS
-  ARENAS, GRAVAS Y ARCILLAS
-  CONTACTO NORMAL
-  CONTACTO MECANICO

GEOLOGO  
JAIME DE PORTA

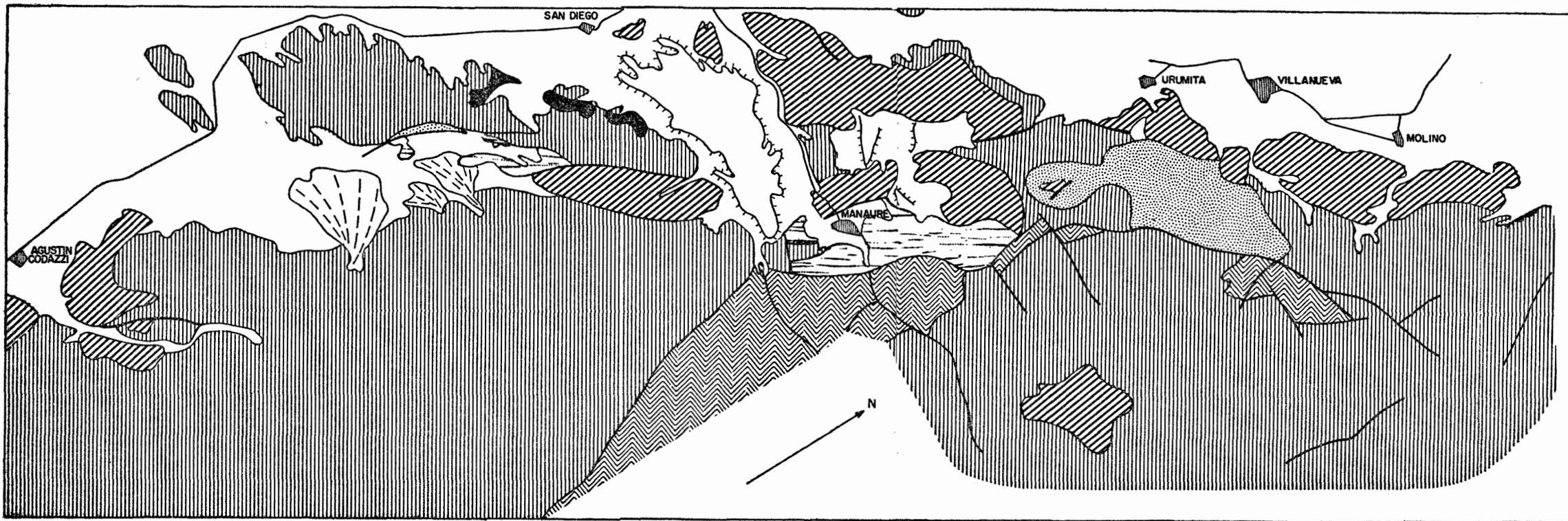
DIBUJO  
A. PEÑA V.

Y=855.000



- Sedimentos recientes y conos de oluviones
- Terrazo
- K
- LQ
- P
- P<sub>1</sub>
- P<sub>2</sub>

Esquema tectónico de la Serranía de Perijá entre Codazzi y Villanueva

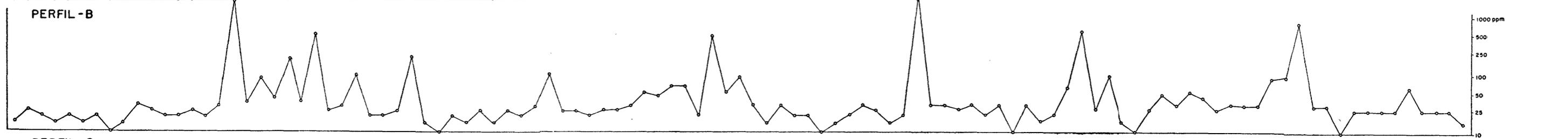
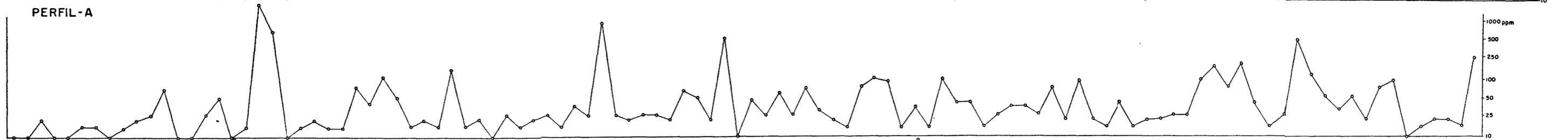


- Sedimentos recientes y conos de oluviones
- Terrazo
- Cretáceo
- Formación Lo Quinto (Jura-Trias.?)
- Lavas + basálticas y sus correspondientes hipobisotes, Asociadas con la formación Lo Quinto
- Riodacitas
- Paleozoico med.o sup.
- Paleozoico esquistoso (Pre-Dev.med.)



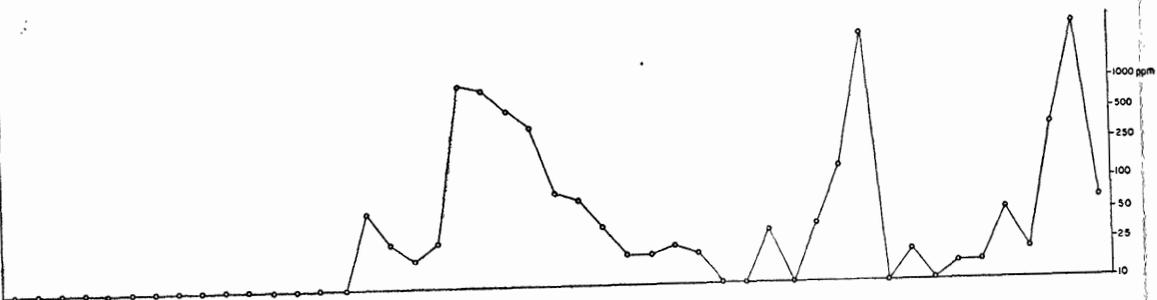
Esquema geológico de la Serranía de Perijá entre Codazzi y Villanueva



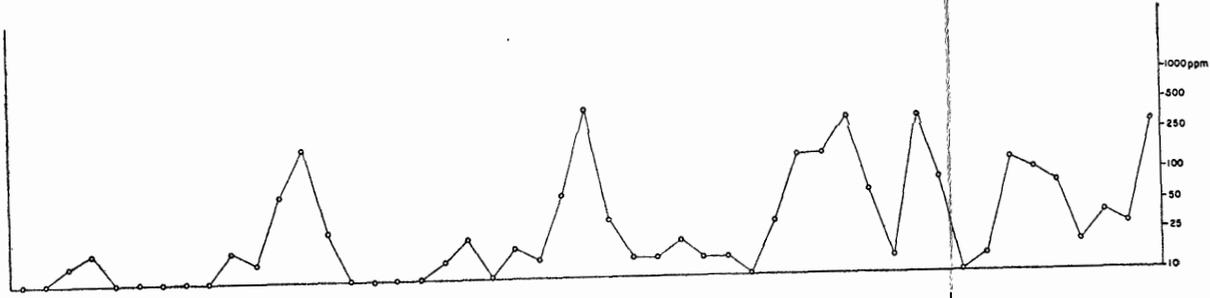


PERFILES GEOQUIMICOS DE ZEPPELIN

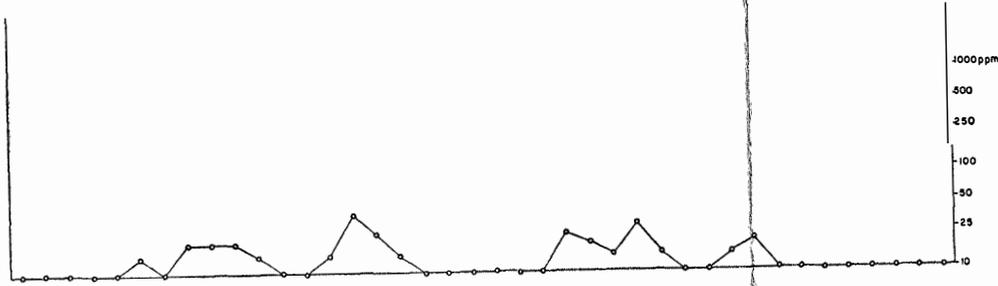




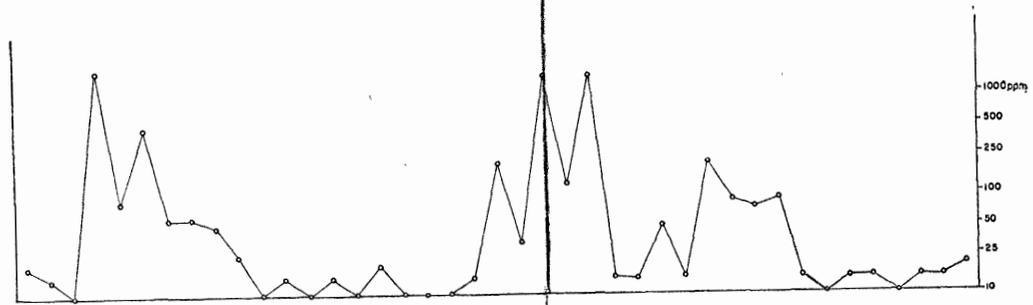
Perfil I



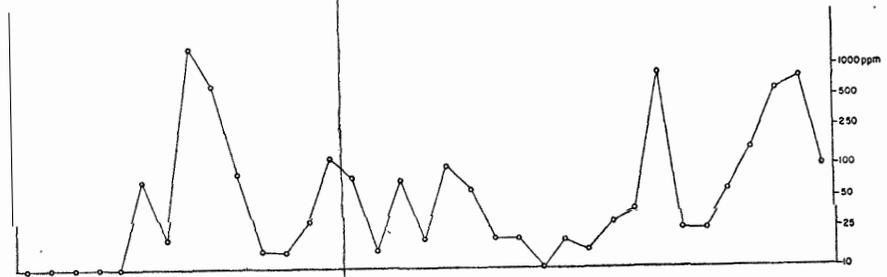
Perfil II



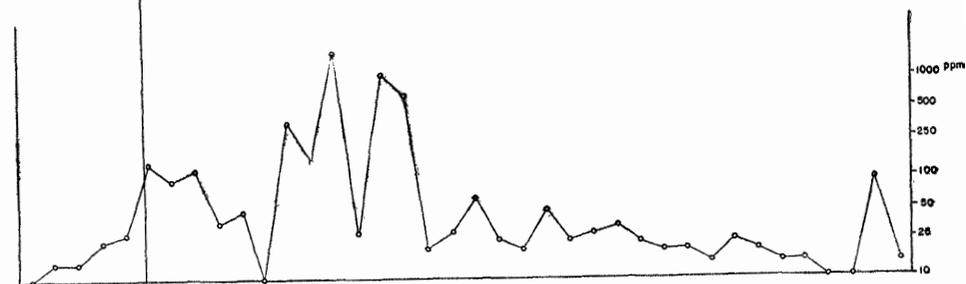
Perfil III



Perfil IV



Perfil V



Perfil VI

PERFILES GEOQUIMICOS DE EL SENO



ESCALA - ESCALE  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

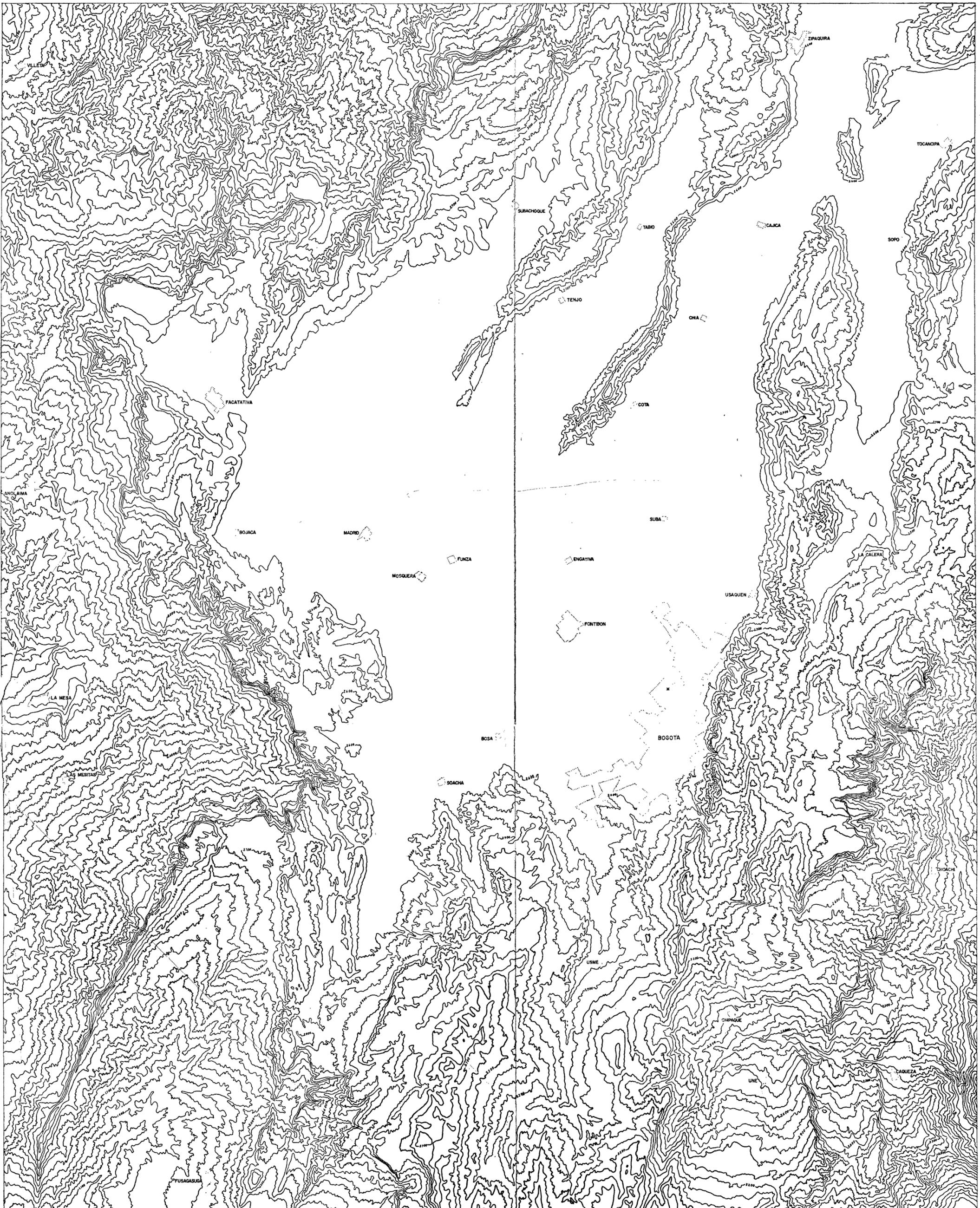
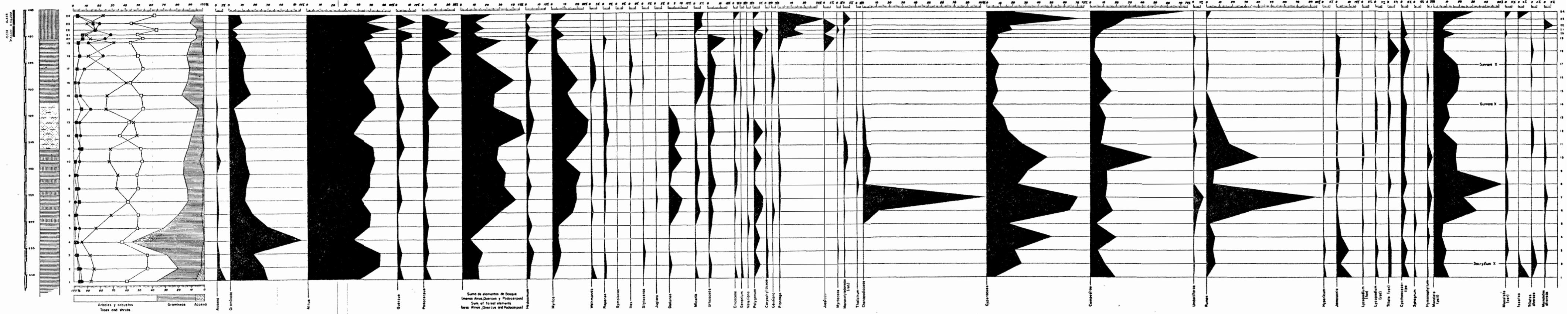


FIG. - 13.

Dib. Juan Carlos C.

SECCION "CUP"  
 Ciudad Universitaria — Puerta calle 45  
 Fig. — N° 8

Anst. Thomas van der Haagen  
 Enrique González G.



- Turba Peat
- Arcilla de laguna Lake clay
- Arena fina Fine sand
- Podocarpus
- Quercus
- Alnus
- Suma de otros elementos de bosque (Sum of other forest elements)

Dib. Magdalena Ospina A.

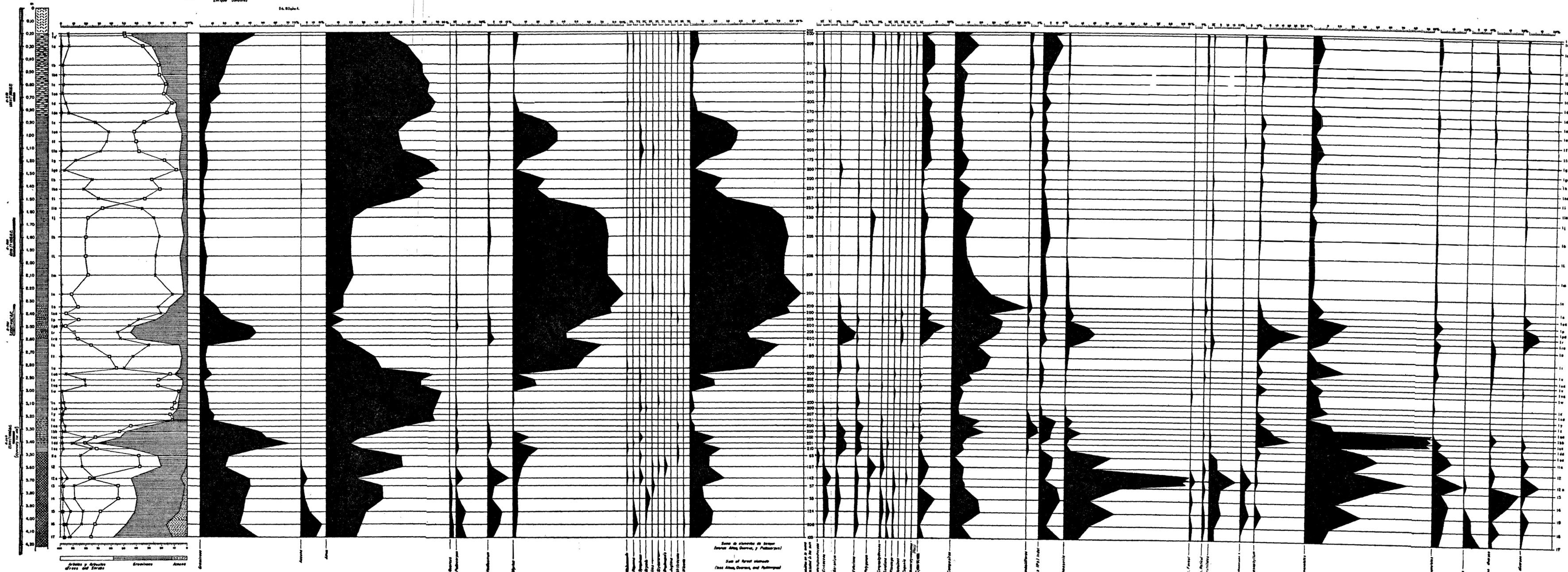
SABANA DE BOGOTA

Sección CUX, parte superior Section CUX, upper part  
(Bogotá, Ciudad Universitaria) (Bogotá, University Park)

ANAL. Thomas von der Haussen  
Enrique Gonzalez

Dr. W. B. A.

SABANA DE BOGOTA  
Sección CUX, parte superior.



Arcilla rosada  
Pink clay  

 Arcilla  
Clay  

 Suelo de ligero y griso arenoso  
Light-silt and clay-grit soil  

 Polyporus  

 Quercus  

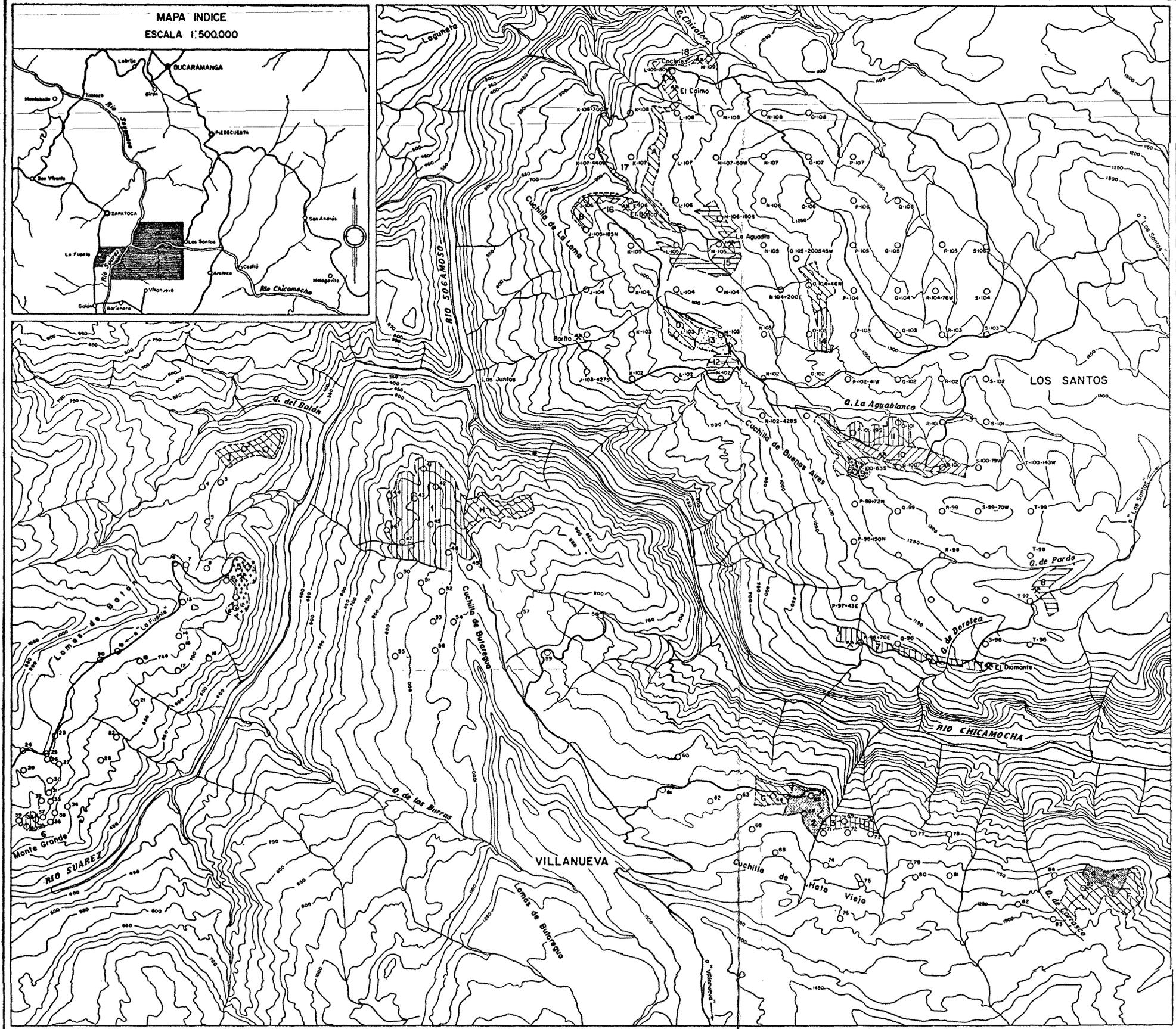
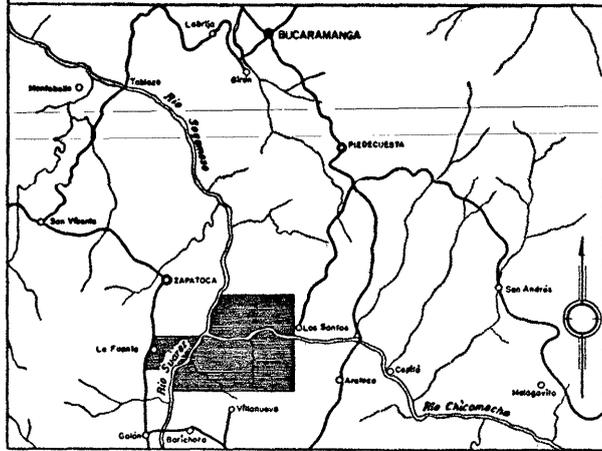
 Alnus  

 Suma de otros diagramas de suelos  
Sum of other level diagrams

FIG.-Nº 7

Fig Nº 7-continuación.

MAPA INDICE  
ESCALA 1:500,000



CONVENCIONES

-  Reservas probables.
-  Tenor 150 lb/m<sup>3</sup>
-  Tenor 200 lb/m<sup>3</sup>
-  Tenor 250 lb/m<sup>3</sup>
-  Tenor 300 lb/m<sup>3</sup>
-  Tenor 400 lb/m<sup>3</sup>
-  Tenor 500 lb/m<sup>3</sup>
-  Tenor 600 lb/m<sup>3</sup>

ZONAS YESIFERAS PROBADAS Y PROBABLES  
SECTOR LOS SANTOS-BATAN-VILLANUEVA  
DEPARTAMENTO DE SANTANDER



ANDRÉS JIMENO VEGA  
Ing. Geólogo

JAIME YEPES  
Ing. Mines

EDUARDO RUEDA ARDILA  
Topógrafo-Dibujante

-  L-07 Trincheros
-  Carretables
-  Límite reservas probadas
-  Límite reservas probables