

SOBRE LAS CALIZAS DE LAS CANTERAS DE EL SAUCE

Estudio mineralógico y químico y comparaciones con otras calizas de la Sierra de Córdoba

POR LA

Doctora Josefa Giambastiani de Peláez

S u m a r i o

- 1—Resumen geológico del zócalo cristalino de las Sierras Pampeanas donde se incluyen las calizas cristalino-granulosas.
 - 2—Situación de las canteras de El Sauce.
 - 3—Rocas que asoman en la región.
 - 4—Calizas de El Sauce y comparaciones con las calizas de Malagueño, San Fernando, Quilpo, La Calera y Ochoa.
 - a) Presentación geológica
 - b) Descripción litológica de las calizas
 - c) Estudio microscópico
 - d) Reacciones químicas sobre superficies pulimentadas
 - e) Análisis químico
 - 5—Resumen y conclusiones.
-

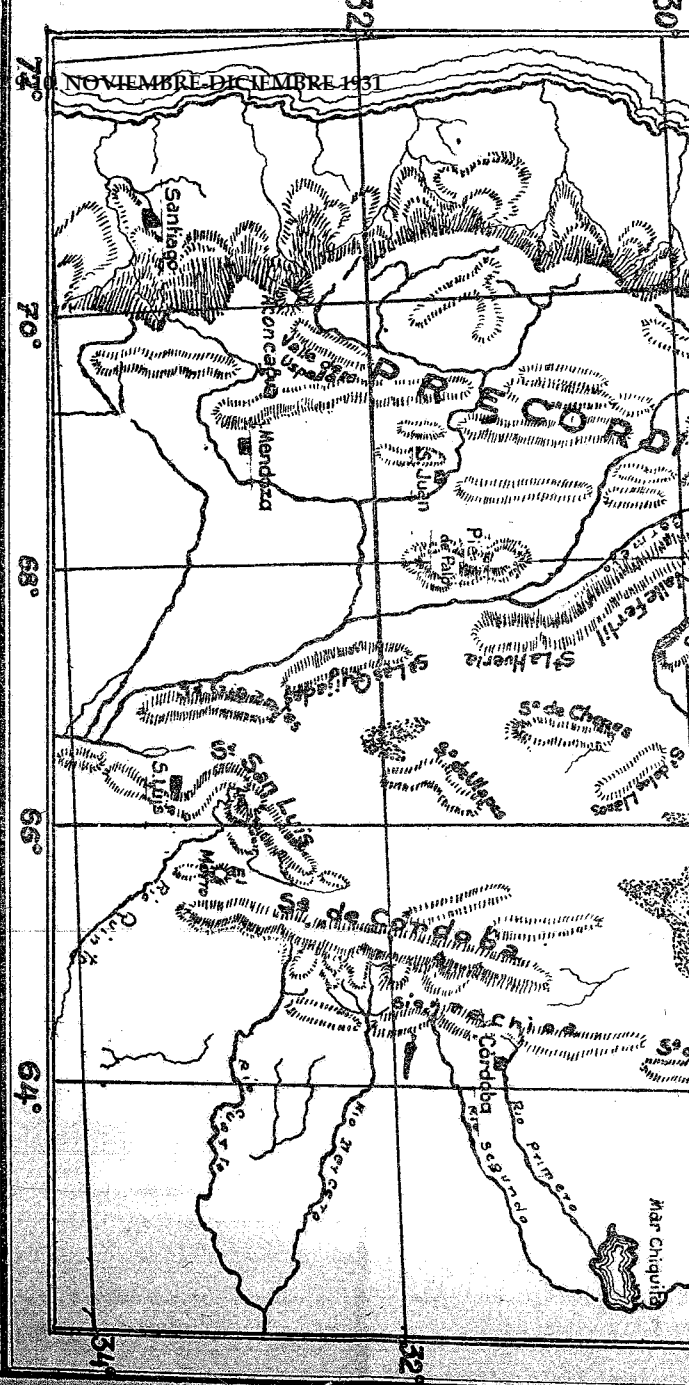
RESUMEN GEOLOGICO DEL ZOCALO CRISTALINO DE LAS SIERRAS PAMPEANAS DONDE SE INCLUYEN LAS CALIZAS CRISTALINO-GRANULOSAS

El conjunto de cordones de montañas, que en el Noroeste del país se desprenden de la Cordillera principal, fué denominado por Stelzner "Sierras Pampeanas". Forman ramas divergentes de rumbo general NW - SE, que se pierden en la llanura pampeana y se alejan cada vez más una de otra. En el cuadro geológico actual de este sistema, se pueden distinguir tres líneas principales de ejes de montañas:

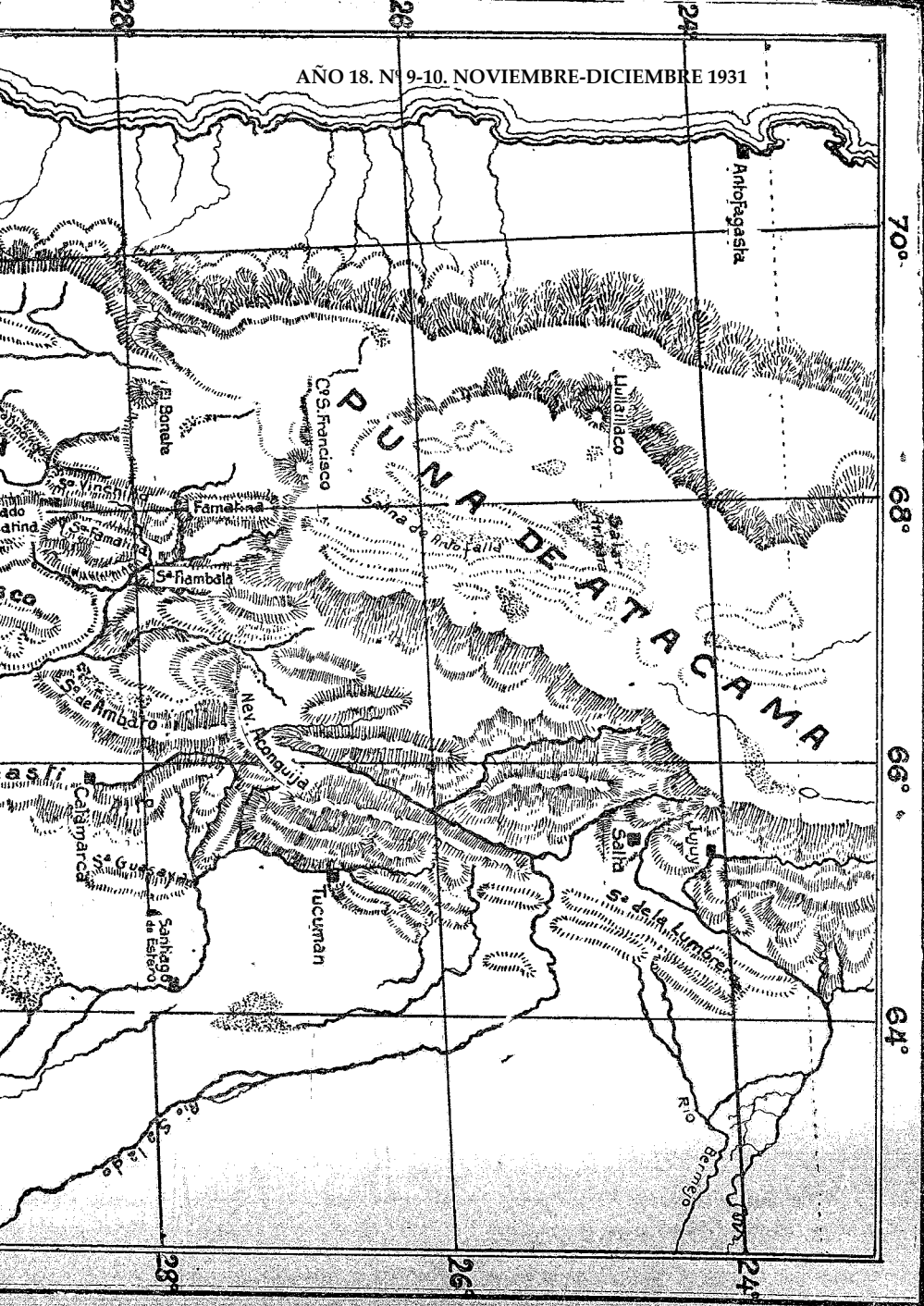


E

Fig. 1
 18.7
 Situación de las Sierras Pampeanas con relación a la Puna de
 Atacama y la Precordillera



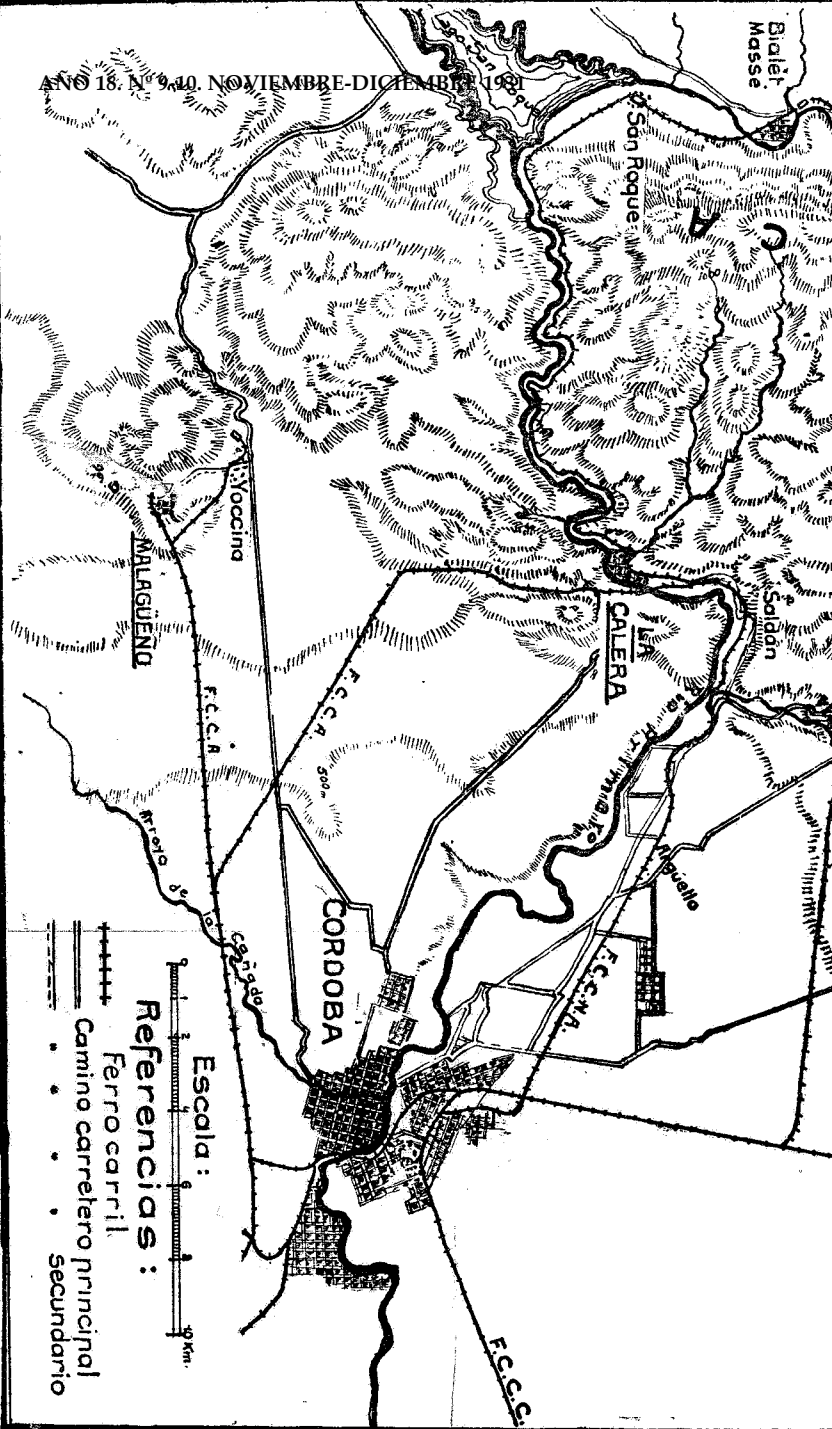
AÑO 18. N.º 9-10. NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1931



70°
68°
66°
64°




28°
26°
24°

Blaet
Masse



Escala :  5 km.

Referencias :

-  Ferro carril
-  Camino carretero principal
-  secundario

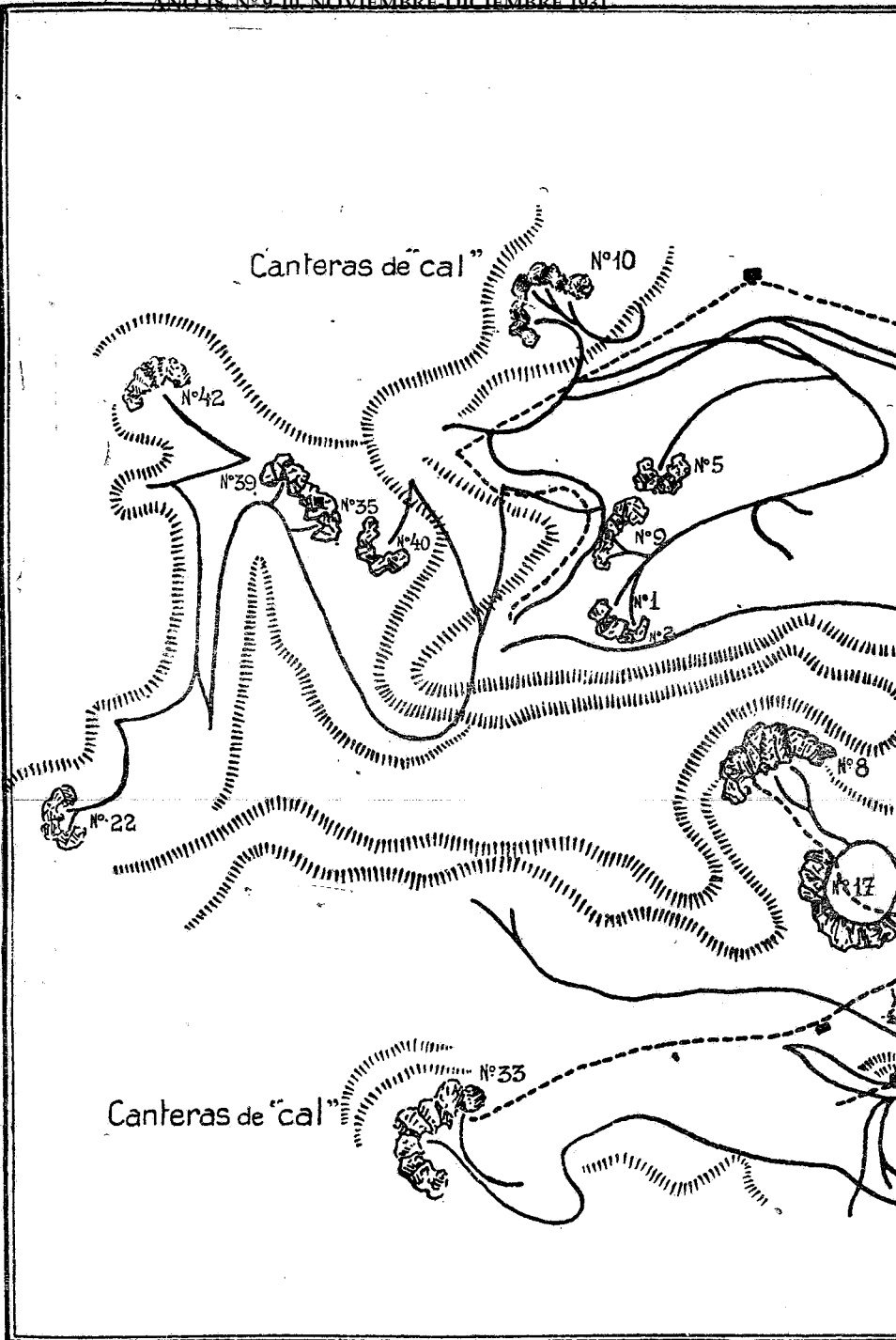


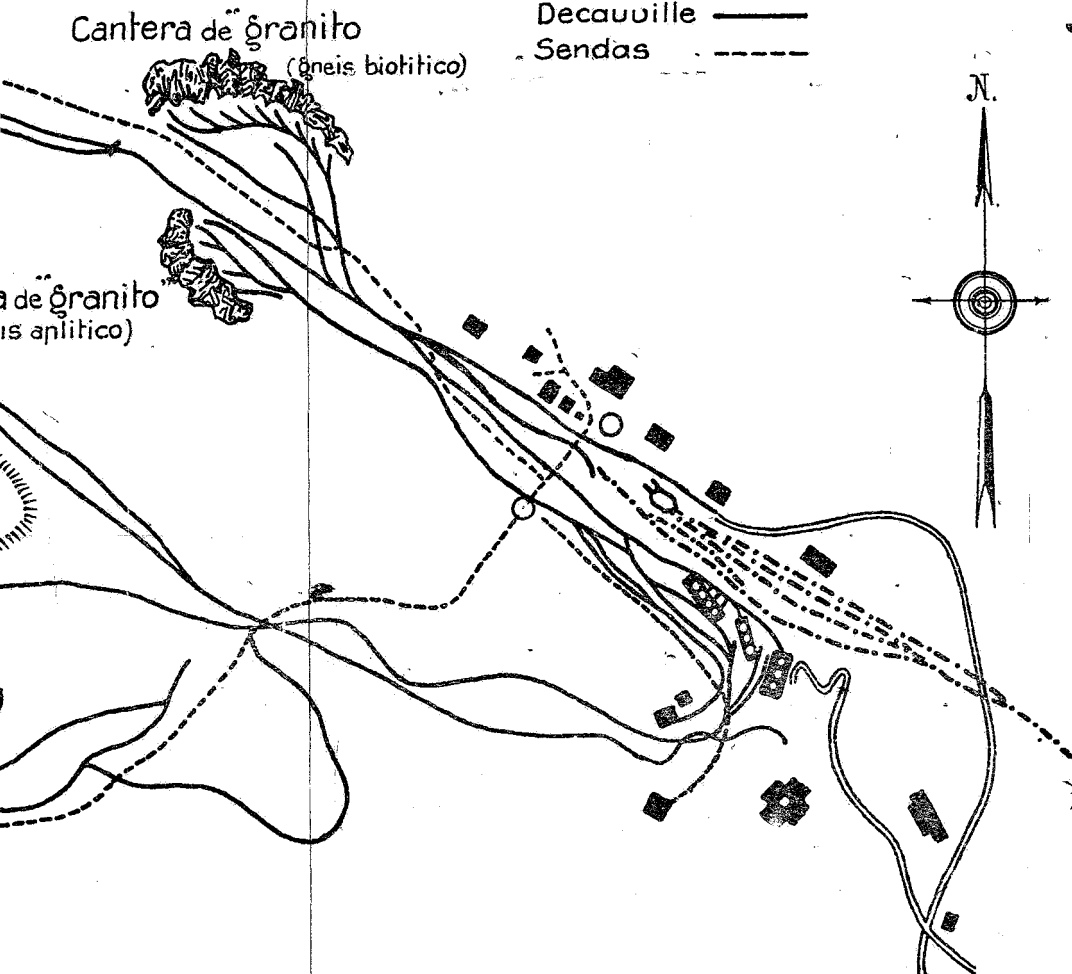
Fig. 3.

CANTERA EL SAUCE

K^m. 25 F.C.C.C.

REFERENCIAS :

- Ferrocarril — · · · · ·
- Caminos = = = = =
- Decauville — — — — —
- Sendas - - - - -



- 1 — Línea Occidental: Sierras de Famatina, La Huerta, Pié de Palo, Sierras de las Quijadas y del Gigante.
- 2 — Línea media: Sierras de Fiambalá, de Velazco, de los Llanos, de Chepes, Ulapes y San Luis.
- 3 — Línea Oriental: Sierras de Aconquija, de Ancasti y de Córdoba.

Las características de la morfología de este sistema de montañas, son el resultado de su Historia en las Epocas Terciaria y Cuaternaria, cuando los llamados movimientos "andinos" actuaron también en forma intensa en el ante-país de la Cordillera de los Andes. Entonces el viejo tronco de las Sierras Pampeanas, que en las épocas anteriores había sido arrasado por la denudación continental, fué levantado nuevamente, fué fracturado a lo largo de líneas meridionales y los diferentes bloques recibieron la posición diferencial que caracteriza el cuadro morfológico del sistema de la época actual.

Las condiciones geológicas del sistema de las Sierras Pampeanas, han sido motivo de investigaciones de muchos estudiosos como A. Stelzner, L. Brackebuch, G. Bodenbender, E. Rimann, R. Beder, F. Pastore y otros. La lectura de sus trabajos nos sugiere las siguientes conclusiones:

El basamento de las Sierras Pampeanas está constituido por rocas cristalinas y semicristalinas de edad que puede abarcar el arcaico, el precámbrico hasta el paleozoico. El hecho de haberse observado en algunas regiones (parte septentrional de la Sierra de Famatina) sedimentos que, a base de fósiles se atribuyen al Cámbrico y Silúrico y como las capas del Carbonífero y de Gondwana descansan sobre los pliegues denudados, algunos autores creen que se impone la suposición de una fase de plegamiento Caledoniano.

Durante el plegamiento paleozoico o como consecuencia de este fenómeno, se produjeron en las Sierras Pampeanas intrusiones de grandes masas graníticas en forma de batolitos, que luego fueron nivelados y arrasados por la erosión.

Sobre el área denudada depositáronse los sedimentos del Sistema de Gondwana. Esta formación comprende dos horizontes: el

inferior, al que se le denomina "Estratos de Paganzo", alcanza hasta el Triásico, excluyendo el Rético, y lo forman conglomerados, arcosas, areniscas y pizarras; el horizonte superior que comprende el Rético, está formado por arcosas, margas, pizarras, depósitos carboníferos y areniscas coloradas.

Luego, la obra destructiva de la erosión prosiguió por largos períodos hasta que los movimientos tectónicos del Terciario ejercieron desde el Oeste una enorme presión sobre la masa rígida de la montaña. Este fenómeno orogénico se manifestó en dos épocas: durante el mioceno hasta el plioceno tuvo lugar el levantamiento y fractura de los bloques a lo largo de líneas meridionales; posteriormente y hasta la época post-terciaria, se verificaron inclinaciones diferenciales de los bloques y se formaron las terrazas que hoy se observan en los valles y en la montaña misma, especialmente en la parte occidental de la Sierra de Córdoba.

En cuanto al zócalo cristalino donde se incluyen las calizas cristalino-granulosas, R. Beder clasifica las rocas que forman este complejo, en tres grupos según su origen:

- 1 — Rocas **sedimentarias**: filitas, cuarcitas, cuarcitas micáceas, calizas, esquistos conglomerádicos, micasquitos y diferentes tipos de gneis.
- 2 — Rocas de origen **pirogénico**: granitos, granodioritas, dioritas, gabbros, hornblenditas, rocas de talco o piedra de sapo, aplitas, pegmatitas, pórfidos graníticos y talvez las anfibolitas.
- 3 — Rocas de **composición mixta**, formadas por la acción de un metamorfismo ultrapotente: esquistos inyectados, las rocas de corrosión y de refundición.

Los geólogos no están de acuerdo al considerar la edad de las calizas incluídas en este complejo. Mientras la mayoría opina que formaron parte desde un principio, del basamento cristalino arcaico-precámbrico, F. Pastore, E. Rimann y otros sostienen que son idénticas a los calcáreos fosilíferos de la Precordillera, a los que se les atribuye edad silúrica (Ordoviciano) y que la intensidad del

Situación de las canteras El Sauce, Malagueño, La Calera y San Fernando

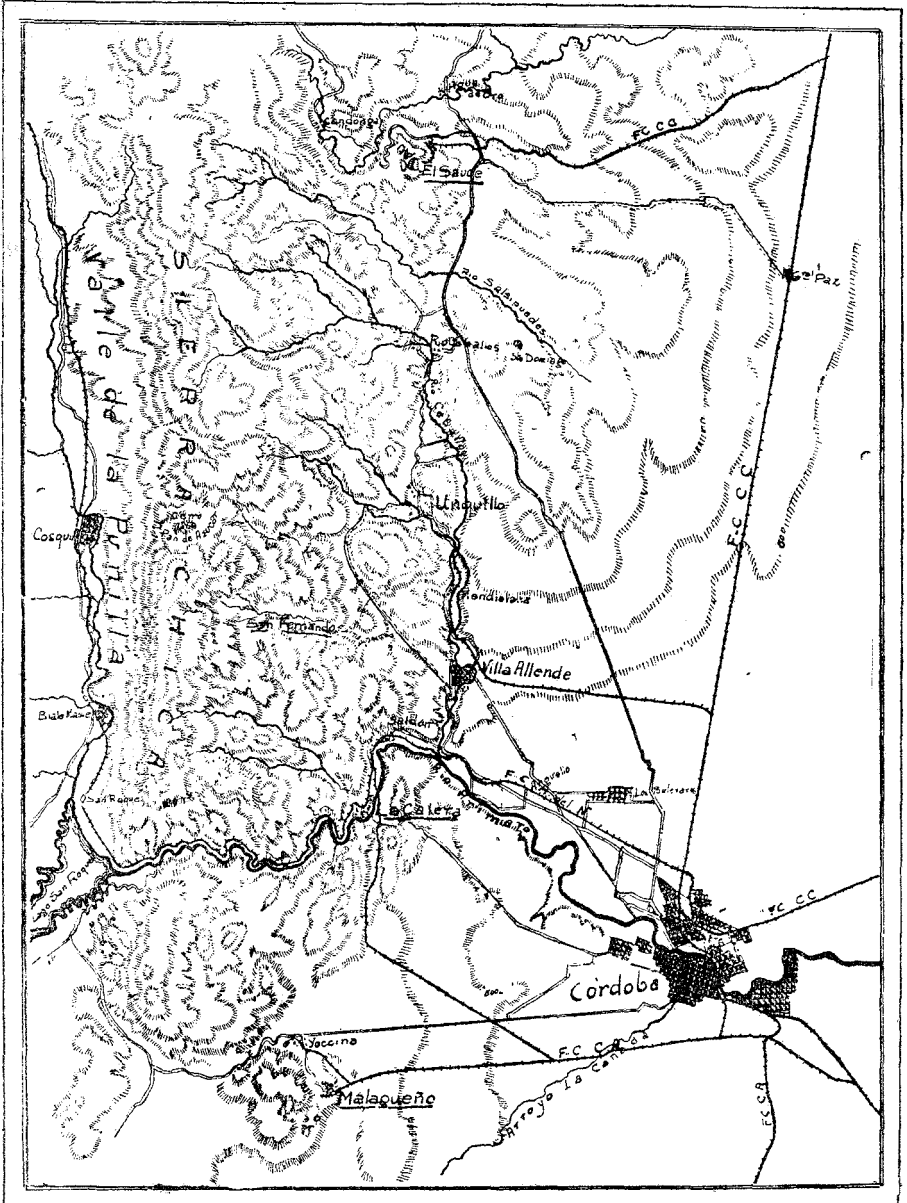


Fig 2
Escala 1:200 000
Referencias: ferrocarril, camino carretero principal, camino carretero secundario.

metamorfismo habría hecho desaparecer todo vestigio de restos orgánicos.

LAS CANTERAS DE EL SAUCE

Situación. — Las Canteras de El Sauce están situadas en la Pedanía de San Vicente, Departamento Colón de la Provincia de Córdoba, sobre la Estación Kilómetro 25, Ramal Canteras El Sauce. Es decir, en la parte más oriental de la Sierra Chica, a los 31° 6' de latitud Sud y 64° 19' de longitud Oeste de Greenwich.

Distancia 15 km. de la Estación General Paz y 25 km. de la Estación Caroya del F. C. C. C.; 72 km. de la Estación Córdoba y 800 km. de la Estación Retiro del mismo ferrocarril. El Sauce está ligado a la ciudad de Córdoba por el camino de Pajas Blancas, de 40 km.

Tiene como medios de comunicación: el F. C. C. C., el camino de automóvil, el telégrafo del F. C. C. C. y el Correo Nacional con su estafeta llamada El Sauce.

Topografía. — Es un sistema de cañadas y lomas cuya altura máxima alcanza a 1000 metros. Un bosquejo topográfico-geológico, con curvas de nivel se encuentra en una publicación de R. Beder (1).

La vegetación pertenece al tipo de monte bajo, y la altura de los árboles no pasa de 3 a 4 metros; la asociación de plantas es rala en las lomas y cerrada en las quebradas, siendo los principales representantes del tipo arbustiforme, chañar, espinillo, pi-quillín, jarilla, coco, etc. y algunos de estos adquieren a veces la forma de árboles, especialmente en las quebradas donde el agua de vertiente es abundante. Entre los árboles que crecen aislados o dentro de los matorrales se observa el algarrobo, el tala y la sombra de toro. En las quebradas donde el monte es tupido, crecen algunas epífitas como el clavel del aire y la barba de monte.

El agua subterránea es abundante y las perforaciones que proveen del elemento al establecimiento, tienen de 5 a 10 metros. Un análisis de agua efectuado en 1926 por Dearborn Chemical Company (Buenos Aires), con el objeto de aconsejar un desincretante para las calderas, ha dado los siguientes resultados:

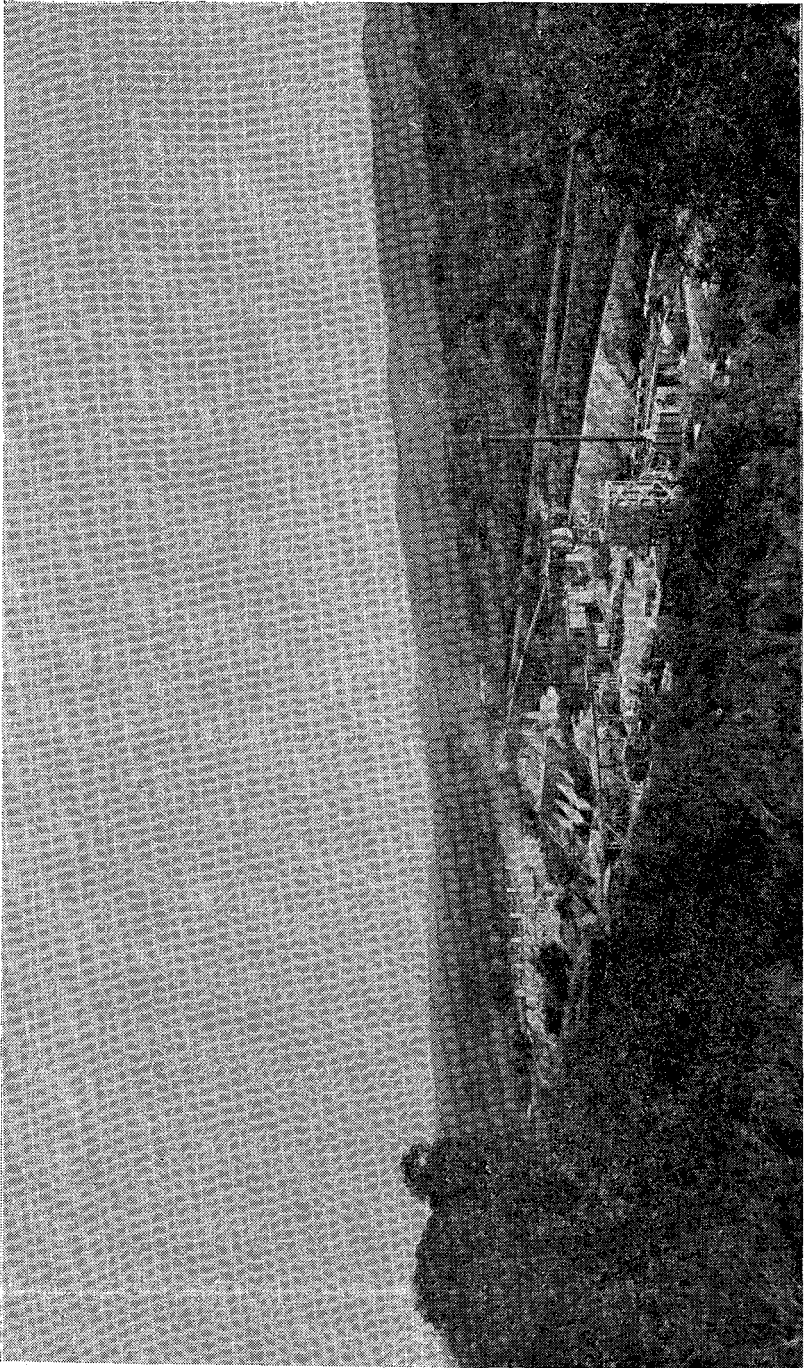


Fig 4 Yns Talavornes en las canchales de El Laurel

	gramos por litro
Sílice	0.0180
Carbonato de calcio	0.1220
Carbonato de magnesio	0.0960
Carbonato de sodio	0.0370
Sulfato de sodio	rastros
Cloruro de sodio	0.0110
Pérdida, etc.	0.0060
Total de sólidos en solución	0.2900
Materia orgánica en solución	0.0400
Total de sólidos incrustantes	0.2360
” ” ” no ”	0.0540
Sólidos incrustantes por 1000 litros	kilos 0.236
” no ” ” ” ”	” 0.054
Reacción alcalina	

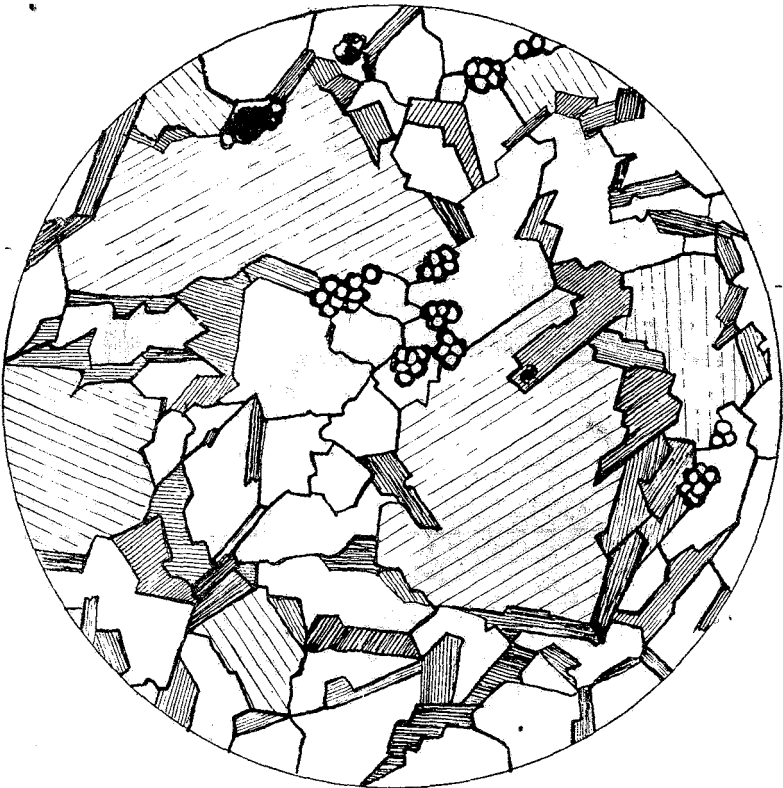
ROCAS QUE ASOMAN EN LA REGION

Gneis biotítico de plagioclasa

La roca que predomina en la región es un gneis biotítico de plagioclasa. Se pueden obtener trozos frescos, de estructura y color variado en la llamada cantera de “granito”; dentro de la masa pétrea de estructura granulosa formada por granos de tamaño mediano, en que el predominio de los elementos claros (feldespato y cuarzo) le dan una coloración general gris clara, se observan venas de más de un metro de espesor y largo variable, de un material semejante pero de grano fino y más obscuro, acusando el examen microscópico también algunas diferencias, como veremos enseguida. La textura de la roca es esquistosa.

En un corte microscópico (fig. 5) del material más grueso, se ha observado: a) componentes esenciales, plagioclasa, cuarzo y biotita; b) accesorios y accidentales, hornblenda, titanita, apatita, epidoto, zircono y magnetita.

La plagioclasa abunda y forma individuos tabulares hasta isomorfos, muy frecuentemente maclados. Por el método de Becke,



X27 nuc ||

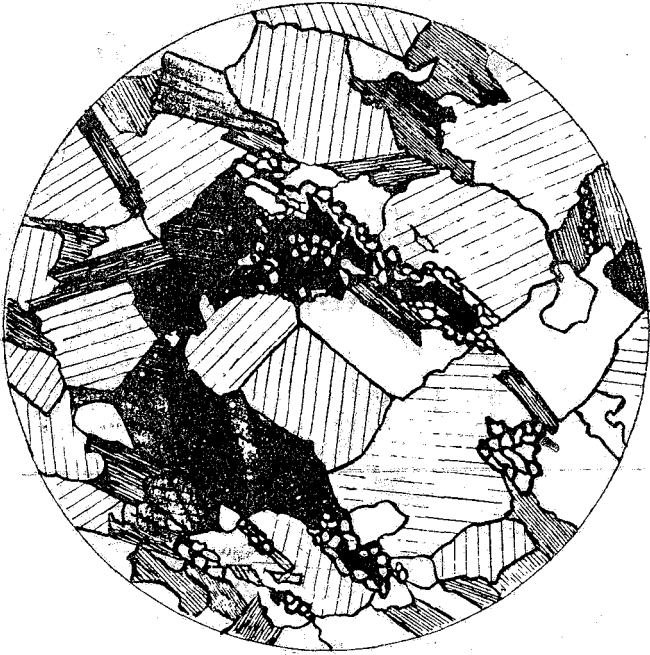
Fig. 5

gneis biotítico de plagioclasa

rayado fuerte = biotita y hornblenda

rayado debil = plagioclasa, en blanco = cuarzo

con fornos fuertes = titanita



x 55 nic ||

Fig 6 Gneis biotítico

rayado grueso = feldespato; rayado fino = biotita, gris = hornblenda

negro = ilmenita, contornos gruesos = leucóxeno, blanco = cuarzo

comparando sus índices de refracción con los del cuarzo se tuvieron los siguientes resultados:

posición paralela

$$\omega < \alpha_1 \text{ y } \epsilon = \gamma_1$$

posición cruzada

$$\omega < \gamma_1 \text{ y } \epsilon > \alpha_1$$

La extinción en una sección $\perp \alpha$ da 17°

Extinción simultánea en varios individuos, hasta 20°

Estas determinaciones nos sugiere que estamos en presencia de **andesina**.

Los feldespatos se caracterizan por la abundancia de inclusiones; unas son rectangulares y pertenecen, según sus maclas características, al microlino (antipertita); con aumento fuerte se observan otras inclusiones en forma de agujas finas muy refringentes, de color verdoso, y se trata de **rutilo** o **actinolita**, siendo más probable el primero. Como inclusiones se notan también pequeños cristales transparentes, de color rojizo y es posible sean de **oligisto**.

El **cuarzo** se presenta en individuos xenomorfos, con extinción ondulada. Contienen numerosas inclusiones, algunas en forma de agujas finísimas y muy refringentes, probablemente **rutilo**, otras con contornos geométricos, especialmente rombos alargados, que es la forma característica de la **titanita**. Se han observado raras inclusiones gaseosas con libélulas movedizas.

La **biotita** es abundante y forma individuos gruesos que rodean los feldespatos. El pleocroísmo es muy marcado y los colores varían desde el marrón hasta el amarillo verdoso. Se han observado aureolas pleocroíticas alrededor de inclusiones de un mineral muy refringente, probablemente zircono.

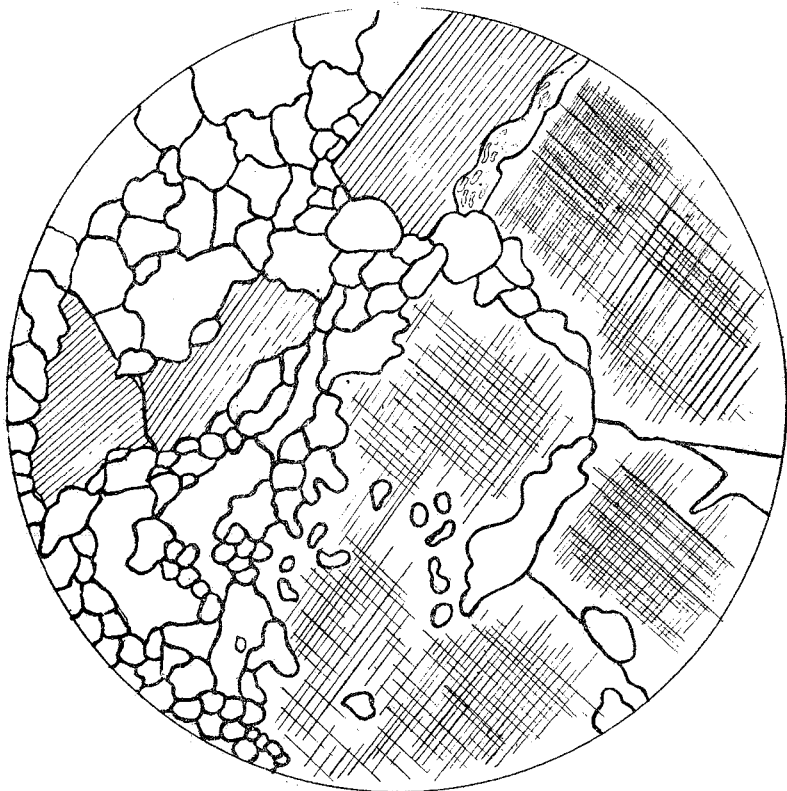
La **hornblenda**, bastante menos abundante que la biotita, se presenta asociada a ésta. El aspecto es de columnas bajas; algunos individuos muestran el clivaje nítido (110). El pleocroísmo bien visible es:

x = amarillento

y = verde oscuro

z = verde azulado

AÑO 18. N° 9-10. NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1931



X22 nic. ||

Fig. 7 gneis aplítico

reticulado = microclino; rayado = plagioclase

en blanco = cuarzo

La **titanita** en forma de agregados granulosos, bastante abundantes, dispuestos entre los cristales de cuarzo y feldespato, es posible que se haya formado por descomposición de la ilmenita porque en un corte del material de grano fino (fig. 6) obsérvanse muy claramente los granos de ilmenita con bordes de leucoxeno bien caracterizado con luz reflejada y también por el resto de la materia originaria (ilmenita) con aristas y listones formando ángulos de 60°. El proceso de descomposición de la ilmenita se observa bien en las secciones microscópicas del gneis finamente granuloso, mientras que en el de grano grueso se presenta sólo la titanita.

La **apatita**, en pequeños cristales idiomorfos, es más abundante en el material fino, en el que también aumenta notablemente la proporción de hornblenda con respecto a la cantidad de feldespato y cuarzo y como consecuencia el color oscurece hasta el gris plomo casi negro.

En cuanto a la estructura de la roca, se puede asegurar que se trata de una roca altamente metamórfica; falta el orden en que se han formado los elementos, como sucede en las rocas ígneas, teniendo los feldespatos el mayor idiomorfismo y tamaño, lo que determina una estructura porfiroblástica con un cemento formado por elementos fémcicos, y un mosaico de cuarzo cataclástico.

Como material de construcción es bueno porque la roca es fresca y no tiene minerales en descomposición ni de fácil ataque por la intemperie.

Gneis aplítico

Aflora a pocos metros del yacimiento de gneis biotítico; el contacto de las rocas no es visible. Macroscópicamente la roca se presenta de color rosado claro y de estructura medianamente granulosa.

El microscopio nos revela los siguientes elementos: cuarzo, feldespato, muy poca biotita algo descompuesta, titanita, epidoto, un mineral opaco ferruginoso y zircono (fig. 7).

El **cuarzo**, muy abundante, se presenta en individuos cataclásticos, pequeños de contornos irregulares y formando pavimento entre los espacios que dejan los grandes cristales de feldespato.

La extinción es ondulada y con aumentos fuertes se observan abundantes inclusiones sólidas en forma de finísimas agujas transparentes y de alta refringencia; estas agujas son rectas y algunas se cortan en ángulos de más o menos 60° , lo que caracteriza al rutilo. Los cristalitos incluidos, de contornos irregulares, tienen un tinte ligeramente amarillento y se agrupan alineándose; otros cristalitos opacos, algunos de sección cuadrada, son posiblemente de magnetita.

Los feldespatos son **microclino** y **plagioclasa**. El primero, que predomina, se caracteriza por las maclas simultáneas, según la ley de albita y periclino, que le dan aspecto de retícula. Obsérvese un concrecimiento con plagioclasa, orientado simétricamente; es pertita de microclino.

La **plagioclasa**, de hábito tabular, está maclada según la ley de albita. Es menos refringente que el bálsamo de Canadá y para la determinación de la plagioclasa se aplicó el método de los índices de refracción de Becke, efectuando las comparaciones con cristales de cuarzo en contacto con los feldespatos en extinción simultánea. En una posición paralela se comprobó que $\omega > \alpha_1$ y $\epsilon > \gamma_1$ y en posición cruzada $\omega > \gamma_1$ y $\epsilon > \alpha_1$; se trata de una **albita** hasta oligoclasa-albita.

Anfibolita

Es una roca que se presenta en muchos cortes de las canteras de El Sauce. A simple vista tiene aspecto muy uniforme, estructura nematoblástica de grano mediano, textura esquistosa y color gris hasta negro, según predomine el feldespato o la hornblenda.

El microscopio revela como elementos esenciales, la hornblenda y el feldespato y como accesorios, titanita y un mineral opaco ferruginoso. (Fig. 8).

El **feldespato** presenta hábito tabular y sus individuos están maclados según la ley de albita y de periclino; la refringencia es mayor que la del bálsamo de Canadá; carácter óptico positivo; la extinción simétrica alcanza hasta 28° . Estas determinaciones hacen suponer que estamos en presencia de una **andesina** hasta **labrador**.

La **hornblenda** muéstrase en forma columnar, pero sin termi-

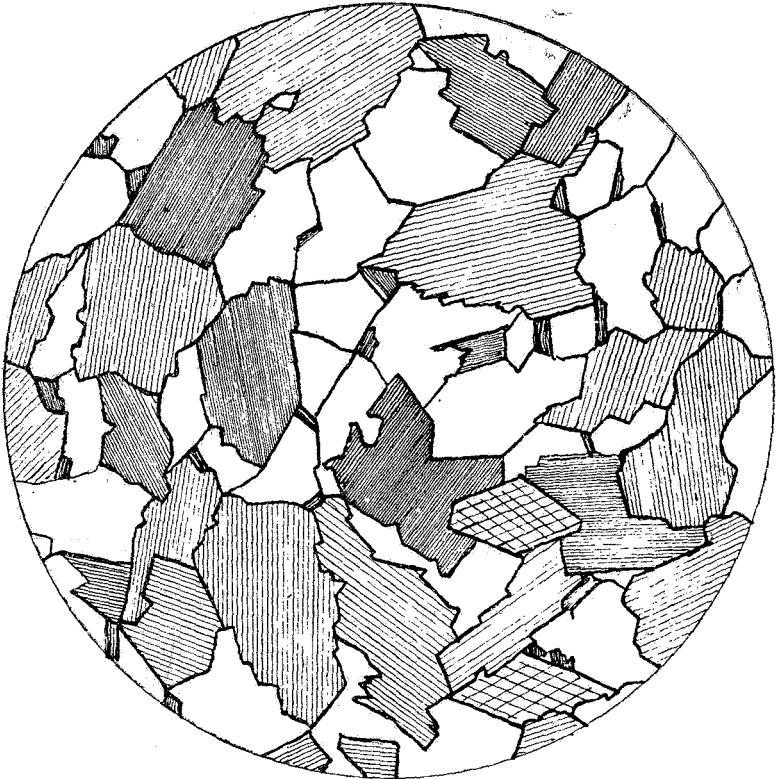
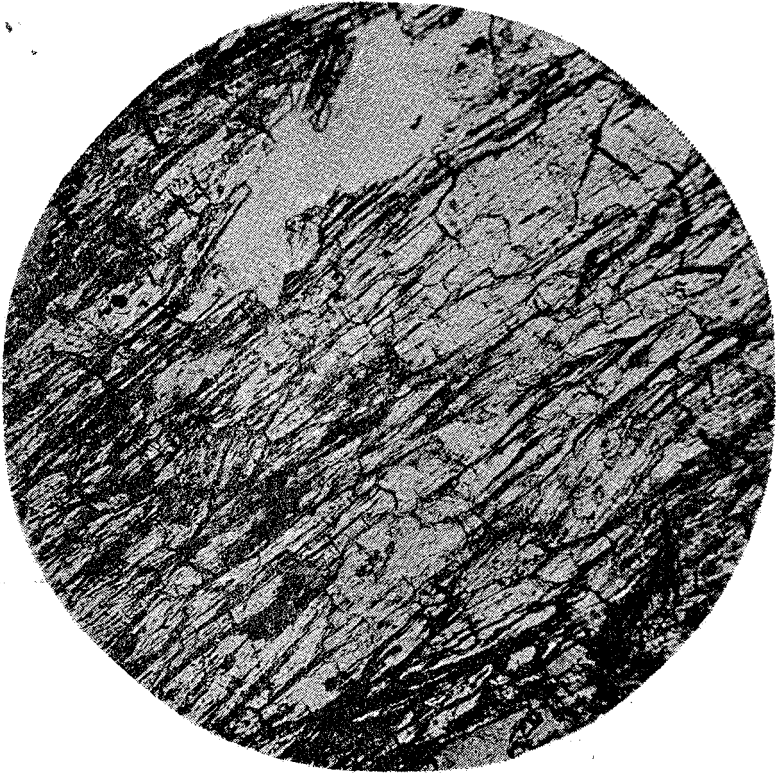


Fig 8 X47 nic ||
Anfibolita
rayado = hornblenda, en blanco = plagioclasa
El Sauce



x 28 nic ||

Fig 9 Roca de actinolita

naciones cristalográficas. El pleocroísmo es bien marcado:

x = amarillo verdoso

y = verde obscuro

z = verde azulado

La extinción $c/z = 15^\circ$, el carácter óptico es positivo. Trátase de una hornblenda común.

Roca de actinolita

En algunas canteras se observa una roca muy particular, formando bancos intercalados entre las calizas. Es una roca esquistosa nematoblástica, de color gris verdoso hasta rojizo, presentando muchos espejos de fricción, lo que demuestra que ha sufrido la influencia de altas presiones por movimientos tectónicos.

Microscópicamente se observa actinolita, biotita, titanita y un mineral opaco (ilmenita) (fig. 9).

La **actinolita** es el mineral que predomina marcadamente; presenta hábitos de varillas prismáticas, sin terminaciones y de color amarillo muy débil, casi incoloro. El carácter óptico es negativo y la extinción $c/\gamma = 20^\circ$.

La **biotita**, en regular cantidad, más o menos la sexta parte del total, preséntase en individuos bastante más grandes que los de actinolita. Lleva inclusiones abundantes de un mineral rojo amarillento, transparente, en forma de gotas redondeadas y de copos; incluye también granos incoloros de un mineral refringente que produce las aureolas pleocroíticas (diámetro 0,01 mm. 0,015 mm.).

*Calizas de El Sauce y comparaciones
con las calizas de Malagueño, San
Fernando, La Calera, Quilpo y Ochoa.*

Presentación geológica.

Presentación Geológica

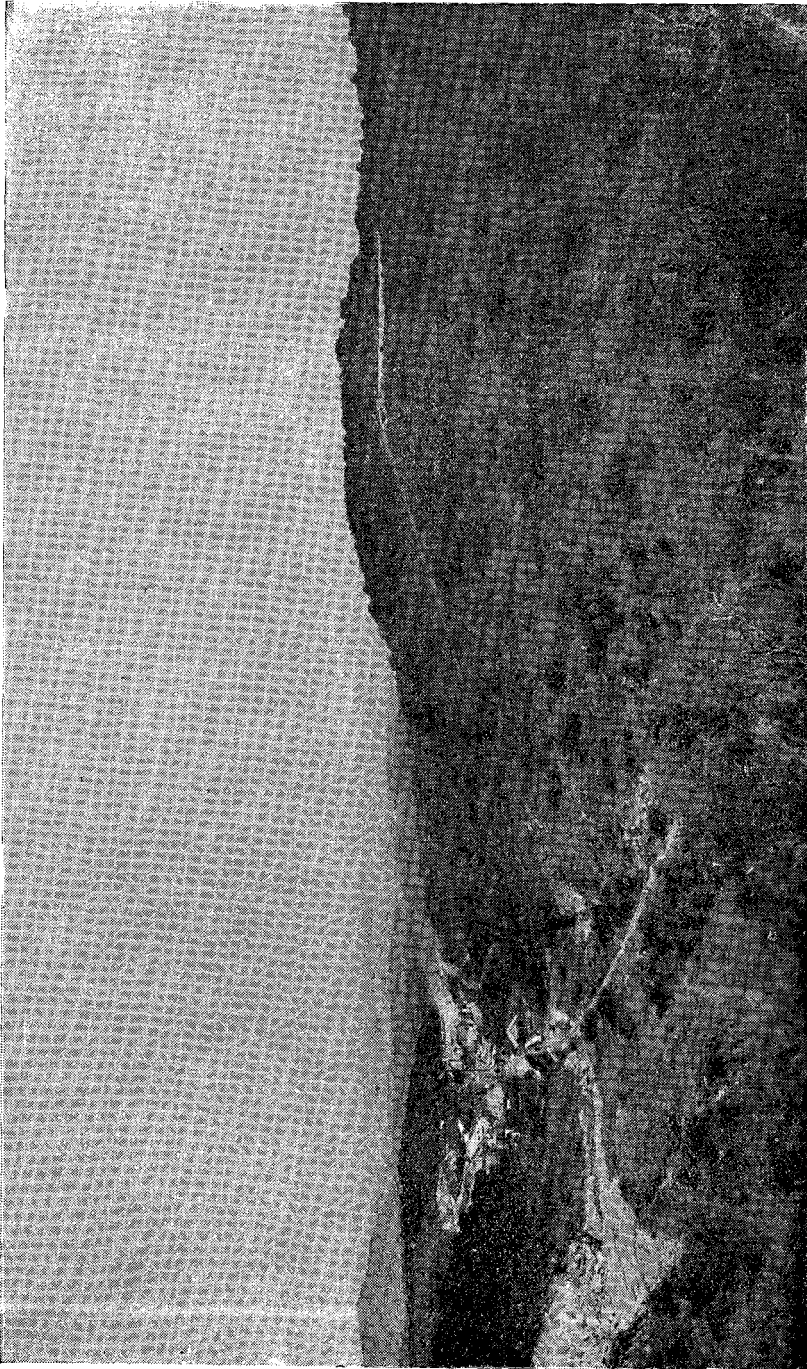


Fig. 10 Vista general de las Canteras de El Sauce

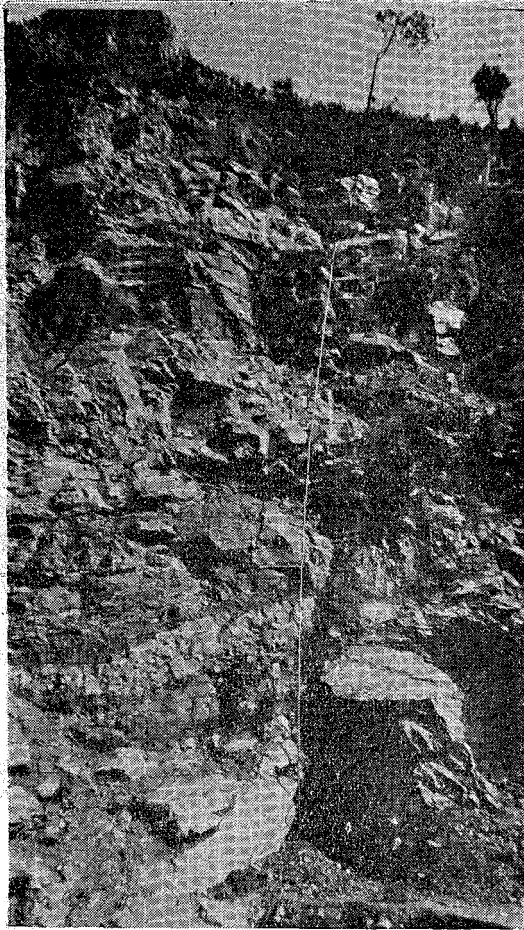


Fig. 11 Parte alta de la cantera N° 8

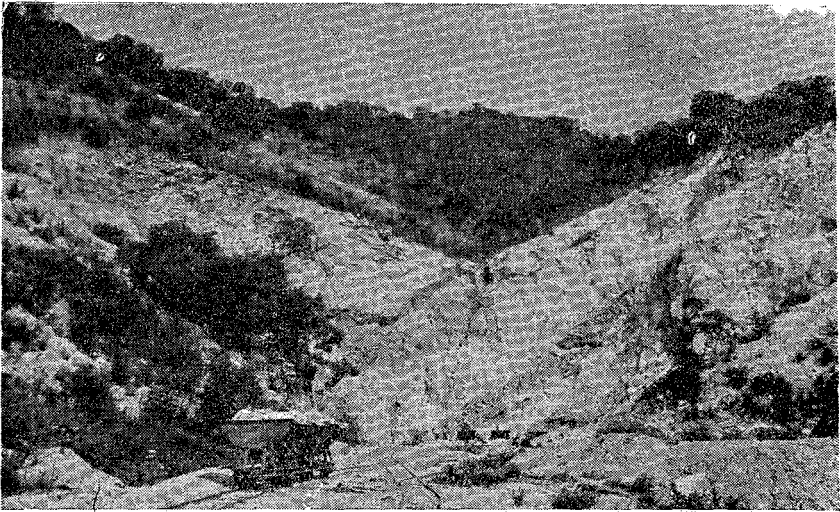
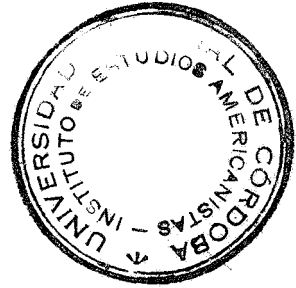
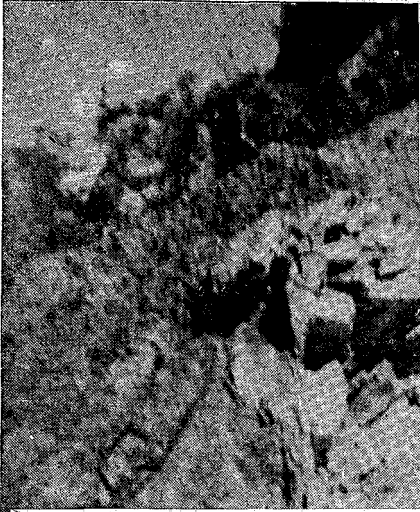


Fig. 12 *Dolomia muy pura*





13 Bancos de dolomía con una falla vertical. - A la izquierda el banco superior es de anfíbolita



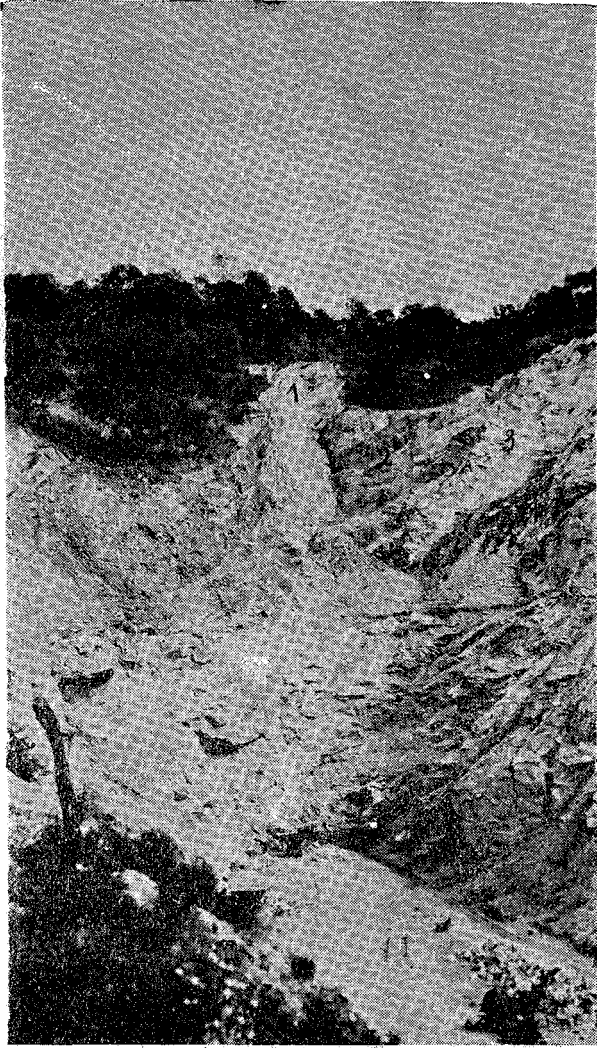


Fig 14 1. Dolomia - 2 Serie de
bancos de anfibolita y calca-
reo muy cálcico - 3. Dolomia
4 - Calcareo muy cálcico

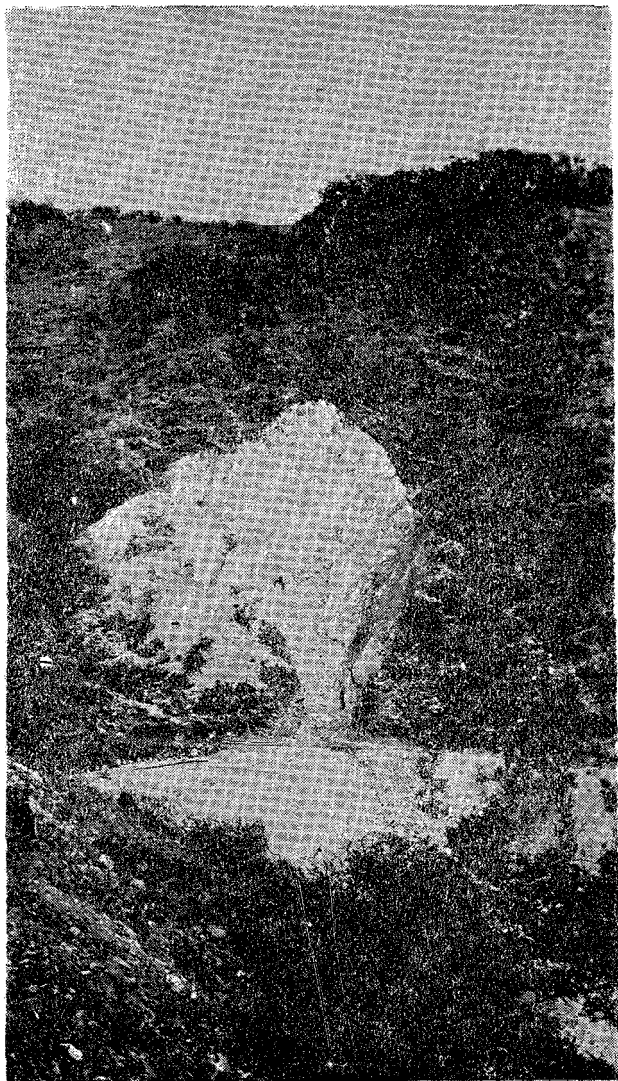


Fig. 15 - Dolomia

DESCRIPCION LITOLÓGICA DE LAS CALIZAS

En general, las calizas en estudio se presentan bastante puras desde el punto de vista mineralógico, observándose pocos minerales accesorios. Sin embargo, un estudio detallado y sobre todo microscópico, acusa la presencia constante de minerales accesorios en proporción variable. Macroscópicamente podemos citar los siguientes:

Mica, que se descubre fácilmente a simple vista en muchas muestras; se reconoce por la transparencia de las laminillas, flexibles, brillantes y doradas, las que el microscopio caracteriza como **flogopita**.

El **grafito** se reconoce por el color gris casi negro, el brillo sub-metálico y porque es muy blando y mancha el papel; se presenta en agregados escamosos y se distingue de la molibdenita que posee caracteres semejantes, porque el color gris del grafito no tiene tinte azulado y porque este mineral no se descompone al calor del soplete. Se ha observado el grafito en muestras de calizas procedentes de La Calera y de El Sauce (cantera N° 5).

La **serpentina**, mineral secundario (el originario no se observa) preséntase en forma de granos de espesor variable hasta 2 milímetros y como vetas y manchas de color amarillo verdoso (El Sauce y La Calera). El calcáreo blanco que presenta la serpentina en forma de vetas verdosas, se denomina "marmol" en el lugar de explotación y no se aprovecha ni como piedra de cal ni como marmol porque la cal que produce se desmenuza fácilmente en contacto del aire y como piedra ornamental le faltan propiedades como tal; se emplea como balasto pero la industria naciente de la cal hidratada resolverá sin duda su mejor aprovechamiento.

En cuanto a la estructura de las calizas, podemos distinguir dos grupos: las que presentan estructura granoblástica y las porfiroblásticas.

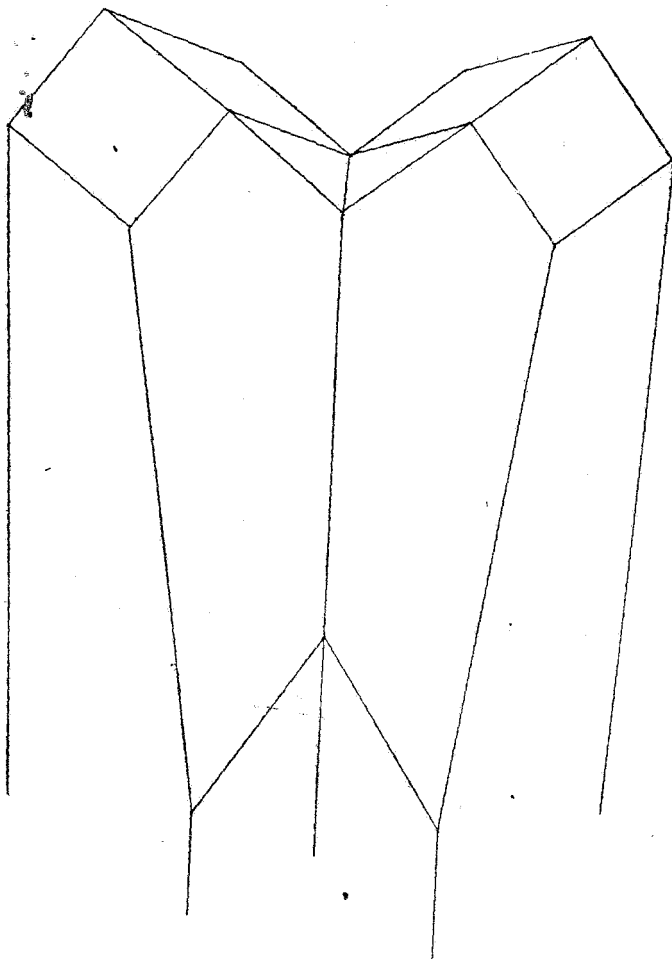


Fig 16 Macle de calcite. ley de Traversella (0221)
El Sauce Cantera 17

La estructura **granoblástica** comprende material de grano muy fino, hasta más de un centímetro de espesor. Por lo general las calizas de grano fino son translúcidas en los bordes y el análisis químico da calcita pura o con reducida cantidad de dolomita; algunas muestras de las canteras de Malagueño (cantera N° 5) y de San Fernando presentan grano grueso y en superficie pulimentada dan la reacción de la calcita pero es de advertir que ambas muestras son bastante translúcidas y no ofrecen el color blanco opaco que tienen los calcáreos dolomíticos de El Sauce.

En las muestras de estructura **porfiroblástica** se observan grandes cristales incluidos en una pasta de granos tan finos que a simple vista no se distinguen los componentes o también los individuos grandes de carbonato se destacan en una masa de cristales pequeños pero bien visibles.

La **textura** de todas las muestras observadas es maciza, excepto las calizas de El Sauce y La Calera que contienen el grafito en escamas con determinada orientación, las que presentan una textura ligeramente lineal.

El **color** y la **translucidez** son propiedades que pueden orientar en la determinación a simple vista de un calcáreo. Se ha observado que calizas rosadas, grises y blancas, translúcidas en los bordes y hasta en más de dos centímetros de espesor, han dado la reacción de la calcita en toda o la mayor parte de su superficie ensayada y el análisis químico no da magnesia. En cambio, todos los calcáreos de color blanco mate, opacos, contienen un porcentaje alto de dolomita. Las muestras de color rosado amarillento, han acusado en el examen microscópico, minerales ferruginosos (limonita, magnetita e ilmenita). Las calizas de color rosa carmesí, dieron manganeso en el análisis químico. Las que presentan vetas amarillo verdosas contienen serpentina.

Maclas de contacto (fig. 16). — En drusas formadas en las grietas de la cantera N° 17 de El Sauce, se han observado varios ejemplares de calcita con maclas de contacto, de dos individuos según el romboedro (02 $\bar{2}$ 1), conocidas con el nombre de macla de Traversella (Piemonte), estudiada por primera vez por Q. Sella (2).

Peso específico. — Se determinó con trozos de 4 a 10 cm³. de volumen, por medio de una balanza hidrostática. Las cifras halladas están en relación con el porcentaje de calcita, dolomita y materias insolubles en HCl (que por lo general son silicatos) que ha dado el análisis químico.

Si a la calcita se le asigna un peso específico de 2,71 y a la dolomita 2,87, las muestras 1, 2, 5 y 12 de El Sauce, 1 de Quilpo y 2 de La Calera (ver el cuadro), que han dado un peso que varía entre 2,88 y 2,81 están dentro de los límites, si se considera la proporción de calcita y dolomita calculada del análisis químico. Las muestras 22 y 40 han dado una densidad inferior a la de la calcita, lo que se explica por la cantidad de materias insolubles en HCl, que en este caso se trata de serpentina ($d = 2,55 - 2,58$) y cuarzo ($d = 2,65$), según examen macroscópico y microscópico.

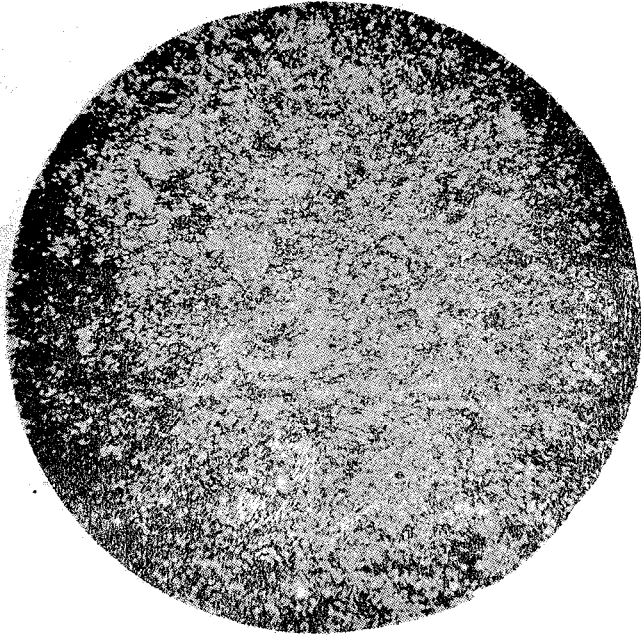
Los calcáreos puros (muestras 3,11 y 26) tienen más o menos la densidad de la calcita y la pequeña diferencia está perfectamente explicada por el contenido de Fe_2O_3 que aumenta el peso y el cuarzo y los silicatos que lo disminuyen.

El cuadro que sigue da un resumen de lo expuesto.

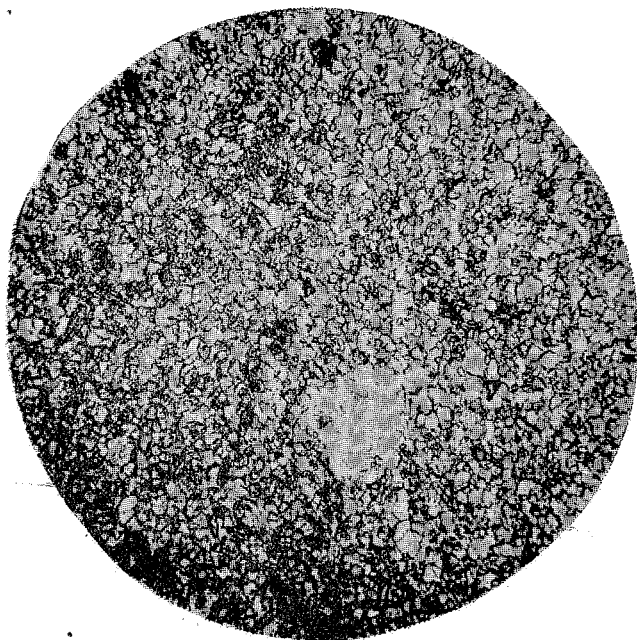
Muestra N°.	Cantera	Peso específico	Proporción calcita : dolomita	% sílice y substancias insolubles en HCl
40	El Sauce	2,49	1,74 : 1	12,70
22	" "	2,62	2,64 : 1	14,33
26	" "	2,66	1 : 0	—
11	" "	2,73	13,10 : 1	1,24
3	" "	2,75	1 : 0	0,62
2	" "	2,81	2,50 : 1	0,25
2	La Calera	2,81	3,02 : 1	3,24
5	El Sauce	2,82	1,63 : 1	0,36
12	" "	2,82	1,36 : 1	0,70
1	Quilpo	2,85	2,96 : 1	0,14
1	El Sauce	2,88	1 : 1,40	0,35

EXAMEN MICROSCOPICO DE LAS CALIZAS

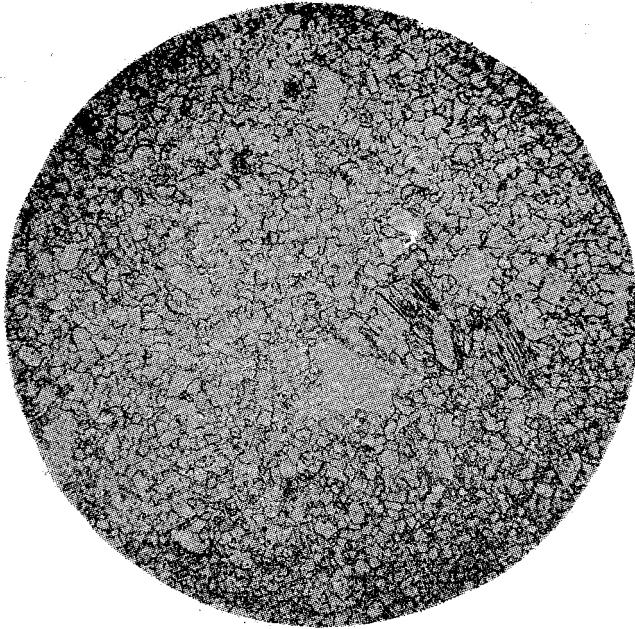
En secciones microscópicas, muéstranse las calizas formadas por granos cristalinos muy variados en su forma y tamaño, originando diversas estructuras. A veces los contornos de los granos cristalinos son poligonales convexos tan nítidos, que forman superficies de contacto casi planas, mostrando una estructura de mosaico o también el contorno se presenta más o menos sinuoso, irregular y dentado.



x 29 mic ||
Fig. 17 Muestra 15 - Preparacion 25



x 29 mic //
Fig. 18 muestra a 11 - Preparación 21



x 29 mic. ||

Fig. 19 Muestra 26 - Preparación 2



X 29
Fig. 20 muestra 14 - Prof. 24

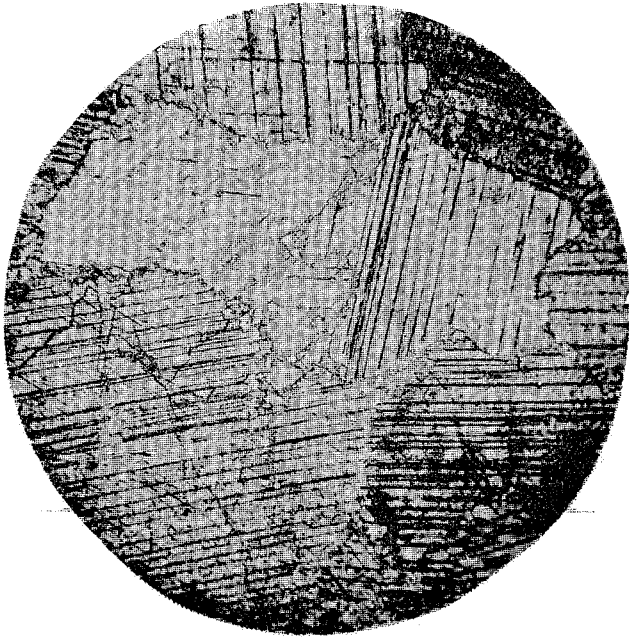
Microfotografías de las calizas de El Sauce



X 29 mic ||

Fig. 21 Inmuesta 7. Preparación 11

Microfotografías de las calizas de El Sauce



X 29 mic. ||

Fig. 22 muestra 22. Preparación 28

Microfotografías de calizas de otras canteras

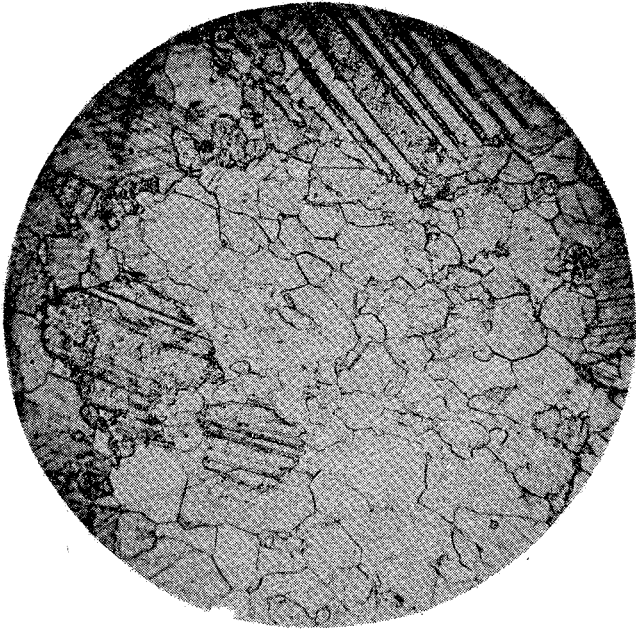
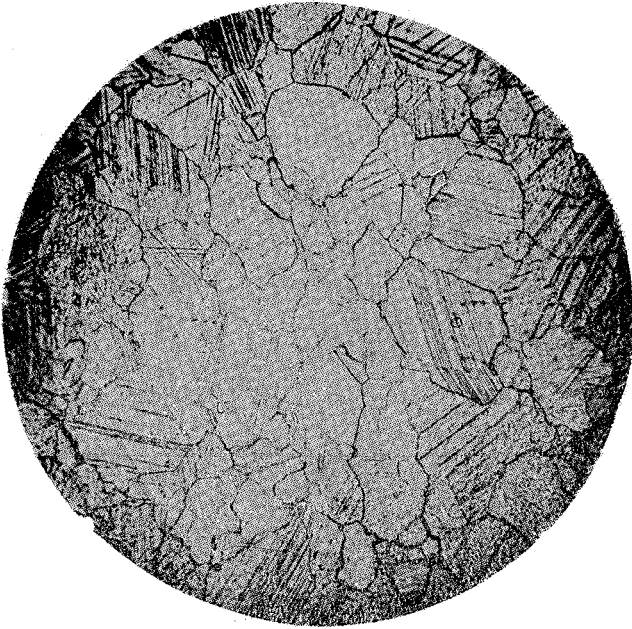


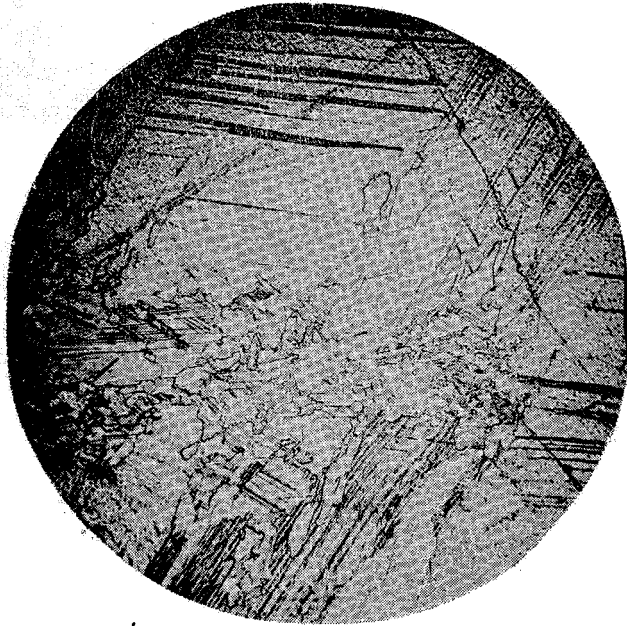
Fig. 23 X 29 mic //
muestra 2 preparación 48
San Fernando

Microfotografías de calizas de otras canteras



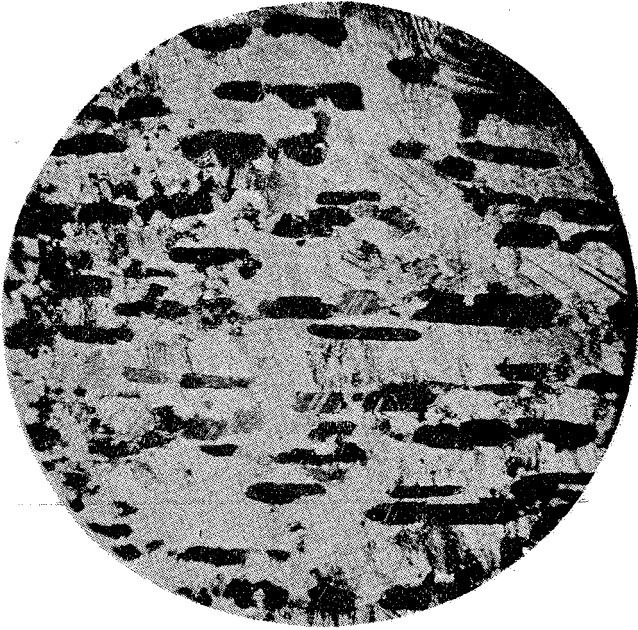
X 29 mic. ||
Fig 24 Muestra 1 Preparación 61
La Calera

Microfotografías de calizas de otras canteras

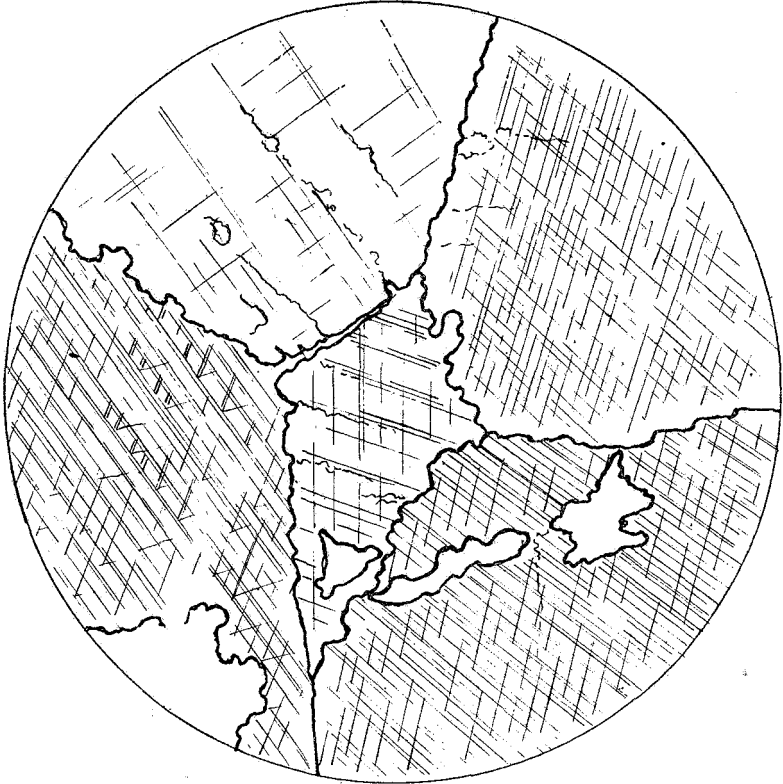


X 29 me. ||
Fig. 25. Muestra 4 Preparación 64
Malapneño

Microfotografías de calizas de otras canteras

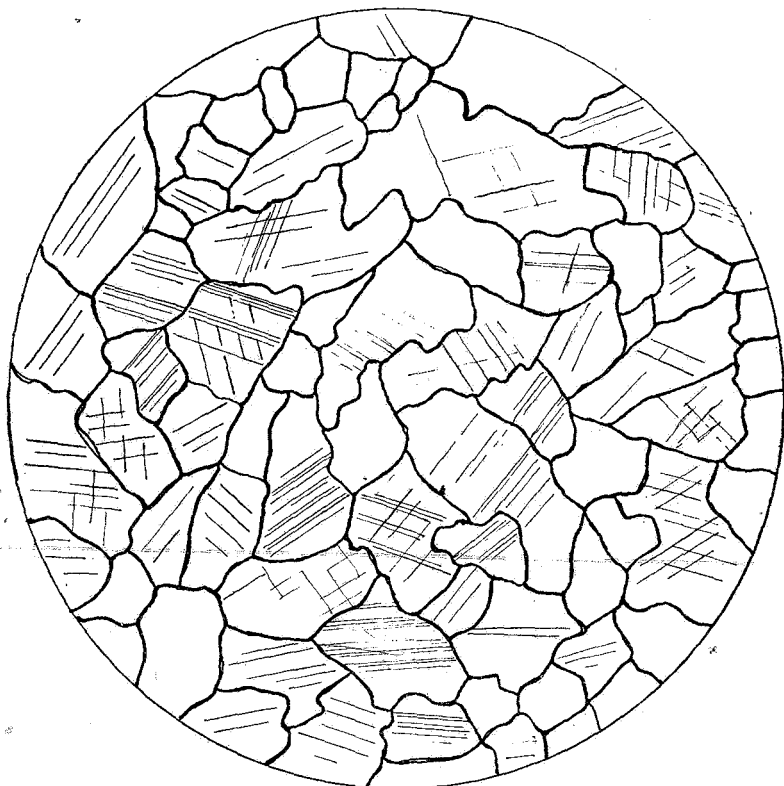


X 30 mic +
Fig. 26 Mista 1 Preparación 40
Quilpo



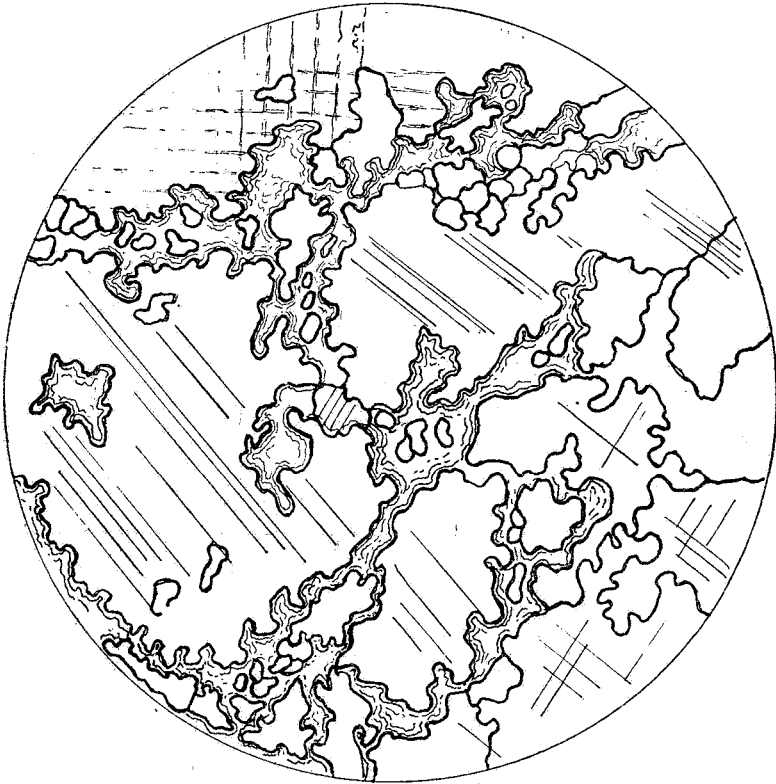
x72 nic ||

Fig.27 Estructura granoblástica . grano grueso
El Sauce . Cantera N° 2



x 73 nic. ||

Fig 28 Estructura granoblastica grano medio
El Sauce Cantera N° 5



x72 nic II

Fig. 29 Estructura porfiroblástica
El Sauce Cantera 17

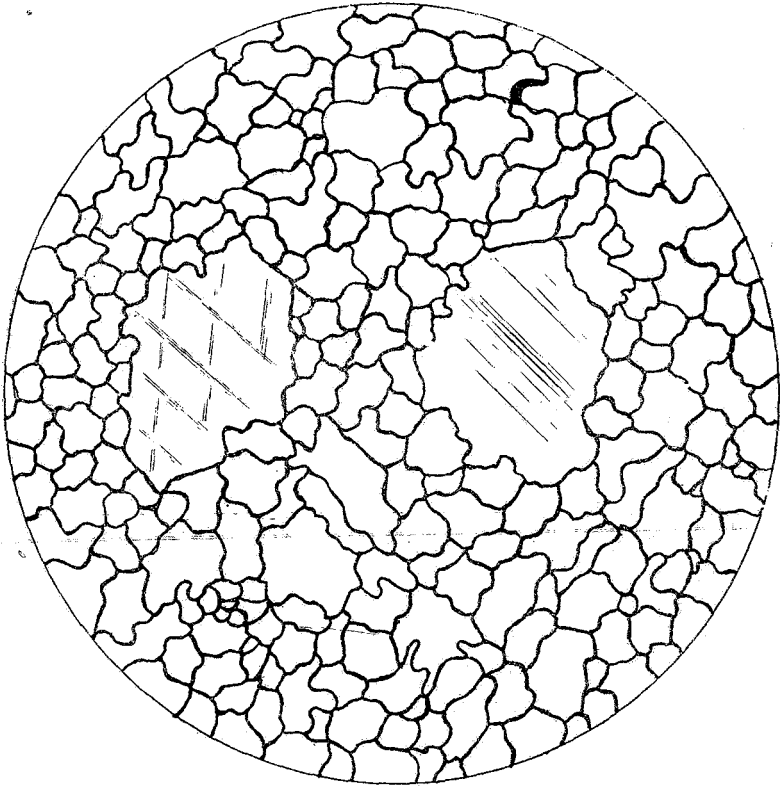
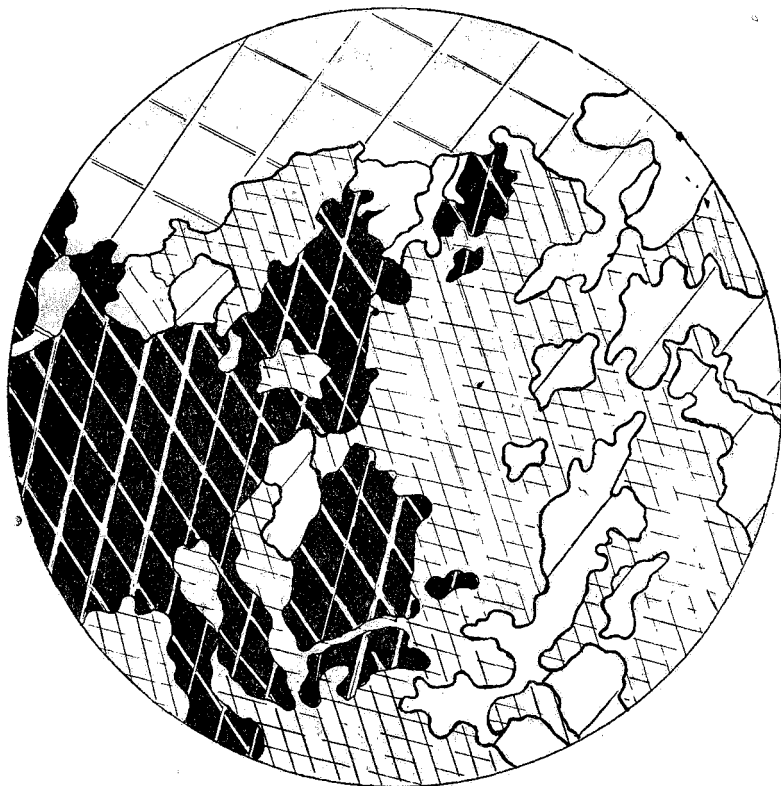
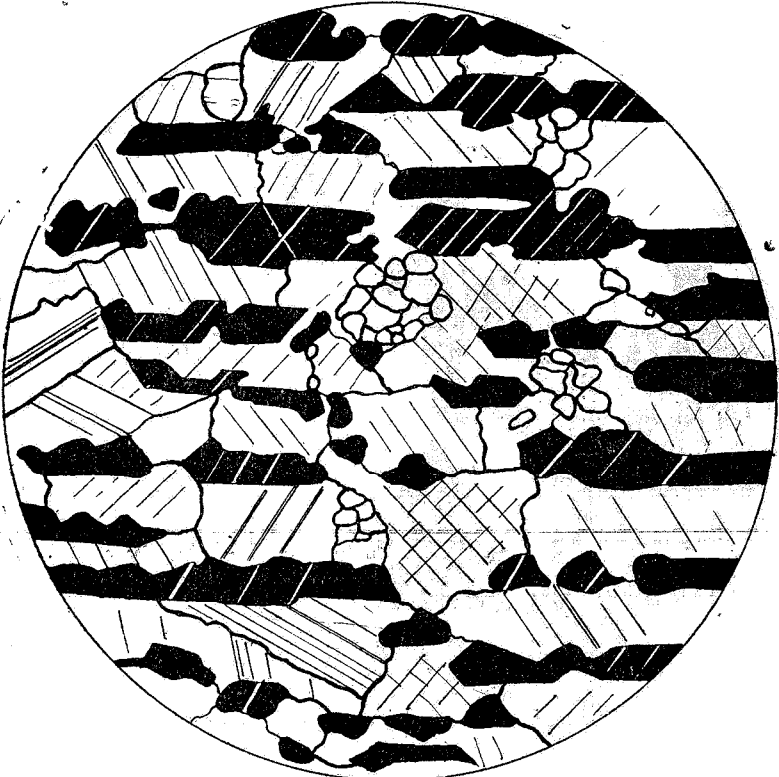


Fig 30 x72 nic ||
Estructura porfiroblática
El Sauce. Cantera 17



X56 n.c. +

Fig. 31 Estructura porquilitica
Cantera San Fernando



x60 nic. +

Fig.32 Estructura eutéctica°
Cantera Quilpo "

Cuando estos granos cristalinos son tan grandes que alcanzan varios milímetros y presentan simultáneamente maclas polisintéticas, en la mayor parte de las muestras el análisis químico ha dado un porcentaje alto de magnesia, tanto que en algunos casos el cálculo nos indica que estamos en presencia de una dolomita pura. Esto demostraría lo contrario de lo que se lee en muchos libros de petrografía que dicen que la dolomita se presenta casi siempre en secciones rómbicas o triangulares y muy rara vez se observan maclas. Las microfotografías que siguen dan una prueba de ello.

Los cristales de carbonato se reúnen de diversas maneras para formar las siguientes estructuras: la **granoblástica**, caracterizada por la semejanza de los granos, se presenta bajo tres aspectos: de granos grandes y muy maclados, de granos regulares (más o menos un milímetro), desarrollados uniformemente en todas direcciones y de tamaño más o menos igual; de granos muy pequeños e irregulares como muestran algunas calizas de El Sauce. (Fig. 27 y 28).

La estructura **porfiroblástica** es de dos tipos: cristales grandes rodeados de pequeños granos y de una pasta que sólo con aumentos muy grandes se muestra finamente granulada y luego, cristales grandes incluidos en una masa de granos cristalinos más pequeños. (Fig. 29 y 30).

En algunos cortes, por ejemplo el N° 47 de la cantera de San Fernando, se observa una estructura nítidamente **poiquilítica**. (Fig. 31)

En la muestra 1 de la cantera de Quilpo (preparación 40), se ha observado una estructura especial de un concrecimiento que hace recordar la estructura de una cristalización simultánea. Se puede notar en la preparación microscópica (fig. 26 y 32), pero se destaca especialmente en la reacción del sulfuro de hierro sobre una superficie pulimentada (fig. 40). Entre los individuos eutécticos se observa, además, cristales irregulares de dolomita y algo de calcita.

Los minerales accesorios más frecuentes que se han observado en 62 preparaciones microscópicas de las calizas en estudio son:

Flogopita. — Incolora en el corte microscópico; hábito lame-

lar, clivaje muy perfecto según (001); refracción moderada, birrefringencia fuerte, la que medida con compensador de Berek da 0,04. Mineral biáxico negativo.

Apatita. — Preséntase en forma de granos redondeados, incoloros; refracción media y birrefringencia muy baja. R. Beder, en un estudio del mármol del Quilpo (³) menciona un caso de anomalía en la apatita, la que se presenta con los mismos caracteres de refringencia y birrefringencia pero el mineral es biáxico y positivo. En muchos cortes microscópicos de calizas de Quilpo, Malagueño, La Calera, San Fernando y El Sauce, se ha observado un mineral en forma de granos, con birrefringencia muy baja pero la refringencia más elevada que la que presenta la apatita ofreciendo relieve bien marcado. Los granos redondeados muestran a veces contornos casi exagonales o son algo alargados. La birrefringencia, determinada por compensador de Berek en más de 20 individuos, ha dado para $\gamma - \infty = 0,006 \pm 0,0003$. En una sección gruesa (35 μ) normal al plano de los ejes ópticos, se comprobó perfectamente el carácter biáxico y el signo positivo. Además, en algunos individuos se ha observado líneas de clivaje. Estos caracteres concuerdan con los de la **clinozoicita**.

Cuarzo. — Se ha observado en muchas preparaciones, en forma de granos pequeños, con contornos irregulares hasta sinuosos, llenando los intersticios dejados por los cristales de carbonato. Presentan siempre extinción ondulada y llevan inclusiones de microlitos transparentes.

Diópsido. — En las calizas de El Sauce se observó un cristal, solo en una preparación; hábito prismático, clivaje nítido y extinción: $c : \gamma = 43^\circ$. Este mineral se presentó también en un corte de una caliza de las canteras de Ochoa (cerca de Alta Gracia).

Rutilo. — Se ha observado el rutilo en forma de pequeños prismas alargados (0,04 mm de largo y 0,002 mm de ancho). La mayor parte son cristales aislados y algunos maclados según (101). La refringencia y birrefringencia elevadas, así como la extinción recta, evitan confundirlo con actinolita.

Minerales ferruginosos. — Granos pequeñísimos de **magnetita**, más o menos idiomorfos, se presentan incluidos en los cristales de carbonato. Individuos columnares de **ilmenita**, de tamaño variable entre 0,01 mm. hasta 0,15 mm. presentando muchos de ellos un borde de leucoxeno, producto de la descomposición del mineral primitivo. Los copos de **limonita** no faltan en casi ninguna preparación, excepto en aquellas donde abunda la ilmenita.

Grafito. — En masas irregulares negras, opacas, se ha observado en una preparación de la caliza de la cantera N° 5 de El Sauce y en otra de La Calera.

Serpentina. — Mineral secundario que se presenta abundante en algunas preparaciones del material calcáreo de El Sauce. Forma agregados lamelares con birrefringencia débil, biáxicos y ópticamente negativos; propiedades que caracterizan a la **antigorita**. Juntamente con estas láminas se encuentran individuos isótropos y de acuerdo con R. Beder (⁴), podría suponerse que sean de silicato de magnesio hidratado en estado coloidal, mientras que los restos de serpentina que conservan aun su carácter birrefringente, corresponderían a un estado de transición que talvez concuerda con la denominación de **parasepiolita**.

Clinocloro (variedad Leuchtemberzita). — En muchas preparaciones se ha observado este mineral que se diferencia de la antigorita por su mayor refringencia y birrefringencia bastante más elevada. El mineral es biáxico pero 2V es muy pequeño; el carácter óptico es nítidamente positivo, lo que lo distingue de la flogopita a la cual se asemeja mucho. R. Beder (⁵) hace mención de este mineral en calizas de San Antonio y Malagueño.

Es posible que la **serpentina** y el **clinocloro** se hayan originado por descomposición del diópsido (talvez de la olivina) manteniendo sus contornos en forma de granos.

REACCIONES QUIMICAS SOBRE SUPERFICIES PULIMENTADAS, PARA DISTINGUIR LA ESPECIE MINERAL DE CARBONATO

A. Holmes (⁶) en su libro "Sobre los métodos petrográficos",

Racciones químicas sobre superficies pulimentadas

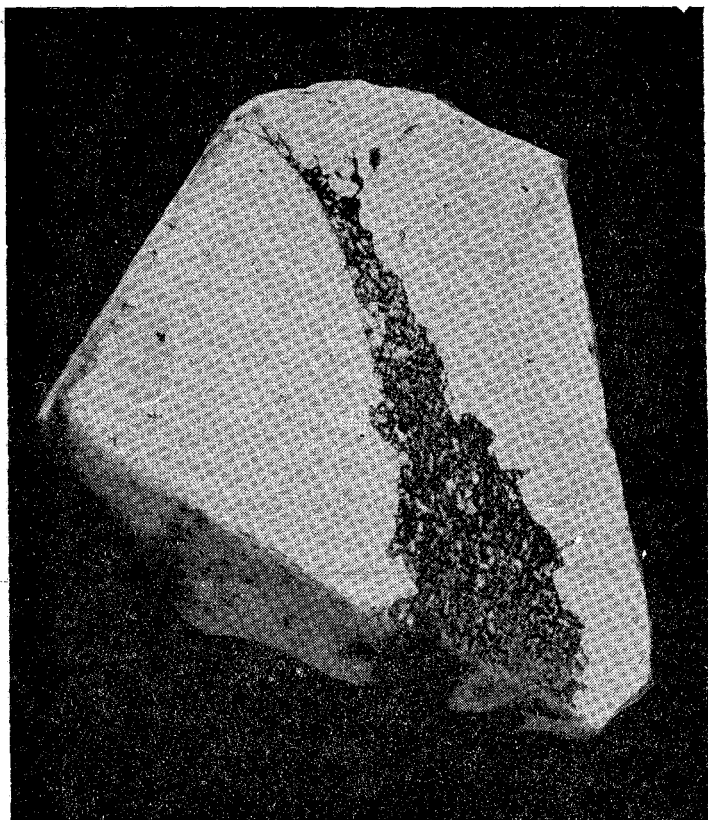


Fig. 33 muestra 1 E! Sance
40,87% de calcita y 57,53% de dolomita

Reacciones químicas sobre superficies pulimentadas

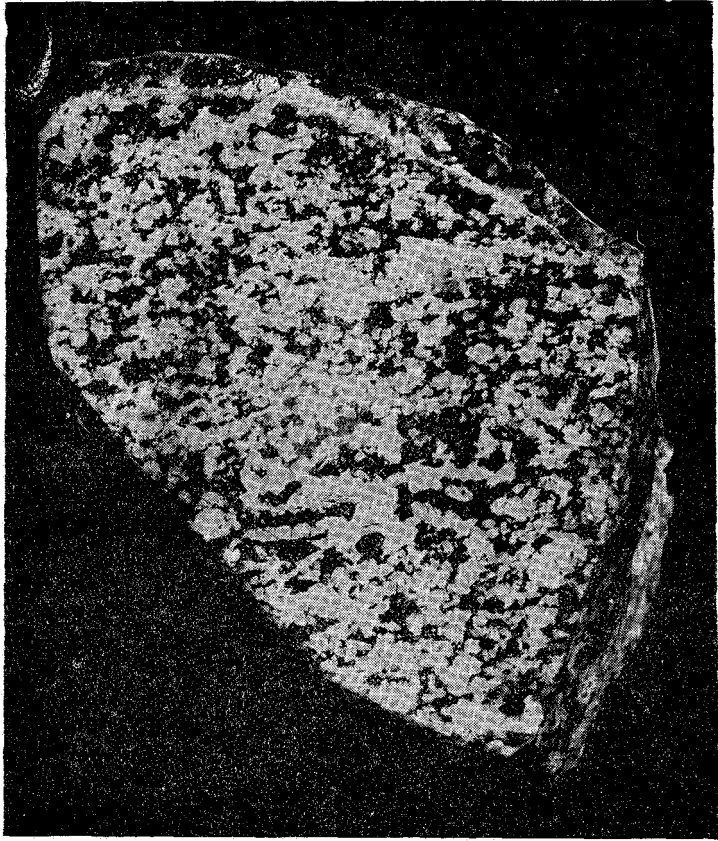


Fig. 34. Muestra 39. El Sauce
69,21% de calcita y 28,64% de dolomita.

tiene un capítulo extenso que trata de la distinción de los carbonatos que pueden presentarse en las rocas calcáreas. Estas reacciones químicas se refieren a cortes microscópicos, pequeños granos y polvo de la roca.

Se pensó que podrían emplearse estos métodos sobre superficies pulimentadas donde sería factible reconocer la estructura de la roca, aparte de la proporción entre los distintos carbonatos. En efecto, se hizo el ensayo con una serie de trozos de calcita con una superficie pulimentada, lo que se consiguió por medio de la máquina de pulir y terminando el trabajo sobre un vidrio con polvo fino de esmeril, pero sin dar brillo.

Los métodos para distinguir la calcita de la dolomita son varios y esto ofrece una forma de control para los resultados. Así, si sobre la misma superficie, desgastada y pulida convenientemente antes de cada operación, se efectúan las diferentes reacciones, las partes atacadas serán siempre las mismas y la superficie ofrecerá el mismo aspecto, comprobándose la presencia o ausencia de determinado carbonato.

El ensayo dió el mejor resultado y se procedió a obtener el mayor número de pruebas para relacionarlas luego con los análisis químicos del mismo material.

Distinción entre calcita y dolomita. — Los métodos están fundados en el siguiente principio: encontrar un reactivo que ataque uno de los dos carbonatos y colorear el mineral atacado formando sobre él un precipitado de color que lo haga visible.

El ácido clorhídrico muy diluído y en frío, ataca sólo a la calcita; en caliente reacciona también sobre la dolomita y el ácido concentrado descompone los dos minerales. Hay sales que en solución acuosa se hidrolizan fácilmente, como el cloruro férrico, cloruro de aluminio, nitrato de cobre y otras, que reaccionan débilmente como ácidos y en frío sobre los carbonatos; limitando el tiempo, tendremos la seguridad que la dolomita no es atacada.

a) **Reacción con el cloruro férrico.** En una cápsula de porcelana con solución al 10 % de cloruro férrico, se sumerge el calcáreo con una superficie pulimentada. Tiene lugar la siguiente reacción:

Reacciones químicas sobre superficies pulimentadas

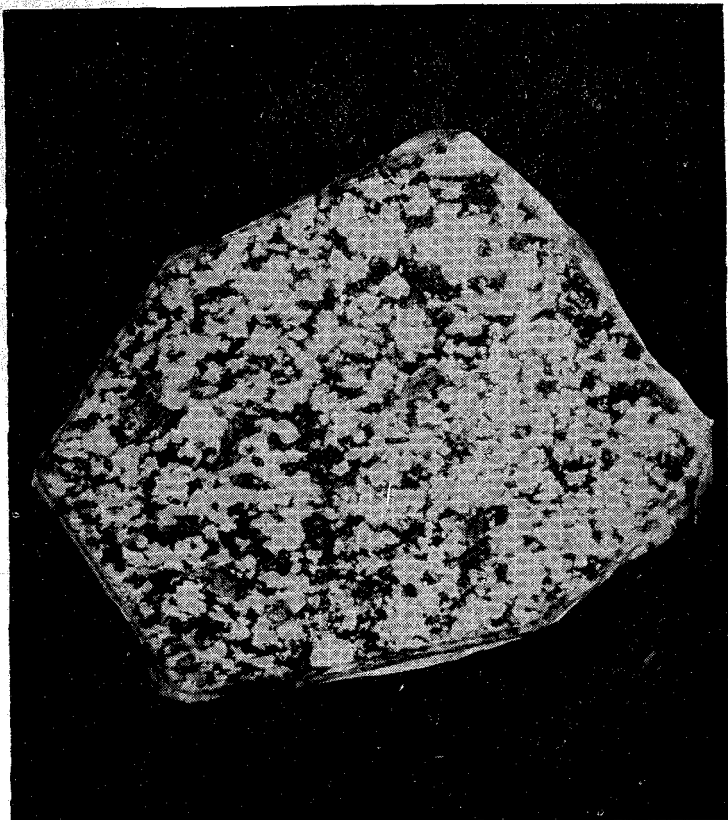


Fig 35 Muestra 40 - El Sance
Calcita = 54.08 ; dolomita 30.91

Reacciones químicas sobre superficies pulimentadas

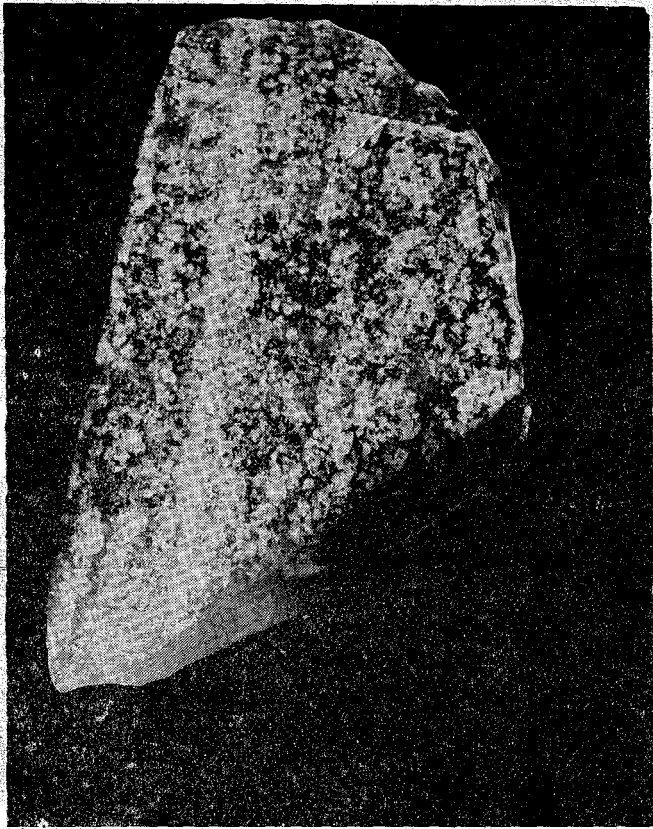
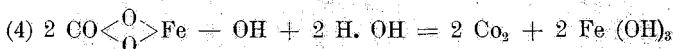
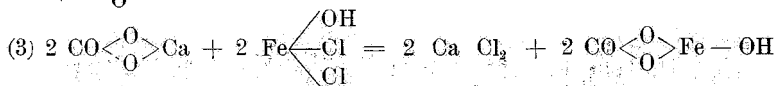
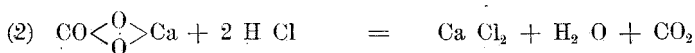
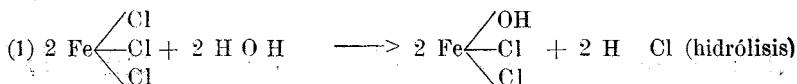


Fig 36 Muestra 41. El Lance
calcita = 74,61%
dolomita = 23,67%



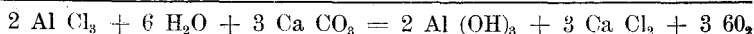
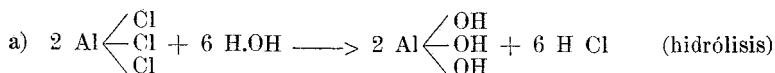
Al cabo de un minuto, la calcita se recubre de un depósito rojo pardo de Fe (OH)_3 .

Se lava la superficie dejando caer un chorro suave de agua, teniendo cuidado de no tocar la superficie con los dedos. Luego se sumerge rápidamente el calcáreo en una cápsula con sulfuro de amonio y se lava cuidadosamente como en el caso anterior. Se forma un precipitado negro de sulfuro de hierro.

Esta reacción dió buenos resultados especialmente por el contraste del color negro del precipitado de sulfuro de hierro formado sobre la calcita y el blanco de la dolomita, que no se altera, lo que permite tomar impresiones fotográficas muy buenas.

Los otros métodos, que indicaré, dan quizás algunos detalles más, que pueden observarse con lentes, pero son inadecuados para la fotografía. Si se desea obtener fotografías, es necesario hacerlo enseguida porque a los pocos minutos comienza a alterarse el precipitado, que en el ambiente húmedo en que se encuentra, se oxida y pasa a sulfato básico de hierro.

b) Reacción con cloruro de aluminio y solución de extracto de campeche. Semejante a la anterior reacción, se substituye el cloruro férrico por una sal de aluminio, cloruro o sulfato, que se hidrolizan suficientemente para dar reacción ácida débil, que sólo actúa sobre la calcita. La reacción es la siguiente:



Reacciones químicas sobre superficies pulimentadas

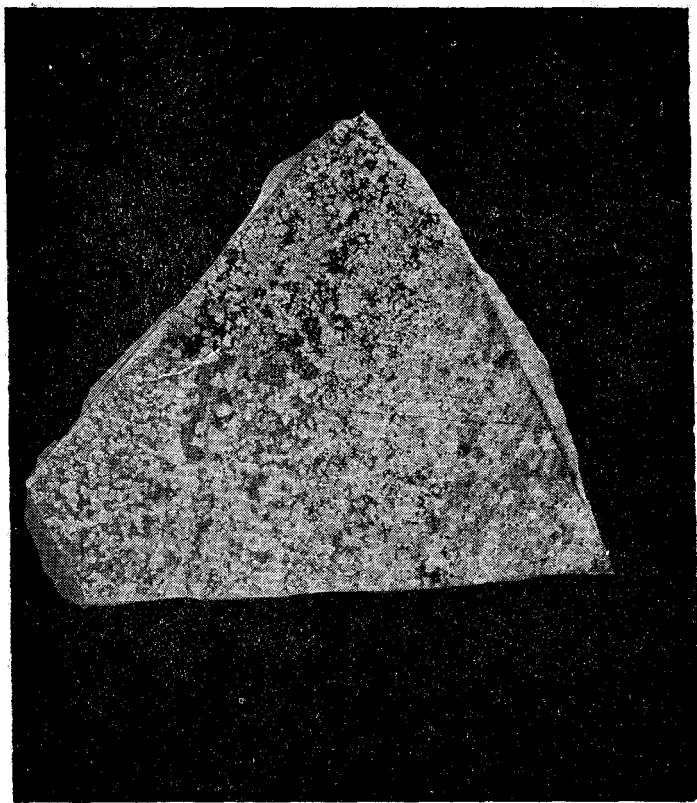


Fig. 37. Muestra 38. El Sauce
calcite = 72.52% ; dolomite = 23.80%

Reacciones químicas sobre superficies pulimentadas

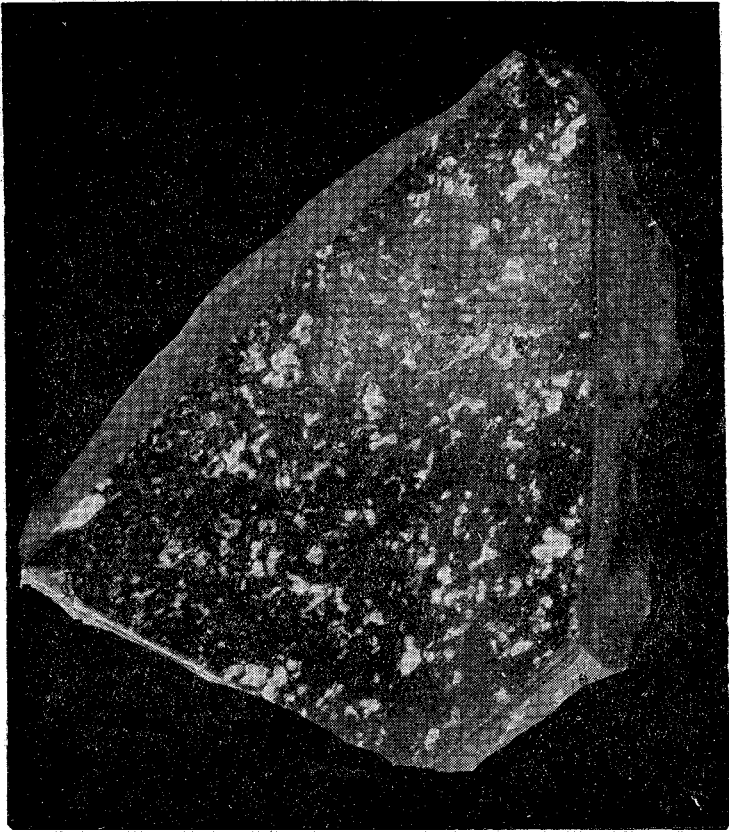
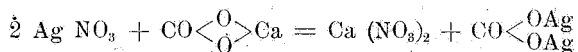


Fig 38 Tomista a. H. - El Sauce
calcoita = 82.12%
dolomita = 16.76 -

Se forma sobre la calcita un precipitado blanco de hidrato de aluminio que para hacerlo visible es menester un colorante. Se utilizó extracto de campeche (*Hoematoxylon campechanum*), juntamente con el reactivo; la solución combinada se conoce con el nombre de solución de Lemberg. Se prepara de la siguiente manera: 60 partes de agua, 4 de cloruro de aluminio y 6 de palo de campeche se hierven durante 25 minutos. Se agita constantemente y las pérdidas de agua por evaporación, se compensan agregando algunas gotas, de manera que el líquido se mantenga en su nivel primitivo.

En la solución fría se introduce durante 10 minutos, la calcita preparada; al cabo de ese tiempo la calcita se presentará teñida de color violáceo, quedando blanca la dolomita. Es preferible usar la solución recién preparada, porque con el tiempo se altera, lo mismo que el tinte del precipitado, que dura sólo dos o tres días.

c) Reacción con cromato de plata. — Primero se hace reaccionar nitrato de plata sobre el calcáreo para obtener carbonato de plata. Se procede como sigue: en un vaso de precipitados se calienta, a temperatura de 60 a 70 grados, la calcita a ensayar, en una solución de nitrato de plata al 10 % durante 4 a 5 minutos. La reacción es:



El carbonato de plata en caliente y con bastante agua, se vuelve pardo por descomponerse en óxido de plata y CO_2



Se lava cuidadosamente el calcáreo y se sumerge, durante un minuto, en una solución de cromato de potasio. La calcita se recubre de una capa rojo pardo de cromato de plata.

d) Reacción con nitrato de cobre. — Calentando el calcáreo durante algunos minutos, en una solución diluída de nitrato de cobre, se produce efervescencia y la calcita se tiñe de verde azulado, quedando inalterada la dolomita. La reacción es:

Reacciones sobre superficies pulimentadas



Fig 39

Muestra 2. Malagueño
calcita = 83.22%
dolomita = 16.11%

Reacciones sobre superficies pulimentadas

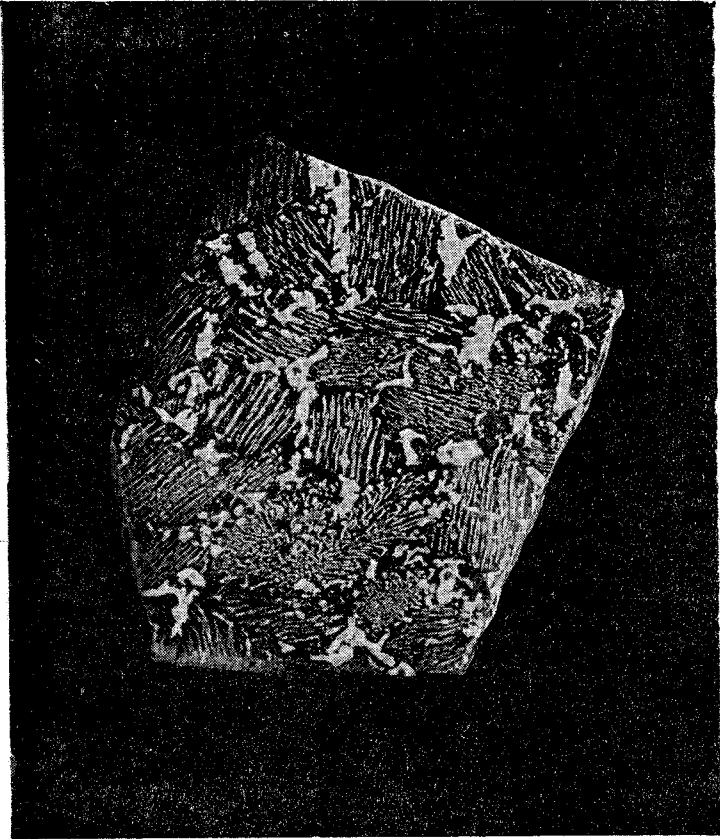
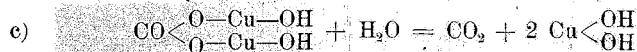
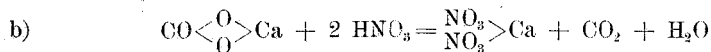
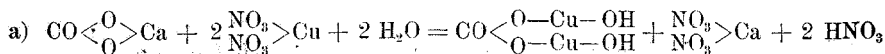
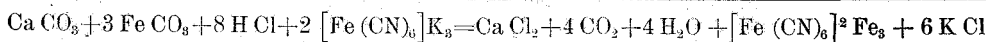
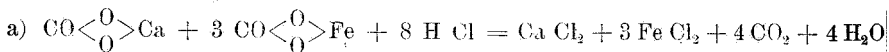


Fig. 40 *Amestiza 1 - Quilpo*
calcita = 73.92 %
dolomita = 24.94 "



Esta reacción es muy buena porque es sumamente sensible y el precipitado que se forma no se decolora como en las reacciones anteriores, pero el tinte del verde es pálido y no produce suficiente contraste con el blanco de la dolomita.

Distinción de la siderita. — Reacción de Heeger. — Se prepara el reactivo agregando ácido clorhídrico muy diluido a una solución de ferricianuro de potasio. La siderita y el hierro contenido en la caliza reaccionan con el ferricianuro de potasio dando una coloración azul intensa. La reacción es:



Distinción de la magnesita. — Para distinguir la magnesita de la dolomita, P. Aloisi (?) aconseja el siguiente método, que se ensayó con buenos resultados: a una solución alcohólica de difenilcarbocida al 1 % se agrega la quinta parte de su volumen de solución de potasa o soda cáustica al 25 %; el líquido se tiñe de rojo intenso. En un vaso de precipitados se hace hervir el calcáreo en esta solución durante 2 ó 3 minutos; se decanta el líquido, se agrega agua y se hace hervir y esta operación se repite cambiando el agua hasta que queda incolora. Si se trata de magnesita el mineral conserva el color rosa violáceo que le da el reactivo. Hecho el ensayo con magnesita pura dió resultados positivos. En los calcáreos sólo en dos o tres casos se observaron puntos coloreados.

Calizas de las canteras de El Sauce

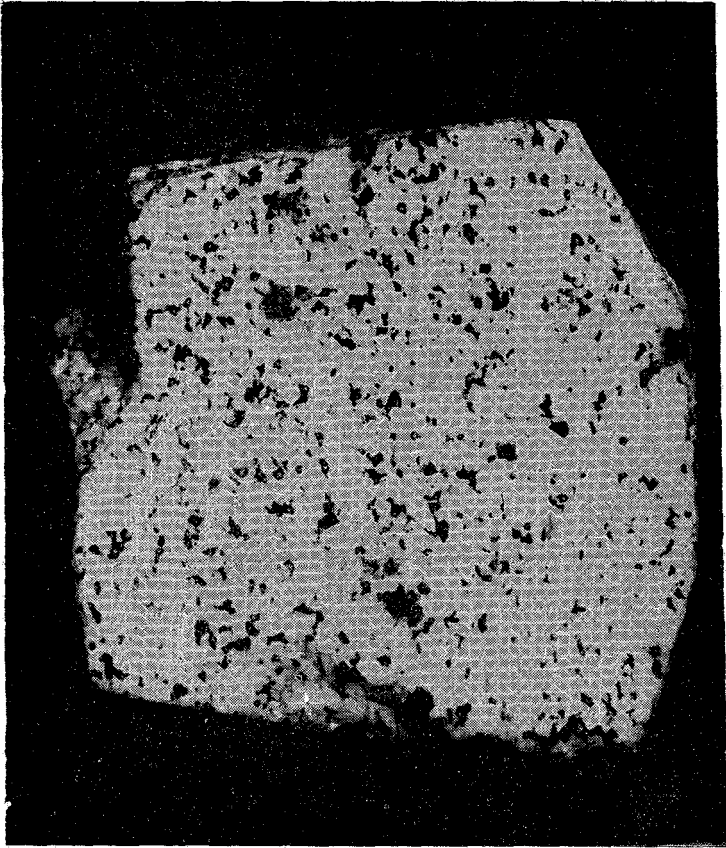


Fig. 41 Reaccion FeS sobre superficies
pulimentada. Negro = calcita; Blanco = dolomita
Calcareo muy dolomítico

Calizas de las canteras de El Sauce

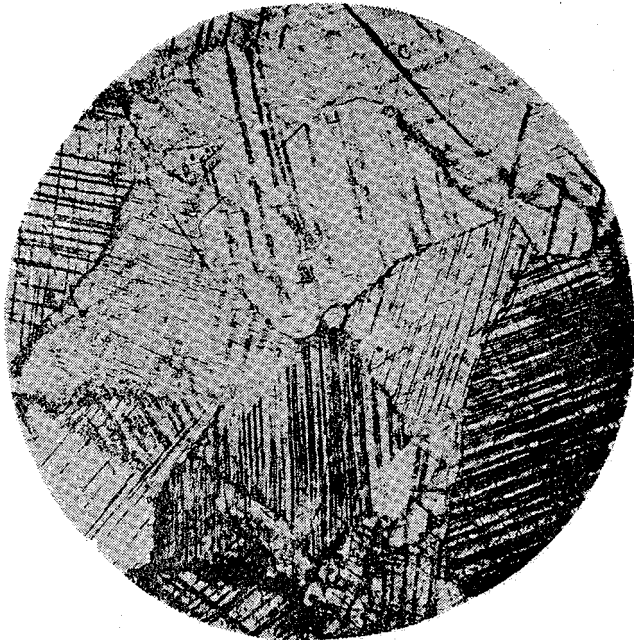


Fig. 42 Microfotografía del conismo
materia. x 29, mic. II.

De los ensayos efectuados sobre 52 superficies pulimentadas, siguiendo los distintos métodos para determinar el carbonato y relacionando estos estudios con los análisis químicos del mismo material, se puede asegurar que las **reacciones sobre superficies pulimentadas**, constituyen un método fácil y seguro para el industrial que desea conocer cualitativamente y hasta cuantitativamente, en forma grosera, la calidad de la piedra. Para el químico que debe efectuar el análisis cuantitativo, es una buena guía. Las fotografías de las superficies y las cifras obtenidas en el análisis químico demuestran la bondad del método.

ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS CALCAREOS

La marcha sistemática del análisis químico de los calcáreos, fué la siguiente:

1 — **Humedad.** — Se colocó en una estufa a una temperatura de 105 a 110°, durante dos horas, dos gramos de calcáreo pulverizado, en un pesafiltro destapado y previamente tarado. La pérdida de peso corresponde a la humedad.

2 — **Pérdidas al rojo.** — En un crisol de platino se pesan dos gramos de calcáreo seco y se calcinan con soplete a nafta durante una hora. Se deja enfriar de 10 a 15 minutos y se pesa enseguida.

3 — **Substancias insolubles en HCl.** — La substancia calcinada se pasa a una cápsula de porcelana, se agrega agua y ácido clorhídrico y se hace hervir. Enseguida se filtra sobre filtro de cenizas taradas, se lava cuidadosamente con agua caliente y cuando el líquido que filtra no acusa cloruros (probar con AgNO_3 en vidrios de reloj), se deseca el filtro, se calcina y se pesa.

4 — **Fe_2O_3 — Al_2O_3 .** — El líquido filtrado, recibido en un vaso de precipitados, se lleva a ebullición. Aun caliente, se agrega amoníaco hasta reacción francamente alcalina. Los precipitados de alúmina e hidróxido de hierro se depositan. Se filtra en un balón aforado de un litro, se lava como en el caso anterior, se deseca el filtro, se calcina y se pesa.

Calizas de las canteras de El Sauce

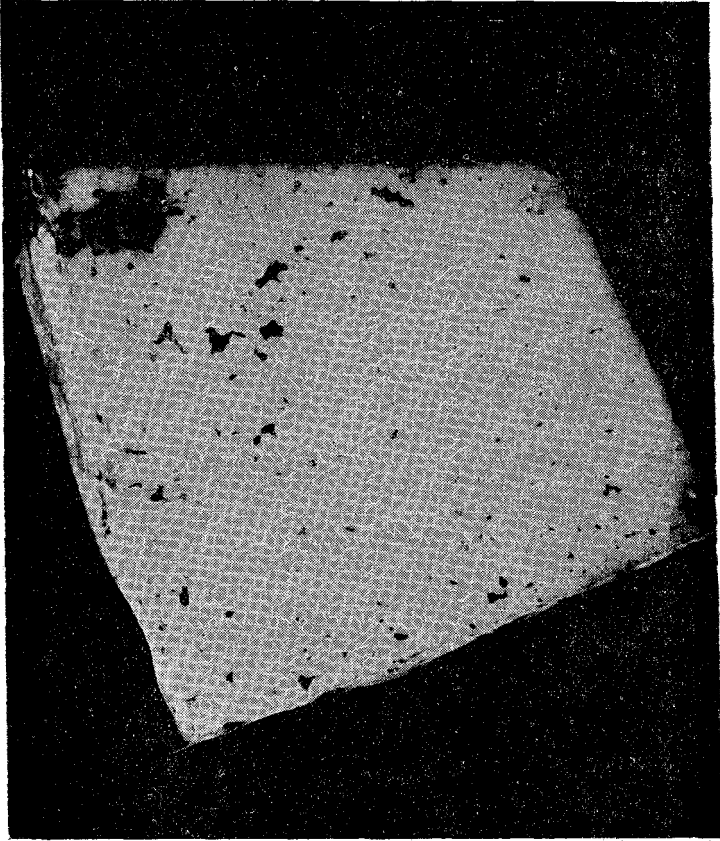


Fig 43 Reacción FeS sobre superficie pa-
limentada - negro = calata; blancos = dolomita
Dolomita bastante pura

Calizas de las canteras de El Sauce

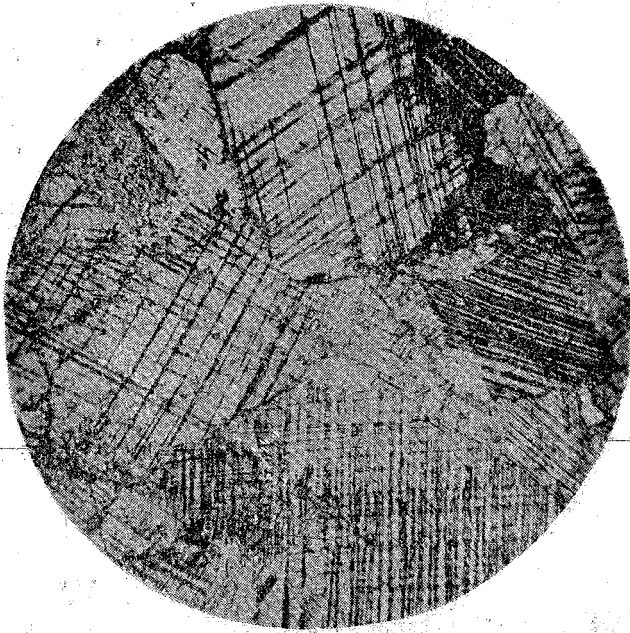


Fig 44 microfotografía del mismo material x 29, vic. ||

5 — **CaO** — El líquido contenido en el balón se completa con agua hasta la marca de aforo y del contenido, después de agitar bien, se separa la mitad en un balón aforado de 500 cm³. De estas dos porciones una servirá para determinar Ca y Mg y la otra para investigar H₂SO₄.

Los 500 cm³. de líquido para determinar Ca se llevan a ebullición en un vaso de precipitados de 1000 cm³, acidulando previamente con ácido clorhídrico; se concentra hasta la mitad de volumen, se agrega un gramo de oxalato de amonio sólido, se retira del fuego y sin enfriar se agrega amoníaco hasta reacción francamente alcalina. Se hace hervir cinco minutos y se deja enfriar.

Se filtra, se lava el precipitado hasta eliminación de los cloruros, se deseca, se calcina en crisol de porcelana, al rojo vivo, se enfría en desecador y se pesa rápidamente el CaO.

6 — **MgO** — El filtrado se concentra hasta 200 cm³, acidulando previamente con ácido clorhídrico o acético para evitar la precipitación de las sales de Mg durante la concentración. Se agrega 10 cm³ de fosfato bisódico hidratado al 12,6 %. Se deja en reposo hasta el día siguiente y precipita el fosfato doble de NH₄ y Mg. Se filtra y lava el precipitado con agua amoniacal (1 de NH₃ — 3H₂O). Se seca, se calcina el precipitado hasta color blanco (si no es blanco se oxida con unas gotas de ácido nítrico). Enfríese y pésese el pirofosfato de magnesio obtenido del que se calcula el MgO.

7 — **SO₃** — La segunda porción de líquido (500 cc) se concentra hasta 3^a o 4^a parte de su volumen. Se agregan 10 cc de solución de BaCl₂ al 20 %, se deja en reposo hasta el día siguiente y se filtra lavando el precipitado hasta eliminación de los cloruros. Se deseca, se calcina y se pesa el precipitado de BaSO₄ y se calcula el SO₃.

8 — **Fe₂O₃** — Se pesa un gramo de calcáreo seco. Se coloca en una cápsula de porcelana y se agrega ácido clorhídrico diluído y cuando cesa la efervescencia se calienta hasta ebullición durante algunos minutos y se agrega amoníaco hasta reacción fran-

camente alcalina; precipitan el hidróxido de hierro y la alúmina. Se filtra y lava varias veces con agua caliente. El hidróxido de hierro se disuelve sobre el filtro mismo con H_2SO_4 diluído y caliente, recogiendo el filtrado en un frasco de Erlenmeyer. Se lava bien el filtro y se agrega al líquido 5 grs. de zinc purísimo y se deja hasta reducción completa del sulfato férrico en ferroso lo que se comprueba con sulfocianato de amonio. Se calcula el Fe_2O_3 con una solución centinormal de $KMnO_4$.

9 — **Residuo fosfórico.** — En el líquido donde se investiga Fe_2O_3 — Al_2O_3 también pueden encontrarse fosfatos que precipitan con el amoníaco. Se filtra y lava el precipitado con agua amoniacal. Se disuelve el precipitado sobre el filtro, con ácido nítrico y se recibe el líquido en un vasito de precipitados. Se agrega exceso de solución de nitromolibdato de amonio, se hierve durante 10 ó 15' y se deja en reposo hasta el día siguiente.

Se filtra el precipitado amarillo de fosfomolibdato amónico, por filtro tarado, se deseca cuidando que no pase de 90° la temperatura de la estufa y se pesa. Se calcula en ácido fosfórico.

10 — **Anhidrido carbónico.** — Para la determinación del anhidrido carbónico se siguió el método gravimétrico, por pérdida de peso, desalojando el gas del carbonato por medio del HCl para lo cual se utilizó el aparato de Ferätter. Esta dosificación se controló con las pérdidas al rojo, la segunda operación efectuada en este análisis.

Se hicieron 21 análisis, catorce de ellos con el mayor número de determinaciones y en los restantes se dosificó sólo CaO y MgO a los efectos de relacionarlos con reacciones sobre superficies pulimentadas.

Las muestras 22 y 40 que dan una proporción alta de materias insolubles en HCl , no se disgregaron porque el análisis microscópico indica gran cantidad de serpentina ($H_4Mg_3Si_2O_9$) y no tratándose de un alumosilicato no tiene importancia la determinación de la sílice combinada.

El análisis químico de las calizas de la cantera de El Sauce muestra la diversidad de material: en un mismo corte alternan las capas de calcáreos muy cálcicos y calcáreos dolomíticos.

ANALISIS QUIMICOS — DETERMINACIONES SOBRE CALCAREO SECO

N° de orden	N° de la muestra	PROCEDENCIA		Arena y materias insolubles en H cl	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Residuo fosfórico	Pérdidas al rojo	CO ₂	CALCULO EN CARBONATOS		CALCULO en CALCITA y DOLOMITA	
		Lugar	Cantera N°										Ca CO ₃	Mg CO ₃	Calcita	Dolomita
1	1	El Sauce	17	0.35	0.37	0.32	40.89	12.59	vestigios	—	41.	45.01	72.08	26.32	40.87	57.53
2	2	„ „	2	0.25	1.07	0.53	47.90	6.08	vestigios	vestigios	41.41	44.03	85.49	12.70	70.43	27.76
3	3	„ „	2	0.616	0.87	0.53	55.3	vestigios	vestigios	—	39.87	43.00	98.69	—	—	—
4	5	„ „	2	0.36	0.32	0.26	45.90	8.25	vestigios	—	41.92	44.90	81.91	17.24	61.46	37.69
5	11	„ „	1	1.24	0.70	0.662	52.99	1.53	vestigios	—	41.50	43.00	94.57	3.19	90.79	6.97
6	40	„ „	10	12.70	1.59	0.50	39.70	6.77	—	0.308	37.50	38.00	70.85	14.14	54.08	30.91
7	12	„ „	1	0.70	0.14	vestigios	44.70	9.16	—	—	42.50	44.50	79.77	19.14	57.07	41.84
8	22	„ „	8	14.33	0.28	0.27	41.64	5.1	vestigios	—	37.90	38.10	74.31	10.66	61.67	23.30
9	4	Malagueño	5	vestigios	vestigios	vestigios	55.20	vestigios	—	—	43.40	43.95	98.51	1.36	96.90	2.97
10	3	San Fernando	—	3.40	0.07	vestigios	53.70	vestigios	vestigios	—	41.50	41.76	96.83	—	—	—
11	1	Quilpo	14	0.14	0.50	0.287	49.00	5.46	vestigios	—	44.50	44.10	87.45	11.41	73.92	24.94
12	2	La Calera	—	1.34	vestigios	vestigios	47.80	5.23	vestigios	—	43.50	43.00	85.30	10.93	72.30	23.93
13	53	El Sauce	22	1.44	1.69	0.28	31.19	19.31	—	—	n. d.	45.45	55.66	40.38	7.74	88.30
14	54	„ „	42	1.08	1.21	0.34	31.67	19.40	—	—	n. d.	45.85	56.52	40.58	8.37	88.73

DETERMINACION DE CaO Y MgO PARA DAR LA PROPORCION DE CALCITA Y DOLOMITA

N° de orden	N° de la muestra	PROCEDECENCIA		CaO	MgO	CALCULO EN CARBONATOS		CALCULO en CALCITA Y DOLOMITA		Reacción sobre superficie pulimentada Fe Cl ₃ + (NH ₄) ₂ S
		Lugar	Cantera N°			Ca CO ₃	Mg CO ₃	Calcita	Dolomita	
1	1	El Sauce	17	40.89	12.59	72.08	26.32	40.87	57.53	poco teñida
2	2	" "	2	47.90	6.08	85.49	12.70	70.43	27.76	teñida regular
3	3	" "	2	55.3	vestigios	98.69	—	—	—	teñida totalmente
4	5	" "	2	45.90	8.25	81.91	17.24	61.46	37.69	poco teñida
5	11	" "	1	52.99	1.53	94.57	3.19	90.79	6.97	muy teñida
6	40	" "	10	39.70	6.77	70.85	14.14	54.08	30.91	poco teñida
7	12	" "	1	44.70	9.16	79.77	19.14	57.07	41.84	poco teñida
8	22	" "	8	41.64	5.1	74.31	10.66	61.67	23.30	bastante teñida
9	26	" "	17	55.20	vestigios	98.51	—	—	—	teñida totalmente
10	4	Malagueño	5	55.20	vestigios	98.51	1.36	96.90	2.97	muy teñida
11	3	San Fernando	—	53.70	vestigios	96.83	—	—	—	teñida totalmente
12	1	Quilpo	14	49.00	5.46	87.45	11.41	73.92	24.94	bastante teñida
13	2	La Calera	—	47.80	5.23	85.30	10.93	72.30	23.93	bastante teñida
14	38	El Sauce	33	47.87	5.21	85.43	10.89	72.52	23.80	bastante teñida
15	39	" "	10	47.30	6.14	84.42	12.83	69.21	28.04	regular teñida
16	41	" "	10	49.00	5.18	87.45	10.83	74.61	23.67	bastante teñida
17	44	" "	3	51.08	3.67	91.21	7.67	82.12	16.76	bastante teñida
18	9	" "	3	46.12	8.08	82.31	16.89	62.29	36.91	poco teñida
19	2	Malagueño	8 bis	51.53	5.53	91.96	7.37	83.22	16.11	muy teñida
20	53	El Sauce	22	31.19	19.31	55.66	40.38	7.74	88.30	pocos puntos negros
21	54	" "	42	31.67	19.40	56.52	40.58	8.37	88.73	pocos puntos negros

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las calizas de la cantera de El Sauce, pertenecen al tipo de calizas cristalino-granulosas incluidas en el zócalo cristalino de las Sierras Pampeanas.

Preséntanse envueltas por rocas cristalinas, gneis de varios tipos y sobre todo en relación constante con anfibolitas.

No se observan fenómenos de metamorfismo pneumatolítico, como rocas de skarns con granate, wollastonita, etc. El metamorfismo regional ha dado origen a varios minerales incluidos en las calizas, pero en cantidad tan limitada, que no llegan a formar masas apreciables que llamen la atención a simple vista.

Las calizas de El Sauce ofrecen numerosas variedades en cuanto a su estructura, textura y sobre todo a su composición química, entre límites extremos como los calcáreos puros y las dolomitas puras. Para establecer su proporción sería necesario efectuar estudios geológicos detallados en el terreno, los cuales hacen falta también en las demás canteras de cal de la Sierra de Córdoba.

Como novedad en estas investigaciones, tenemos las reacciones químicas sobre superficies pulimentadas, las que proporcionan al fabricante de cal un medio rápido de orientación respecto a la calidad del calcáreo, usando reactivos fáciles de manejar y una piedra de afilar, a falta de otra máquina de pulir. Este método ha permitido descubrir estructuras eutécticas no reconocidas hasta ahora en las calizas.

JOSEFA G. DE PELÁEZ.

Córdoba, Septiembre 25 de 1930.

- (1) R. BEDER — Las calizas cristalino-granulosas de la Sierra de Córdoba — Bibliografía N° 5.
- (2) Q. SELLA — Memoria Ac. Torino 1856 (2) pág. 17, lámina I. Reproducido en el Atlas der Krystalloformen de *Victor Goldschmidt*, Textband 11 pág. 65 y Atlas II, lámina 72, fig. 1307 Heidelberg 1913. La misma figura se encuentra en Att. Ac. Linc. 1884 (4) pág. 2 tabla 1 fig. 2. *A. Descloizeau*, Manuel de Mineralogie, 1874; lámina 46, fig. 276.
- (3) R. BEDER — Los yacimientos de mármol de Quilpo — Bibliografía N° 6.
- (4) R. BEDER — Estudios geológicos de la Sierra de Córdoba — Bibliografía N° 4, pág. 67.
- (5) R. BEDER — Idem, pág. 70.
- (6) ARTHUR HOLMES — Petrographic Methodes. Bibliografía N° 13, pág. 264.
- (7) P. ALOISI — I Minerali delle rocce — pág. 193.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ALOISI P. J. *I minerali delle rocce e la loro determinazione per mezzo del microscopio* — Milano 1929.
- 2) ARTINI E. *I minerali* — Terza edizione riveduta e ampliata. Milano 1925.
- 3) ARTINI E. *Le Rocce* — Concetti e nozioni di Petrografia — Segunda edizione aumentata a cura di E. Reperi — Milano, 1929.
- 4) BEDER R. *Estudios geológicos de la Sierra de Córdoba* — Boletín N° 33 — Serie B (Geología) de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología — Buenos Aires, 1922.
- 5) BEDER R. *Las cales cristalino-granulosas de la Sierra de Córdoba y sus fenómenos de contacto* — Dirección General de Minas, Geología e Hidrología — Boletín N° 7 — Serie B (Geología) — Bs As., 1913.
- 6) BEDER R. *Los yacimientos de mármol de Quilpo* — Departamento de Cruz del Eje. Provincia de Córdoba. Revista Minera — Sociedad Argentina de Minería y Geología — Año 1, N° 2 — Buenos Aires, 1929.
- 7) BERTELLI Licurgo — *Cementi e calci idrauliche* — Fabricazione, proprietà, aplicación — Milano, 1912.
- 8) BODENBENDER G. — *La Sierra de Córdoba* — Constitución geológica y productos minerales de aplicación — Anales del ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería — Tomo 1 — Buenos Aires, 1905.
- 9) COGLIATTI A. *Consideraciones sobre algunos calcáreos y cementos de la República Argentina* — Tesis para optar al grado de Doctor en Química y Farmacia — Buenos Aires, 1911.
- 10) DURRIEU Mauricio — *Cales Argentinas* — Clasificación, composición, rendimiento — Buenos Aires, 1913.
- 11) GOLDSCHMIDT V. *Atlas der Krystallformen* — Heidelberg, 1913.
- 12) GUARESCHI Icilio. *Nuova Enciclopedia di Chimica* — Volumen V — Torino, 1925.
- 13) HOLMES A. *Petrographic methodes and calculations* — London, 1923.
- 14) JOHANNSE Albert. *Essentials for the microscopical determination of rock forming minerals and rocks* — Chicago, 1928.
- 15) KÜHN Franz. *Fundamentos de Fisiografía Argentina* — Buenos Aires, 1922.
- 16) MAZZOCCHI L. *Cales y cementos* — Barcelona, 1919.
- 17) MOLINARI Héctor. *Química general y aplicada a la industria* — Barcelona, 1914.

- 18) PASTORE F. *Elements du massif cristallin caledonien dans le centre de la Republique Argentine* — Congrès Geologique international — Belgique, 1922.
- 19) RINNE F. *La Science des roches* — Paris, 1928.
- 20) SAZ EUGENIO S. J. *Análisis químico mineral* — Barcelona, 1924.
- 21) STELZNER A. *Contribución a la Geología de la República Argentina* — Actas de la Academia Nacional de Ciencias — Córdoba, 1924.
- 22) SILVA GINO. *I Cementi* — Caratteri e proprietà — Fabbricazione — Applicazione — Torino, 1913.
- 23) TREADWELL F. P. *Tratado de Química Analítica* — Traducción de Lana Sarrate — Barcelona, 1921.
- 24) VILLAVECCHIA V. *Química analítica aplicada* — Traducción del Dr. José Estalella — Barcelona, 1918.
- 25) WINCHELL N. H. y A. N. *Elements of Optical Mineralogy* — New York, 1927.
- 26) WINDHAUSEN A. *Geología Argentina* — 2ª parte, 1931.