

Tesis de Posgrado

Estudio de los volcanes terciarios de la pcia. de San Luis

Böckmann, Susana E.

1948

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Geológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Böckmann, Susana E.. (1948). Estudio de los volcanes terciarios de la pcia. de San Luis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0544_Bockmann.pdf

Cita tipo Chicago:

Böckmann, Susana E.. "Estudio de los volcanes terciarios de la pcia. de San Luis". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1948.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0544_Bockmann.pdf

ESTUDIO DE LOS VOLCANES

TERCIARIOS DE LA

PROVINCIA DE SAN LUIS

POR

SUSANA E. BÖCKMANN



Erab. fiscal 544

BUENOS AIRES

1948

1974

A MIS PADRES

INDICE

Introducción	pag.	1
I	<u>Geografía y Fisiografía</u>	
1. Ubicación de la zona.....	pag.	3
2. Clima.....	pag.	4
3. Fitogeografía.....	pag.	6
4. Descripción Física.....	pag.	9
5. Geomorfología.....	pag.	16
II	<u>Geología</u>	
1. Reseña geológica de las Sierras Pampeanas.	pag.	22
2. Investigaciones anteriores en la zona.....	pag.	26
3. Basamento cristalino.....	pag.	29
4. Rocas efusivas terciarias.....	pag.	41
5. Cubierta sedimentaria cuaternaria.....	pag.	41
6. Tectónica.....	pag.	46
III	<u>Vulcanismo Terciario</u>	
1. Generalidades.....	pag.	49
2. Descripción de cada núcleo volcánico.....	pag.	53
3. Los fenómenos postvolcánicos y las rocas relacionadas a ellos.....	pag.	79
IV	<u>Descripciones petrográficas</u>	
1. Rocas eruptivas.....	pag.	85
2. Rocas del Basamento Cristalino.....	pag.	130
3. Estudio mineralógico de cristales de sanidina.....	pag.	145

Conclusiones generales..... pag. 153

Bibliografía..... pag. 156

Mapa geológico.....

Mapa de ubicación de muestras.....

Seis perfiles.....

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por finalidad optar al título de Doctor en Ciencias Naturales, orientación Geológica, que otorga la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Este estudio representa dos meses y medio de labor en el campo y aproximadamente un año de laboratorio. El trabajo de campaña realizado en Abril y Noviembre-Diciembre de 1947 en base a un mapa geológico inédito del Dr. Franco Pastore, y que se incluye, consistió principalmente en observaciones geológico-estructurales del terreno y en coleccionar muestras para el estudio petrográfico.

En el laboratorio se estudiaron 80 cortes microscópicos, complementados con la observación de granos sueltos, y de los cuales, 56 descripciones se incluyen en el presente trabajo.

La determinación de los feldespatos ha sido realizada mediante la medida del ángulo de extinción, y comprobada la sección sobre la cual se trabajaba con la Platina Universal de Federow. Para la clasificación de las rocas ígneas, se incluye en el texto el criterio seguido.

Se han efectuado, asimismo, estudios de Sanidina por medio de Rayos X, trabajo éste que fué realizado en el Gabinete de Física de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Es en esta oportunidad que quiero dejar constancia de mi más profundo reconocimiento al Profesor Doctor Horacio J. Harrington, bajo cuya supervisión se efectuó este trabajo, por las valiosas indicaciones impartidas.

Al Señor Director de la Dirección de Minas y

Geología, don Remigio Bigal, al que doy las gracias más cordiales, por haber en todo momento hecho factible las tareas inherentes a este trabajo.

Dejo amable constancia de mi gratitud al Doctor Franco Pastore, por todos y cada uno de sus consejos cuyo valor creo innecesario destacar.

Al Ingeniero Ernesto Galloni, por la amplia colaboración prestada en la confección e interpretación de los diagramas correspondientes al estudio de la Sanidina.

De iguales conceptos es merecedora la Doctora Edelmira Mórtoles, por haber hecho posible la realización de gran parte de los cortes microscópicos en el laboratorio de Mineralogía y Petrografía.

I

GEOGRAFIA Y FISIOGRAFIA

UBICACION DE LA ZONA

La región que comprende el presente estudio se encuentra ubicada en la Provincia de San Luis, a 90 km al Norte de la ciudad de San Luis. Abarca un área de 440 kilómetros cuadrados de superficie, y pertenece a la hoja geológica 23g, San Francisco, del mapa geológico-económico de la República Argentina. Esta zona está situada a 1600 m.s.n.m.

VIAS DE COMUNICACION

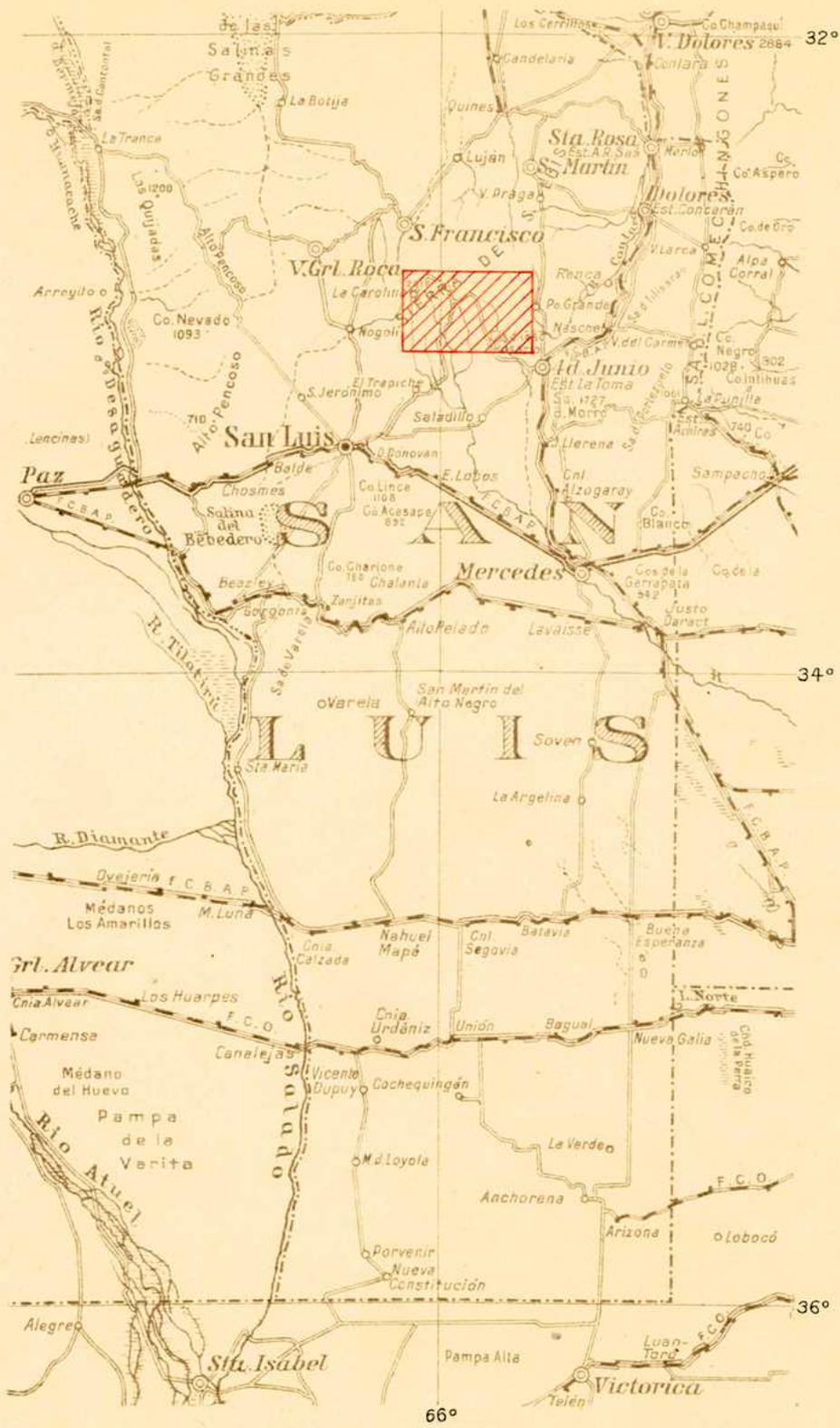
Al pueblo de La Carolina llegan dos caminos de tierra, mejorados, que lo unen a la capital (San Luis) y a la localidad de La Toma (actualmente 4 de Junio). El primero de los caminos, distante 90 km de San Luis, es transitable todo el año, salvo en épocas de crecienta de los ríos, pues el cruce del Río Grande se hace imposible debido a la carencia de puente.

El camino a La Toma (68 km) es transitable en cualquier época del año y por él, circula un coche-correo, dos veces por semana, único medio permanente de comunicación entre La Carolina y La Toma.

Existen algunos caminos secundarios y vecinales, muchos de ellos son sin embargo, simples huellas de difícil, si no imposible tránsito.

El pueblo de La Toma, situado a 40 km de los Cerros del Rosario, está servido por el Ferrocarril Buenos Aires al Pacífico.

UBICACIÓN DE LA ZONA ESTUDIADA



ESCALA 1:2 500 000

CLIMA

La posición geográfica central en la que se halla San Luis, dentro del territorio de la República, la ubica dentro de la zona templada, pudiéndose clasificar su clima como de esencialmente continental.

Los vientos son muy frecuentes, al extremo de que sobre 100 días solamente 10 corresponden a una calma absoluta. Los vientos del E y SE son frescos, secos, y producen un ascenso en la presión barométrica. Los vientos del N y NW son cálidos, húmedos, producen una baja presión atmosférica y las corrientes superiores del último suelen traer las lluvias.

Según las observaciones efectuadas por la oficina meteorológica los vientos locales se distribuyen así: del E un 52%, del N 31%, del W 10% y del S un 7%. En cuanto a su velocidad media se han obtenido estos resultados. Vientos del E 4.74 km por hora, del N 6.47, del W 4.21 y del S 2.49. De acuerdo a la tabla de fuerza del viento en escala Beaufort, estas velocidades corresponden al número 1 y 2 de la escala cuyo término descriptivo es: ventolina y viento suave, respectivamente.

Sin embargo, no son raros los vientos muy fuertes de 45 a 55 km por hora, citándose casos de velocidades superiores a 75 km por hora; éstos corresponden a los números 7, 8 y 9 de la escala y con la categoría de: viento muy fuerte, temporal y temporal fuerte, respectivamente.

En el cuadro adjunto se dan los valores medios mensuales de las temperaturas medias, y máximas y mínimas absolutas para San Francisco. En ésta la localidad más cercana con la estación meteorológica situada a 38 km de La Carolina.

Elementos	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura media	22.2	21.7	19.0	15.9	12.3	9.7	10.0	11.9	14.5	17.7	19.3	20.9
Tem. Máxima media	31.4	32.6	26.0	22.9	18.6	15.6	16.6	18.4	21.4	25.4	28.2	29.9
Tem. Mínima media	15.6	15.0	12.9	10.6	7.6	-2.8	-3.3	4.7	7.0	10.3	13.4	14.6
Tem. Máxima absoluta	42.9	37.5	35.0	33.2	30.0	26.5	20.0	30.0	32.8	37.3	37.9	40.7
Tem. Mínima absoluta	3.0	6.0	1.0	-3.0	-2.2	-10.0	-10.0	-4.5	-4.4	0.0	5.4	3.4
Humedad Relativa	66	67	74	77	77	71	64	63	58	56	64	65
Lluvia en mm	59	91	70	87	13.7	4.2	6.1	5	13.1	25	80	98

FITOGEOGRAFIA

Fitogeográficamente esta zona pertenece a la "Provincia botánica central". De acuerdo al área geográfica de las especies dominantes, la provincia se ha dividido en dos subprovincias, la Oriental o del Algarrobo (especies del género Prosopis) y la Occidental o de la Jarilla (especies del género Larrea).

En la región que nos ocupa encontramos tipos de vegetación que pertenezcan a las dos subprovincias citadas, y podemos establecer más o menos un límite entre estas formaciones dentro de la zona sometida a estudio. Este límite podemos fijarlo alrededor de los 65° 50' de longitud Oeste, pasando aproximadamente por los lugares denominados Loma Alta, La Ciénaga, Estancia Bella Vista, etc.

Hacia el oeste del límite establecido hallamos la vegetación característica de la subprovincia oriental. De los tipos de vegetación de esta provincia botánica pueden enumerarse los siguientes, de acuerdo a la clasificación establecida por A. Castellanos y R. Perez Moreau ("Los tipos de vegetación de la República Argentina"). Durisilvae con la clase de formación de bosque ralo; y Duriherbosa.

Al tipo Durisilvae (bosques xerófilos) pertenecen comunidades arbóreas con especies de hojas perennes y duras. Estas especies se desarrollan en regiones con clima seco, o por lo menos con largos períodos de sequía. Cuando la comunidad arbórea domina, sin formar espesuras y se mezcla con pastos altos, se transforma en un bosque abierto o ralo.

El tipo de vegetación Duriherbosa, es decir, de pastos duros, se encuentra en zonas de inviernos muy fríos (campos cubiertos por la nieve) y veranos secos y cálidos. Ha-

llamos gramíneas xerófilas y otras familias de plantas herbáceas. La ausencia de árboles en esta región es absoluta.

Entre las Gramíneas podemos citar la *Melica* sp. (paja brava), la *Cortaderia* sp. (cortadera); el *Panicum* sp. cuyas inflorescencias forman una de las llamadas "pajas voladoras", y la *Stipa* sp.

Estas plantas de tipo xerófilo, tienen hojas estrechas, filiformes, duras y de color ceniciento.

En la zona situada al Este de la división establecida, el tipo de vegetación cambia fundamentalmente, pudiendo ubicarse dentro de la subprovincia Occidental (Fig. 1). Pertenecen a esta zona los tipos de vegetación denominados Hemifruticeta y Siccideserta.

El primero se caracteriza por comunidades discontinuas propias del interior de los continentes, constituidas por elementos que van desde el arbusto enano y retorcido hasta el árbol. Esta agrupación en forma interrumpida deja ver de tanto en tanto el suelo desnudo, o bien cubierto por mechones de pasto.

Este tipo de vegetación cubre los suelos áridos, pedregosos, a veces salobres, de comarcas con escasas precipitaciones y prolongados períodos de sequía.

Siccideserta es un tipo de vegetación constituido por formaciones de comunidades abiertas de subarbusto xerófilos, retorcidos, espinosos, con hojas pequeñas, verde grisáceas, coriáceas.

En ciertos casos son dominantes las plantas carnosas como por ej. Cactáceas del género *Opuntia* sp. (pencas).

Predomina en esta zona la Jarilla (*Larrea* sp.), le sigue en importancia el Molle (*Moya spinosa*), el Espinillo (*Acacia* sp.), el Cañar (*Gourliea decorticans*) y la *Caesalpinia*

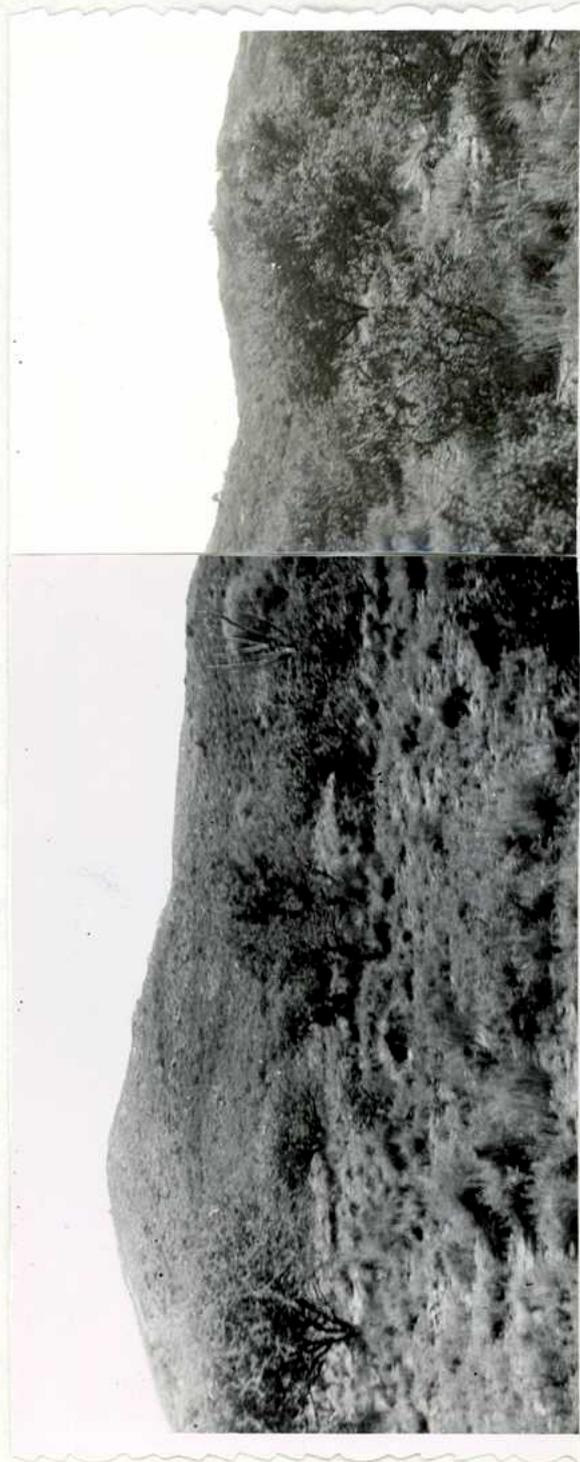


Fig. 1.- Detalle de la vegetación en la subprovincia occidental, cons-
tituida por espinillo (*Acacia* sp.) coirón, jarilla (*Larrea* sp.)
y cactáceas.

Gilliesii (barba de chivo).

En estas dos zonas encontramos además, una gran variedad en plantas medicinales entre las que podemos citar: *Verbena* sp. (verbena) *Lippia turbinata* (poleo), *Mentha piperita* (Menta) *Salvia Gilliesii* (salvia), *Baccharis* sp. (carqueja) *Xanthium spinosum* (cepa-caballo), *Xanthium strumarium* (abrojo), etc.

Entre los líquenes podemos mencionar varios géneros distribuidos en esta zona, y ellos son: *Usnea* sp.; *Verrucaria* sp., *Graphis* sp., *Opegrapha* sp.; *Parmelia* sp. etc.

Tales son a grandes rasgos los principales tipos de vegetación con sus correspondientes géneros principales, que se encuentran distribuidos en esta región.

DESCRIPCION FISICA

Podemos observar en esta región la división natural en dos grandes ambientes notablemente definidos. El límite de estas dos zonas se encuentra aproximadamente en la línea divisoria de las aguas.

La línea de las altas cumbres o elevadas mesetas que a partir de El Morro, pasa por los Cerros Largos y se prolonga por los Cerros de La Carolina, hasta la meseta del Monigote, determina la "división de las aguas", hacia el sur, centro y norte de la provincia, cuyas principales corrientes se dirigen a las cuencas de los ríos Quinto y Conlara, mientras tanto en la parte septentrional las aguas se precipitan por las quebradas de las serranías de San Francisco, Luján, Quines y Bajo de Veliz. La depresión longitudinal que comienza al N con el valle de Concarán la produce el levantamiento de los cerros del Rosario y un bajo cordón transversal que se dirige hacia el E hasta alcanzar la Punta del Morrillo, punto más sep-

tentrional de los cerros del Morro. Hacia el N las aguas van a la cuenca del Conlara y hacia el sur por la Cañada del Morro y Pampa de Yulto tienden hacia el Río Quinto.

En la zona que se extiende al N de la línea divisoria de las aguas, el terreno se presenta uniforme y en él se distinguen dos extensas llanuras: la Pampa de las Invernadas, de origen aluvional ubicada al NW del pueblo de La Carolina y hacia el E la Pampa de los Zabala (estas "pampas" se encuentran a una altura de 1750 a 1800 mts. sobre el nivel del mar).

Al Nordeste de la Pampa de las Invernadas está situado el primer grupo volcánico formado por la línea Cerrito Pajoso-Tres Cerritos. Encontramos en primer término el denominado Cerrito Pajoso; a unos 800 mts. al Norte el Cerrito de Piedra y más al Nordeste siguiendo la misma línea, se llega por un pequeño valle a los Tres Cerritos, situados en el valle del río de la Curtiembre.

Al este de la pampa anteriormente nombrada encontramos elevaciones de suaves contornos y cuyas alturas máximas no sobrepasan los 1950 m. Como representantes principales tenemos los siguientes cerros: La Virgen con 1950 m; Canutal con 1890 m y los Mellizos con 1900 m.

De la falda Oeste del cerro Los Mellizos nace el río de la Curtiembre que se dirige al Noroeste.

Las aguas que nacen al pie del Cerro de la Virgen, en su falda occidental, forman el río de la Estancia, el cual recorre el Valle Rodeo de las Vacas, pasa por la Puerta al pie de la Cuesta y al reunirse con los ríos Claro y Turbio que bajan de la pampa de las Invernadas, constituyen un solo caudal para descender al Valle de San Francisco formando el río del mismo nombre. Los otros ríos ubicados al Este del Peñón Colorado nacen en pequeñas elevaciones. Se encuentran acá

las fuentes más occidentales del río Conlara; el arroyo Lavaderos Grandes nace en la pampa de los Cerrillos Blancos, y junto con el arroyo Piedra de Bola y el arroyo La Primavera, corren de E a O por una depresión del terreno y se reúnen para formar el río Luluara, el cual echa sus aguas en el Conlara. El río Luluara recibe una verdadera red de arroyos, por la margen derecha, los cuales corren al NE de los cerros de la Piedra, Intihuasi, Pelado y Cerros Largos y son: arroyo de la Piedra Bola, Ciénaga del Toro, Querencia de los Overos, Barranca Seca, Cañada de la Cueva del Tigre, Cañada del Cerro, Cañada Verde y Barranquita.

Al sud de la divisoria de las aguas, el paisaje cambia radicalmente. Los cerros que se elevan sobre la línea general de superficie son más numerosos y sus alturas relativas son siempre mayores. Comenzando en el Oeste encontramos en primer término la parte sur de la Pampa de Las Invernadas; hacia el oriente el Río Carolina e inmediatamente se elevan los cerros andesíticos de La Carolina, alineados de Norte a Sur, que culminan en el Cerro Tomolasta (2018 m). A este grupo volcánico llamado del Tomolasta, pertenecen los cerros Tomolasta, Virgen, de las Cuevas, Los Mellizos y Canutal. Entre el Río Carolina y el Cerro Tomolasta encontramos una cantidad de conos volcánicos de escasa altura.

El río Carolina nace en los cerros de su nombre, corre con rumbo sud, por entre altas cordilleras y estrechas quebradas hasta encontrarse con los Altos del Alumbre, donde tuerce un poco al Oeste, pero desde La Esquina vuelve a tomar su dirección inicial, inclinándose cada vez más hacia el E hasta unirse con el río Cañada Honda.

A 8 km de su origen se le reúne el arroyo de las Invernadas que nace al pie del Cerro del Monigote. En el ángulo

de confluencia de estos ríos está ubicado el pueblo de La Carolina (Fig. N° 2). El río Carolina recibe en su margen izquierda los arroyos de La Mesilla, de la Quinta y del Maray. Mas abajo de estos afluentes el Carolina recibe el nombre de Río Grande, el cual se dirige directamente hacia el sud, siendo el afluente principal del río quinto (Fig. 3).

En la falda Sur del Cerro Tomolasta nacen dos arroyos, el de la Ciénaga y el del Alumbre, ambos formarán el Arroyo de Las Lajas que desemboca en el Arroyo Maray. Este último afluirá mas al Sur, en el Río Grande.

Entre el río Carolina y el Cerro Tomolasta aflora la caperuzza de un batolito granítico, cuyo ancho en ese lugar no sobrepasa los 500 mts. Su rumbo general es N-S. En las inmediaciones del Cerro Tomolasta, pierde anchura, desapareciendo bajo los esquistos.

Continuando hacia el Este, se observan una serie de elevaciones separadas por valles longitudinales. Comienza luego el tercer grupo de cerros volcánicos con el Cerro del Valle y hacia el Norte de éste, el Cerro de Piedra. Del lado Oeste del Cerro del Valle corre el río Cañada Honda; este nace en los Cerrillos Blancos, 5 km al SE de Carolina. Corre de N a S faldeando elevadas serranías que lo separan del río Grande y después de 8 km de transcurso se desvía al E unos 10 km para volver a tomar su rumbo inicial, conservando siempre cierta inclinación al E. Atraviesa el Valle de Cañada Honda, donde también se llama Arroyo del Oro, debido a las arenas auríferas de su cauce. Por su margen izquierda desembocan varios arroyos y el río Sololosta que nace al pie meridional del Cerro del Valle, en los altos del Alumbre. El Sololosta corre con rumbo SE pasa por la falda occidental del hermoso cerro Sololosta, al pie del mismo recibe el arroyo Durazno y por fin echa sus aguas

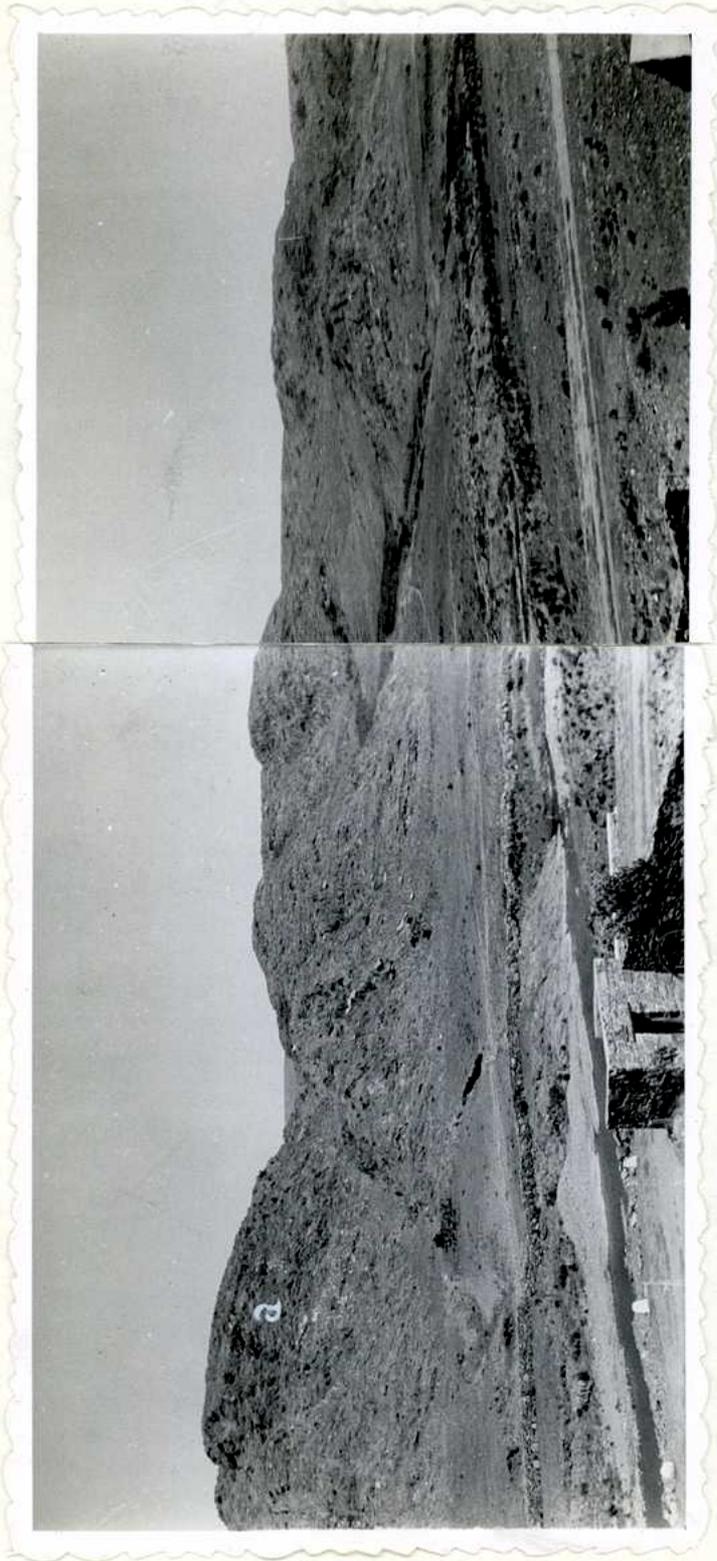


Fig. 2. Vista panorámica del valle "La Carolina". El basamento cristalino está constituido por filitas (a). A la derecha se observa el río de "Las Invernadas" que nace en la pampa del mismo nombre.



Fig. 3. Panorámica del Valle La Carolina tomada un poco más al sud que la vista anterior.

en el río Cañada Honda. Este último desemboca en el Río Grande.

Al Sudeste del Cerro del Valle, otra serie volcánica está formada por los Cerros Sololosta, de los Gauchos, Redondo, El Durazno e Intihuasi. En parte queda interrumpida la serie, por los depósitos aluviales del Río de la Carpa. El imponente Cerro Sololosta, tiene una altura de 1795 mts. y se eleva de golpe, como un peñón, en medio de la superficie circundante. El cerro de los Gauchos y El Durazno, de menor elevación. El Cerro Redondo de 1750 mts., está separado del Cerro Intihuasi (1710 mts.) por un portezuelo.

En cuanto al río de La Carpa, nace al Norte del Cerro del Valle en una cuenca de cabecera formada por cuatro arroyos importantes. Se dirige primero hacia el Este, puesto que el Cerro del Valle le impide hacerlo hacia el Sud. Tuerce luego al SE y corre por la parte occidental del Cerro Intihuasi, para tomar finalmente rumbo al Sud a partir de los Pozos, frente a Cerros Largos. Desemboca luego en el Cañada Honda. Sus principales afluentes en la margen derecha, son las corrientes que bajan del Cerro del Valle y por la margen izquierda los arroyos que bajan de los Cerros Redondo, Intihuasi y Pelado. El último afluente del Río de la Carpa es el arroyo de La Estancia que nace al SE de los Cerros Largos, en un cordón que separa la cuenca de los grandes afluentes del Río Quinto, de la cuenca del Río Rosario.

Al Este del cerro Intihuasi, aparece el cerro Pelado, de 1680 mts. de altura y dividido en dos por el divertium aquarum. En la ladera norte de este cerro nacen los afluentes del arroyo Luluara, principal tributario del Río Conlara; en la falda sud, los afluentes del Río de La Carpa.

Al Sudeste del Cerro Pelado, encontramos los Cerros Largos grupo volcánico importante por su tamaño (1715 mts.

de altura). Los Cerros Largos aparecen separados en dos grupos, con un largo total de 6 km. En el portezuelo que separa en dos partes a los Cerros Largos, aflora el basamento cristalino.

Continuando hacia el Este, el terreno se presenta uniforme, sin mayores accidentes, con una altura media de 1300 mts. Un poco al E de los Cerros Largos, tiene sus fuentes el Río Rosario, y corre de N a S. En su transcurso pasa por entre los cerros Rosario y Tiporco, recibiendo los desagües que bajan de ambas serranías.

El cerro Tiporco está situado a unos 14 km en línea recta y en dirección suroeste, de los Cerros Largos. Tiene una altura de 1.250 m y sus cimas forman un gran anfiteatro, en el centro del cual se levanta el pico del cerro Pilon a 1311 metros.

El grupo volcánico más oriental está formado por los Cerros del Rosario o de los 12 Apóstoles, llamado así por un número igual de picos que se destacan de su macizo. El más alto es la punta del Agujereado con 1450 mts. Los otros están constituidos por peñones muy escarpados, sobresaliendo en la parte occidental el Portezuelo y el de la Huerta; al E el Desbarrancado, al N el de la Aguada y del Coro; al S el de la Sal, de los Lagares, Hinojo Chico y Grande, el Largo y el del Valle.

Los Cerros del Rosario establecen el límite de esta serie volcánica que viene desde La Carolina, interrumpiéndose aquí, para volver a aparecer al SE la última gran mole del cordón de cerros andesíticos; el cerro del Morro.

GEOMORFOLOGIA

Morfológicamente las sierras de San Luis forman una vasta unidad, un poco ondulada, inclinada hacia el Este y escarpada la parte occidental. Por esta disposición puede colo-

earse dentro del señalado tipo de los bloques inclinados.

Antes de entrar a detallar la morfología actual haré un breve resumen sobre el proceso que dió origen al paisaje actual.

El amplio y elevado relieve montañoso del basamento cristalino central, originado por los movimientos del Paleozoico inferior, se encontraba en ese momento en un estado morfológico joven y no fracturado como aparece actualmente.

Este macizo cristalino sufrió luego un intenso proceso erosivo, cuya acción destructiva fué dominante, hasta tal punto, que no quedan ni vestigios de su depósito, pues el barrido fué tan intenso, que los materiales detríticos no pudieron acumularse a lo largo de su transporte.

El trabajo erosivo que duró hasta el Carbonífero trajo como consecuencia una disminución en las pendientes y la consiguiente deposición de los materiales detríticos. Estas acumulaciones han dado origen a los sedimentos denominados "Estratos de Paganzo" cuya edad es permo-triásica. Pero en la zona que nos ocupa no ha sido posible reconocer restos de la serie de Paganzo, y su desaparición se debe a los sucesivos procesos de erosión del Mesozoico superior y Terciario inferior.

Que esta cubierta ha existido, lo atestiguan los rodados de arenisca arcillosa, roja, dura, características del Paganzo II, que se encuentran en conglomerados de areniscas terciarias, que bordean la sierra.

Sedimentos jurásicos y cretáceos no se conocen en la región de las Sierras Pampeanas y tampoco su presencia es muy probable, pues las condiciones durante tales períodos fueron adversas a la sedimentación. Lo mismo acontece en el principio del Terciario.

Es así, que al comenzar los movimientos orogé-

nicos terciarios que afectaron a las sierras de San Luis, éstas se encontraban al estado de madurez orográfica, como consecuencia de la ininterrumpida denudación sufrida por el macizo cristalino desde el final del Paleozoico al Terciario inferior. Estos movimientos Terciarios producen el fraccionamiento del cuerpo cristalino central y el ascenso de bloques. En esta forma queda determinado el relieve escalonado típico de estas sierras, mediante numerosas fracturas de rumbo general N-S.

Al producirse el primer ascenso correspondiente a la segunda fase de los movimientos andinos del Terciario superior, se originó un relieve, esbozo del actual. Un movimiento descendente, detiene en parte la erosión y favorece la acumulación de conglomerados de areniscas del Mioceno.

Sigue a ésta, una oscilación ascendente, que corresponde al movimiento preliminar de la tercera fase andina, ocasionando el barrido de la cubierta miocena, y la acumulación de los detritus correspondientes, en las depresiones.

La denudación continuó durante el Plioceno, acentuándose al final de dicho período, a causa del fuerte ascenso correspondiente a la tercera fase andina. El trabajo de erosión se prolongó a través del Cuaternario.

Este último ascenso fué el que determinó los detalles del paisaje actual, que corresponden a un relieve juvenil.

Las efusiones volcánicas que han tenido lugar aprovechando las fallas de rumbo N-S, son las que dan al paisaje actual ese aspecto juvenil, con sus cerros altos, de formas abruptas y recortadas. Podemos distinguir además una gran fractura de rumbo N-SE, la que ha ocasionado la división de la sierra en dos bloques, el del Norte sobreelevado con respecto al del Sud.

En parte se conserva el relieve antiguo, en forma de colinas bajas, redondeadas, y de valles poco profundos, constituyendo un paisaje maduro. Se conservan restos de la antigua penellamura, paisajes completamente maduros, seniles, como lo son la Pampa de las Invernadas y la Pampa de los Zabala.

En estas peneplanicies encontramos afloramientos graníticos y pegmatíticos, como remanentes de masas mayores, que por estar constituidas por rocas resistentes, no han sido completamente erodadas. Estos relictos reciben el nombre de "monadnocks".

Dirigiéndose de La Carolina hacia La Toma llana la atención la uniformidad de la suave pendiente hacia el Este, y a medida que nos acercamos a La Toma se acentúan las formas suaves y redondeadas como relictos de un relieve antiguo.

En cuanto a la moderna red de drenaje, tiene ésta un rumbo general N-S, pudiendo ser considerado los ríos como "subsecuentes", pues siguen a las diaclasas y planos de falla en áreas de rocas cristalinas. Esta nueva red se originó en una zona de falla, y como consecuencia de la misma.

La primitiva red tenía un rumbo W-E, como lo atestiguan algunos ríos situados al Norte de la gran fractura NW-SE que conservan aún esa dirección. Estos ríos son "antecedentes".

Los ríos que corren al Sur de la fractura, con rumbo N-S, tienen cierta tendencia a dirigirse hacia el Este, siguiendo la inclinación general de los bloques, a pesar de ser bastante intensa la pendiente del bloque por el cual corren, pues en esta región la elevación de las masas montañosas fué siempre más fuerte del lado occidental que del oriental, de manera que tienen una posición inclinada hacia el Este.

La fractura NW-SE al provocar el hundimiento

del bloque sur influyó en la formación de la moderna red de drenaje. Esta red captó las aguas de las antiguas corrientes de rumbo W-E en forma parcial y algunas veces total. Esta captación continúa actualmente y es posible observar en las cabezas de algunos ríos una acción erosiva retrógrada con tendencia a captar las aguas de ríos cercanos.

La fracturación sufrida, con los consiguientes ascensos y descensos de los bloques ha influido en los ríos pertenecientes al drenaje antiguo provocando la profundización de sus cauces. Este rejuvenecimiento es posible observarlo en casi todos los valles que tienen el rumbo del antiguo drenaje. Actualmente las aguas corren por valles rejuvenecidos del drenaje antiguo.

Se observa en esta zona un sistema de drenaje característico de regiones fracturadas en el llamado "trellis drainage pattern" (forma de drenaje de enrejado).

Tres tipos genéticos de ríos se combinan para producir este plan: el río más largo, que sigue los afloramientos de las rocas menos resistentes, es subsecuente; los tributarios de ambos lados son obsecuentes y resecuentes, dependiendo de la forma de correr, opuesta o en conformidad con la inclinación de los estratos.

Generalmente el río principal corta la estructura. Tal río transversal ha sido probablemente superimpuesto desde una peneplanicie que niveló la región. Sus quebradas cortan los cordones. Tributarios del río principal son los ríos longitudinales. Estos siguen las fajas de rocas más débiles, y son por lo tanto subsecuentes en su origen. Los ríos subsecuentes a su vez tienen tributarios de dos tipos: unos forman un juego de ríos cortos, y otros un juego de ríos ligeramente más largos. Los tributarios cortos son ríos obsecuentes y corren en

dirección opuesta a la inclinación de las capas. Los mayores son ríos resecentes y corren según la inclinación de los estratos.

De esta manera pueden observarse hoy en la sierra de San Luis, un sistema de ríos típicos de zonas fracturadas y una moderna red de drenaje que corre por valles rejuvenecidos.

Considerando todos los caracteres geomorfológicos expuestos podemos destacar como característica principal la fuerte elevación del lado occidental, con una marcada inclinación hacia el Este. Es debido a esto, la falda alta, abrupta que tienen todas las sierras al Oeste y la pendiente suave como meseta poco inclinada que presentan por el lado opuesto.

Dentro del paisaje actual se distingue un relieve senil, constituido por las penallanuras, un relieve maduro con formas suaves y redondeadas y contrastando con esto las formas juveniles aportadas por las efusiones terciarias. Se destacan también los valles rejuvenecidos en la superficie antigua.

II

GEOLOGIA

RESUMEN GEOLOGICO DE LAS SIERRAS PAMPEANAS

Las Sierras de San Luis pertenecen al grupo de las llamadas Sierras Pampeanas denominación propuesta por Stelzner para caracterizar aquellos cordones montañosos, que en el Norte del país se desprenden de la Cordillera, formando ramas divergentes que se alejan cada vez más una de la otra, para desaparecer finalmente debajo de las acumulaciones pampeanas. El rumbo general de este sistema es aproximadamente NW-SE, y podemos agruparlos en tres líneas principales:

- 1º). La más occidental formada por las sierras de Famatina, La Huerta, Pie de Palo, continuando estos cordones en la provincia de San Luis con las sierras de Guayaguás, Quijadas y Gigante.
- 2º). En una línea de elevaciones medias aparecen las sierras de Fianbalá, de Volasco, de los Llanos, Chapes, Ulapes y de San Luis.
- 3º). Finalmente, la más oriental empieza con el Aconquija, continúa en la Sierra de Ancaste y termina más al Sur, en las sierras de Córdoba.

Al estudiar la constitución geológica de este sistema estructural, observamos en primer término la existencia de un núcleo cristalino formado por rocas cuarcíticas, cuarcitas micáceas, esquistos aloríticos, micacitas, gneises y gneises granitizados; precámbricos y del Paleozoico inferior. Este núcleo es atravesado por enormes masas intrusivas de granito, que penetraron en este complejo en la época de su plegamiento paleozoico o a consecuencia de este plegamiento que no debe ser con-

fundido con el plegamiento de la Precordillera, siendo anterior a éste.

Observamos pues, en éstas Sierras Pampeanas sedimentos paleozoicos, del Cámbrico y Silúrico, que por los aludidos movimientos orogénicos han sido incluidos en la estructura interna de estas montañas. Pero su identificación tropieza con dificultades, debido a varias causas. En primer término, la escasez de fósiles de estos antiguos sedimentos se opone a su determinación; en segundo término, el metamorfismo de grado mayor o menor los ha transformado, destruyendo los restos orgánicos. En tercer lugar estos sedimentos paleozoicos están conservados solo en una mínima parte, pues al Carbonífero ha precedido un período de una profunda denudación y erosión continental, que ha afectado parcialmente estos depósitos. Lo que observamos pues, de sedimentos cámbricos y silúricos en las Sierras Pampeanas, es sin duda alguna, solo una parte del área que estos sedimentos han cubierto anteriormente.

Los encontramos con preferencia en la parte septentrional del sistema de éstas sierras.

Los afloramientos del paleozoico no van mas allá de la Sierra de Famatina, dentro del sistema de las Sierras Pampeanas.

Su presencia en las sierras de La Rioja, de San Luis, y Córdoba es muy problemática, si no se quiere considerar una parte del terreno metamorfosado de estas sierras como de origen paleozoico, como lo han hecho efectivamente algunos autores.

La distribución de los sedimentos del Pérmico abarca la parte occidental del área de las Sierras Pampeanas, y el borde oriental de la Precordillera.

No se observan sedimentos del Pérmico en las si-

En el Bajo de Vélez y en la Sierra de los Llanos han sido encontrados restos fósiles del final del Paleozoico (pérmico). En la Sierra Pintada hay arcositas y tobas coloradas del Triásico. Consultar bibliografía (Gerth).

rras de los Llanos, de Velasco, Córdoba, San Luis y las de Catamarca, es decir, al Este de Famatina y de su continuación.

Las Sierras Pampeanas plegadas intensamente y afectadas por un metamorfismo regional que transformó sus rocas en esquistos cristalinos, fueron luego consolidadas por intrusiones magnéticas de gran escala durante el Devónico. A causa de éstos procesos se formó un macizo tan homogéneo, que los movimientos de la época Terciaria, que en esta región tenían carácter de radiaciones de los movimientos andinos, produjeron su fractura a lo largo de líneas meridionales e submeridionales, es decir, paralelamente al rumbo andino. Nació así el gran sistema de bloques fracturados que se desprenden de la zona cordillerana en el Norte del país, y cuyas ramas dispersas se pierden en la llanura pampeana.

Podemos decir que la parte de la historia de las Sierras Pampeanas, que corresponde al Terciario, se ha realizado principalmente en dos fases, en las llamadas segunda y tercera, de los movimientos andinos.

Los movimientos andinos del Terciario, se dividen según Groeber en tres fases. La primera fase de los movimientos se produce al principio del Eoceno. La segunda fase al principio del Mioceno.

La primera subfase de la tercera fase tectónica, al final del Mioceno. La primera etapa de la subfase principal de la tercera fase a mediados del Plioceno.

La segunda etapa de la subfase principal de la tercera fase en el Pleistoceno y por último los movimientos póstumos de la tercera fase a principios del Aluvio.

La segunda fase de movimientos terciarios, ha actuado en vasta escala en el antepaís de la Cordillera, en el área continental, donde produjo dilatamientos verticales de los

bloques en sentido ascendente y descendente. Los productos de efusión se distinguen notablemente de las andesitas más o menos básicas de la época anterior. Son andesitas hornblendíferas y sobre todo traquitas y traquiandesitas, acompañadas de escasas dacitas.

Conforme a la extensión del área afectada por el diastrofismo de esta fase, estas efusiones han existido no solo en la gran zona andina, sino en varias partes del sistema de las Sierras Pampeanas (San Luis, Córdoba, La Rioja, Catamarca, etc.).

De carácter complicado se presentan las manifestaciones de la tercera fase, que abarca el último lapso del Terciario, el Plioceno y parte del Cuaternario. Con ellas se relaciona un movimiento de bloques en gran escala y la elaboración paulatina de un relieve que en la zona andina ha sido precursor del relieve glaciar. Con referencia a la entidad más grande del sistema pampeano la Sierra de Córdoba, Beder ha distinguido una fase de levantamiento de la antigua penillanura de la sierra y su fractura en bloques y otra fase de un ascenso diferencial de estos bloques con inclinaciones diversas. El mismo proceso sucesivo de levantamiento de fracturamiento e inclinaciones unilaterales de los bloques, fué observado por Rasmuss en las Sierras de Catamarca y de Tucumán, sobre todo en el macizo del Aconquija.

El proceso de fracturamiento ha dislocado no sólo las rocas antiguas, sino ha afectado también a los estratos terciarios, creando la disposición particular de ejes meridionales o submeridionales con bloques inclinados hacia el Este. Asimismo en su estudio de las Sierras de la parte austral de La Rioja, Bodenbender ha trazado el cuadro de la influencia de los movimientos terciarios sobre la estructura de las sierras y su seccionamiento en bloques.

Gerth en su estudio de las sierras de San Luis hace comprobaciones análogas en cuanto al ascenso y fracturación de los bloques.

Los movimientos terciarios han creado, pues, la estructura de bloques del sistema de las Sierras Pampeanas, con la inclinación unilateral de estos bloques hacia el Este y la presencia de fallas en el lado occidental. Las cuencas intermontañas, los bolsones, forman parte integrante de este cuadro en el sentido morfológico. Pero la historia de los movimientos habidos en estos elementos no termina aquí, sino que tiene su continuación igualmente importante en el Cuaternario.

Con los movimientos de la tercera fase se vinculan la deposición de conglomerados y rodados en varias partes del país, que según los autores y las regiones han recibido diferentes denominaciones. Son los exponentes más sobresalientes del reavivamiento de la erosión por estos movimientos.

INVESTIGACIONES ANTERIORES EN LA ZONA

La sierra de San Luis ha sido recorrida y estudiada por muchos autores.

El estudio científico del suelo puntano recibió un gran impulso a partir del año 1872 con las investigaciones y trabajos del ingeniero Germán Avé Lallemand. Ocupóse principalmente de geología y minería; hizo levantamientos topográficos para el mapa de la provincia y más tarde escribió una "Memoria Descriptiva". A los estudios de Avé Lallemand vino a agregarse el notable informe del doctor Bracketbusch, sobre el viaje geológico que realizó en 1875 a la Sierra de San Luis, y publicado en 1876 en las Actas de la Academia de Ciencias de Córdoba con el título "Informe sobre un viaje geológico por las Sierras de Córdoba y San Luis".

Siguen luego trabajos de A. Doering sobre la edad geológica de las Sierras de Córdoba y San Luis, publicados en 1882.

G. Bodenbender, O. von Keyserling, B. Kuehn, J. Ronberg, F. Tannhäuser, P. Siepert y J. Valentin, entre otros, contribuyeron al estudio de la composición geológica y petrográfica de la región, como también de los principales yacimientos minerales.

Pero la primera obra fundamental sobre la geología de San Luis, se la debemos a E. Gerth, quien publicó en 1914 un trabajo titulado "Constitución geológica, hidrogeología y minerales de aplicación de la provincia de San Luis". Es ésta una valiosa contribución al conocimiento geológico e hidrogeológico del suelo puntano.

En 1915 se publica un trabajo del Dr. F. Pastore donde se ocupa de la región de la Sierra del Morro, estudiando detalladamente la geología y petrografía de la zona antedicha. Posteriormente el mismo autor publica varios trabajos de importancia sobre la geología y petrografía de la provincia de San Luis (ver bibliografía).

E. Kittl se ocupó del estudio del "Yacimiento de wolfram de la mina Loma Blanca" y del "Yacimiento de mármol verde de la Cantera Santa Isabel"; y en 1936 se publica un trabajo del mismo autor sobre los "Volcanes terciarios de la Provincia de San Luis".

Una gran cantidad de rocas eruptivas terciarias fueron estudiadas petrográficamente por F. Tannhäuser en su trabajo sobre rocas neovolcánicas del año 1906.

Independientemente de éstas producciones de especialización, han contribuido en cierta forma al conocimiento geológico y fisiográfico de la provincia de San Luis, las per-

foraciones en busca de agua, los estudios de obras de riego y las explotaciones mineras.

En 1883 el ingeniero A. Yégoú presentó un informe sobre pozos artesianos en la provincia y estudió su formación geológica.

En 1884 el mencionado doctor Doering redactó un informe sobre un sedimento lacustre fosilífero encontrado en las perforaciones del Desaguadero. Sobre la misma perforación escribió el ingeniero C. Echagüe.

En 1891 el ingeniero Rafael León publicó la historia de la perforación de la Estación Balde.

Posteriormente se han producido varios informes sobre las nuevas perforaciones llevadas a cabo, en varias partes de la provincia por el Ministerio de Obras Públicas y la Dirección General de Minas y Geología de la Nación.

En 1894 el geólogo doctor Valentin visitó varias minas y elevó un informe sobre los resultados de su excursión.

Desde 1899 en adelante comienzan a publicarse los estudios del doctor Bodenbender con el título de "Comunicaciones Mineras y Mineralógicas".

En 1910 se publicó el informe del doctor Barrié, Inspector Nacional de Minas, sobre el estado de la Minería en San Luis.

Entre otros trabajos de carácter especial pueden incluirse además varios estudios de yacimientos y de muchos minerales, debidos a geólogos anteriormente nombrados.

Queda hecho con esto, una somera revisión de los trabajos e investigaciones principales realizados hasta ahora en la provincia de San Luis.

BASAMENTO CRISTALINO

La sierra de San Luis pertenece al gran basamento cristalino central argentino.

Las formaciones geológicas más antiguas que encontramos en esta zona, son los esquistos cristalinos, formados en el Paleozoico inferior por el plegamiento y metamorfismo de rocas sedimentarias, lo que originó su estructura y composición.

Al principio del Paleozoico ocurrieron en toda la región central, movimientos de plegamiento formadores del macizo cristalino, movimientos que corresponden al llamado ciclo orogénico Caledónico, que se inició en el Silúrico superior. Los materiales que se han plegado y metamorfoseado por presión y temperatura, dieron origen a las filitas, micacitas, micacitas gnésicas, gneissos, y demás rocas esquistosas que forman el complejo cristalino de las sierras pampeanas.

Estos procesos se completaron luego por ascensos de masas ígneas en plutones (granitos), en filones y vetas delgadas (pegmatitas y aplitas).

De los períodos Devónico, Carbonífero y Pérmico, no se conocen formaciones en la zona que nos ocupa, sin duda porque el macizo cristalino elevado por el movimiento orogénico, desempeñó el rol de área de denudación.

La cubierta sedimentaria permotriásica, constituida por los llamados Estratos de Paganzo ha sido completamente erosionada en ésta zona, pudiéndose demostrar su existencia únicamente por algunos rodados de arenisca arcillosa roja, correspondientes al Paganzo II que se encuentran en conglomerados y areniscas terciarias.

No se conocen en esta región los depósitos continentales, Jurásicos y Cretáceos, lo mismo acontece con los estratos correspondientes a la primera mitad del Terciario, to-

do lo cual debe atribuirse a los activos procesos de demudación.

Por otra parte está bien comprobado, sobre todo por los reconocimientos amplios y detallados del Dr. Groeber que las capas del Jurásico y del Cretáceo inferior de origen marino, no se han extendido hasta la región de las Sierras Pampeanas, pues tuvieron su límite oriental en lo que ahora es el margen de la cordillera andina, al sur de Mendoza.

En el Terciario empezó otro gran ciclo de actividad orogénica y tectónica, produciéndose el fraccionamiento del cuerpo cristalino. A través de las numerosas fracturas de rumbo N-S originadas por estos movimientos, tuvieron lugar los ascensos de grandes masas de lava, principalmente traquiandesíticas, formándose así los cerros volcánicos, del tipo de cúmulo-volcanes.

Por último podemos observar en esta zona la cubierta sedimentaria cuaternaria formada por loesas y limos pampeanos. En resumen, diremos que los principales componentes litológicos de esta zona son: Esquistos cristalinos, granitos, rocas traquiandesíticas y sedimentos cuaternarios.

ESQUISTOS CRISTALINOS

Ocupan la mayor parte de la zona, distribuyéndose en ellos los demás componentes litológicos. Las rocas que los integran son las siguientes: micacitas, filitas, micacitas gnéissicas, cuarcitas y anfibolitas.

MICACITAS Y FILITAS

Entre las rocas metamórficas predominan los esquistos muy ricos en mica, a los cuales corresponde el nombre de micacitas. Son rocas divisibles en lajas, de grano casi siempre fino, de colores grises o verdosos; el porcentaje de mica

es variable pero siempre predominante, el cuarzo se presenta finamente granulado.

No obstante la uniformidad en la composición, las variaciones abundan y son causa de diferencias de aspecto y estructura.

En algunos casos los componentes están tan finamente divididos, que no son perceptibles a simple vista. La roca toma un aspecto compacto y se la denomina entonces filita.

Las micacitas y filitas aparecen en fajas anchas. La primera de éstas fajas, en la zona que nos ocupa se extiende al Oeste del grupo volcánico Tomolasta-Camutal. Otra faja la encontramos al Este de Cerro Largos y tiene un espesor aproximado de 7 a 8 km.

En forma general, cabe señalar, que en los esquistos, el plegamiento y compresión lateral, muestran mucha regularidad y los grandes paquetes de lajas están fuertemente inclinados o verticales, siendo la dirección casi invariablemente Norte-Sur.

La micacita pertenece al tipo esquistoso y finamente escamoso. Predominan en estas rocas los tonos grises y verdosos, se exfolian fácilmente en escamas delgadas planas, constituidas por laminillas de mica, cementadas en asociación paralela por cuarzo finamente granulado. Estas son las cualidades generales de la micacita pura, pero ésta uniformidad es sólo notable localmente, pues las penetraciones de derivación pegmatítica con inyecciones silíceas de intercalación paralela, rompen la monotonía de los grandes paquetes de lajas. Estas lajas de rumbo general N-S, buzan hacia el Este de 68 a 85° y a veces son prácticamente verticales.

Las vetas y guías de cuarzo son muy abundantes y siguen los planos de esquistosidad de la micacita.

Cuando las penetraciones son de mayor potencia, se reconoce la presencia de feldespatos potásicos rosados en agregados de grano grueso, junto con el cuarzo, biotita y muscovita. Las prolongaciones venozas muy delgadas constan únicamente de cuarzo.

Las intrusiones pegmatíticas produjeron hasta distancias variables acciones de metamorfismo de contacto, cambiando localmente la estructura de las micacitas y filitas, y formando algunos nuevos minerales. De ellos el que más abunda es la turmalina; encontramos además sillimanita, estauroлита y cianita.

No daremos más detalles sobre estas rocas, ya que las descripciones microscópicas se efectuarán aparte.

MICACITAS GNEISSICAS

El límite Este anteriormente citado para las micacitas y filitas, se constituye en límite W del ambiente micacítico gneissico, y la terminación oriental la encontramos al W de Cerros Largos. Otra faja muy potente de micacitas gneissicas se extiende hacia el E y W de los Cerros del Rosario.

Las micacitas gneissicas tienen un color uniformemente gris oscuro y más o menos esquistosidad. Superficialmente alteradas en casi todos los lugares, llegan a tener a veces tan poca consistencia, como una arenisca blanda, no resistiendo al golpe del martillo. Esto sucede sobre todo en las micacitas gneissicas más esquistosas. La dirección de la esquistosidad es sensiblemente N-S y la inclinación hacia el E varía entre 70 y 82°, hasta hacerse prácticamente verticales.

Grandes y numerosas vetas de pegmatita atraviesan las micacitas gneissicas, según la dirección de su esquistosidad. Se amoldan a ellas completamente y en los contactos no han sufrido una alteración visible. Solamente se manifiesta en algu-

nos casos por un mayor enriquecimiento de biotita. El color de la micacita inyectada, es entonces mas obscuro.

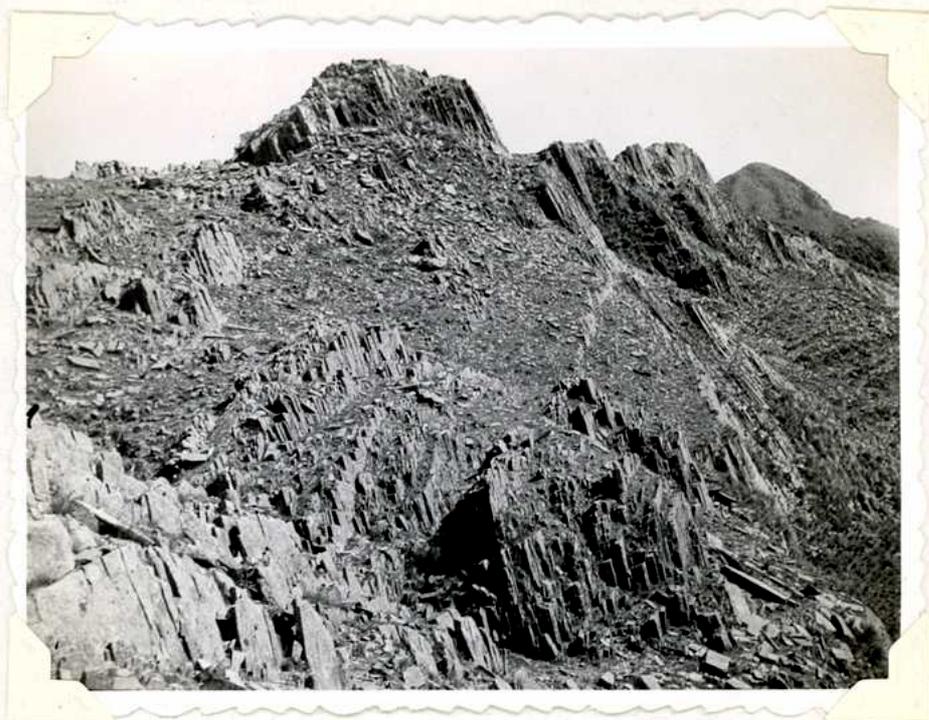


Foto 4.- Lugar "Las Lajas".

Micacitas gneissicas de esquistosidad bien marcada con inclinación 70° al E y rumbo N-S. En último plano a la derecha el Cerro Tomolasta.

Al Oeste del Cerro Tomolasta, encontramos micacitas inyectadas, con inyección "lit-par-lit" de cuarzo. Este se dispone en guías de 1 a 2 mm de espesor.

Otra de las características de este ambiente es la presencia de esquistos grafiticos hallados al Norte del Cerro del Valle. En una faja constituida por micacitas inyectadas, con intercalaciones concordantes de filones pegmatíticos, se distingue grafito diseminado profusamente tanto en las micacitas como en las pegmatitas, aunque más frecuentemente en las primeras.

En las proximidades del Cerro Tiporco se obser-



Foto 5.- Detalle de la micacita gneissica en
"Las Lajas.

Además de la esquistosidad se obser-
van con carácter secundario diaclasas.



Foto 6.- Arroyo "Las Lajas". Corre al pie de
las micacitas gneissicas.

van micacitas gneissicas muy inyectadas. En algunas las venas de cuarzo son de poco espesor y la roca se presenta finamente plegada.



Foto 7.- Detalle de la micacita gneissica, con inyección de cuarzo y pequeños plegamientos. Sur del Cerro Tiporco.

En otras la inyección pegmatítica es de mayor espesor y macroscópicamente estas rocas se presentan como una interstratificación uniforme de mica (biotita) y guías de inyección pegmatítica, constituidas por cuarzo y feldespatos. La mica se dispone en bandas de 1 a 5 mm de espesor y las guías pegmatíticas en espesores mayores que las bandas de mica, fluctuando entre 5, 7 y 15 mm.

En otros casos la interposición de venas cuarzosas es muy fina y ha producido en las micacitas gneissicas inyectadas un pseudo-plegamiento n.º. al a la dirección de la

esquistosidad, que recibe el nombre de "plegamiento ptigmático".



Foto 8.- Pliegues ptigmáticos en una micacita gneissica de los alrededores del Cerro Rosario.

CUARCITAS Y ANFIBOLITAS

Intercaladas entre los esquistos cristalinos se distribuyen las cuarcitas y anfibolitas.

Las primeras se presentan en fajas de escasa potencia. En su mayoría son cuarcitas granulosas compactas, de color blanco lechoso e integradas exclusivamente por cuarzo.

En algunas se observa una ligera estratificación y entre sus componentes, además de los pequeños granos de cuarzo se encuentran laminillas de muscovita en los planos de esquistosidad. Estas últimas son portadoras de pirita aurífera.

Las anfibolitas se distribuyen concordantemente entre las micacitas gneissicas. Son de color verde muy obscuro, casi negro, con cristales de anfíbol pequeños. La estructura de ésta roca es ligeramente esquistosa. Los componentes minerales son, fuera del anfíbol, algo de cuarzo y feldespato.

ROCAS INTRUSIVAS: GRANITOS.

El único afloramiento granítico en esta zona lo encontramos al Sud del Cerro Tomolasta. No sobrepasa los 2 km de ancho. Su rumbo general es N-S y al llegar frente al Tomolasta, pierde anchura, desapareciendo bajo los esquistos.



Foto 9.- Afloramiento granítico al Sud del Cerro Tomolasta.

Las diaclasas han provocado la destrucción en bloques pequeños.

Se desarrolla dentro del ambiente de micacitas y filitas y se observa en los contactos del granito con la micacita la formación de las "rocas de mezcla" denominación dada

por Pastore a aquellas rocas en las cuales se observan características de esquistos y de aportes magnéticos.

Ya en 1873 Avé Lallemant en su trabajo "Sobre la geognosia de La Sierra de San Luis" habla de la transformación del gneiss en granito y dice: "Sobre el camino de la Cafada Honda al arroyo Maray, el observador verá una transformación gradual de gneiss en granito; el gneiss pasa primero a un agregado casi granulítico, aumenta más y más la cantidad de ortosa, hasta que sobre los altos se completó la transformación en granito".

El pasaje de la micacita al granito es gradual, pudiéndose observar en mayor o menor grado el aporte magnético que ha dado lugar a la formación de estas rocas de mezcla.

PEGMATITAS Y APLITAS

Las penetraciones ígneas derivadas del magma granítico, no son más que interposiciones de aplitas y pegmatitas, dispersas o reunidas, en filones cortos y gruesos, o en vetas largas y entrecortadas, paralelas a la línea general de los esquistos. Las grandes pegmatitas que se encuentran al Este del Cerro Sololosta, tienen enormes extensiones de afloramiento, cortado apenas por pequeños restos de esquistos. Donde predominan los esquistos, las penetraciones pegmatíticas son pequeñas y generalmente repartidas en vetas con emisión de finos rellenos de inyección silícea.

Encontramos por lo tanto, vetas de espesor variable, desde 1 cm hasta alcanzar varios metros.

Las pegmatitas forman en general agregados de grano grueso, de feldespato potásico, cuarzo y mica (muscovita); como minerales accesorios contienen plagioclasa, turmalina, granate, apatita, berilo y biotita.

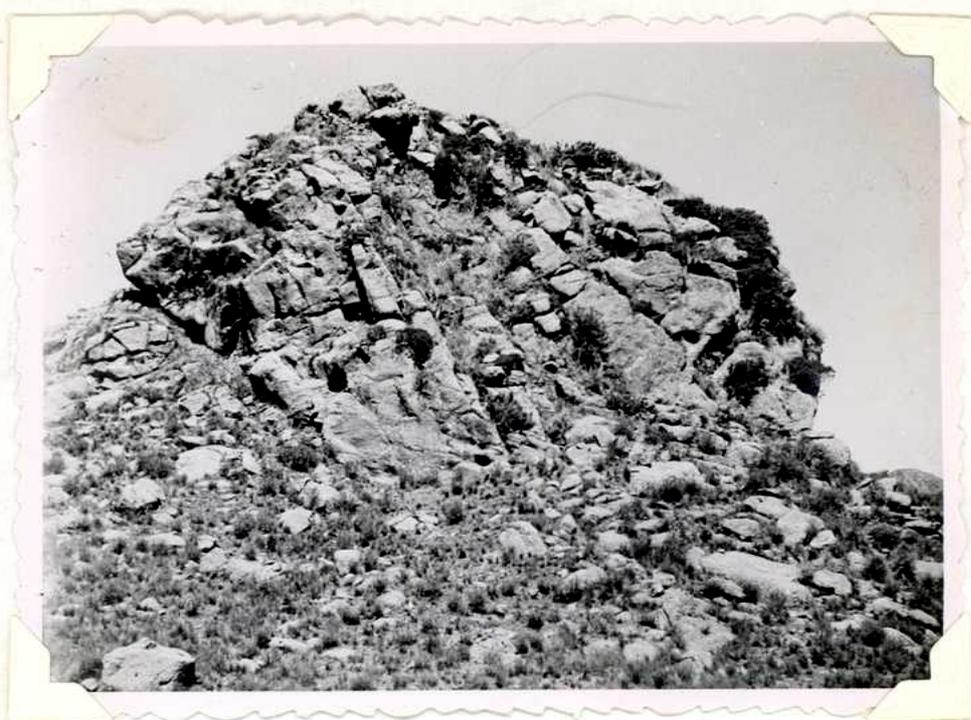


Foto 10.- Afloramiento pegmatítico (cuarzo y feldespato).

Las diaclasas en dos direcciones se cortan aproximadamente en ángulo recto.

Algunos filones están formados únicamente por enormes cristales de feldespato (blanco o rosado), o por cristales muy desarrollados de cuarzo y láminas de mica.

En la mina "Las Palomas" al Sud de Cañada Honda, se explota el berilo, de una pegmatita, el cual se encuentra en cristales hexagonales bien desarrollados. En este mismo lugar la turmalina se presenta en cristales prismáticos negros, delgados y muy largos. Algunos alcanzan a tener más de un metro de longitud.

Las pegmatitas, que corren de N-S al Oeste del Cerro Tomolasta e intercaladas entre las micacitas, son portadoras de filones cianíticos. La cianita se presenta en cristales alargados, más o menos fibrosos, de color azul intenso. Es el único lugar en la República Argentina donde se ha encontrado cianita y actualmente se está explotando.

En esta zona, es frecuente observar fenómenos

de contacto y como resultado de los mismos es común encontrar estauroлита y turmalina; también se observó una larga franja de sillimanita, ubicada en el contacto del esquisto con la pegmatita, que corre en el límite oriental del granito.

La sillimanita se halla acompañada de estauroлита y turmalina, encontrándose ésta última, en ciertos lugares, formando pequeñas concentraciones.

En algunas pegmatitas se observan fenómenos producidos por un metamorfismo tectónico que se pone de manifiesto por rajaduras que se rellenaron posteriormente por cuarzo. La muscovita aparece muchas veces fuertemente plegada.

Una estructura bastante común de la pegmatita es la gráfica, pudiendo ser mas o menos fina.

La aplita tiene la misma composición del granito, aunque es más rica en sílice. Los componentes son: cuarzo, feldespato y muscovita; falta la biotita.

El grano y la estructura de la aplita son mas finos que en el granito.



Foto 11.- Aplita con diaclasas en dos direcciones.

ROCAS EFUSIVAS TERCIARIAS

Los modernos conos de rocas traquiandesíticas y traquíticas que representan a las efusiones terciarias se distribuyen siguiendo una línea general de efusión, que se extiende desde el Cerro Tomolasta hasta el Cerro El Morro, en dirección N-SE.

Sobre el tipo y características de cada uno de los cerros volcánicos, efectuaremos un estudio detallado en el capítulo siguiente.

CUBIERTA SEDIMENTARIA CUATERNARIA

Los sedimentos cuaternarios constituidos por limos y loess cubren una buena parte de esta zona, sobre todo como relleno de los valles, no alcanzando espesores mayores de 15 metros, en las barrancas de los ríos, y llegando a ser considerables en las cuencas intermontañas. Sigue al terreno loésico cuaternario (Pampeano) el aluvionamiento reciente.

Se pueden distinguir depósitos de loess sin estratificación, de origen eólico y otros redepositados y estratificados, de origen fluvial. En general los bancos de tosca son bastante raros, no habiendo más que pequeñas concreciones calcáreas.

Principalmente en las capas superficiales se encuentran intercalaciones de arena y rodados.

El loess de las llanuras y sierras pampeanas difiere del loess europeo, por tener un grano algo más grueso, por ser más elevada la ley de arcilla y menor la proporción de carbonato de calcio.

Lo que caracteriza sobre todo al loess pampeano, es la participación de un elevado porcentaje de material volcá-

nico. Su origen corresponde al estado final de un proceso de deposición de materiales detríticos en forma de grandes conos de deyección al pie de las montañas; el loess es el producto mas fino separado por lavado y acarreo de estos depósitos cuaternarios y mezclado con mucho material volcánico.

La composición química del loess depende del origen que ha tenido.

En su definición original, es un depósito sedimentario limoso-arenoso, algo calcáreo, de color pardo amarillento.

Sus componentes principales son los siguientes: arcilla, arena en cantidad variable, carbonato de calcio e hidróxido de hierro, que le da un tinte amarillento, hasta pardo.

El mineral más común que se encuentra en el loess es el cuarzo, cuya proporción puede llegar hasta un 60%. Feldespatos, micas y otros minerales se encuentran en mayor o menor cantidad. La calcita es un constituyente importante.

El loess pampeano no puede compararse directamente con el loess de China, sin embargo hay ciertos rasgos en el paisaje del loess que lo asemeja al asiático. En las barrancas situadas al Norte de Buenos Aires, en las que rodean la ciudad de Córdoba y en algunos ríos de San Luis, pueden observarse los mismos desfiladeros profundos como también el fenómeno del lavado subterráneo del loess. El agua obra subterráneamente, entrando por grietas y provoca el hundimiento de toda la masa que se halla encima.

De tal manera nacen surcos verticales de gran profundidad, que caracterizan al paisaje del loess.

Esto puede observarse en el río Las Barrancas que corre al SE del Cerrito Pajoso. Las zanjas o pozos corta-

dos en él, se mantienen en barrancas completamente verticales.

La altura de estas barrancas es de unos cinco metros y no se nota estratificación en el sedimento. Este está constituido por un material de aspecto homogéneo, terroso y muy deleznable. El color es pardo amarillento. Sus componentes principales son: arcilla, arena, carbonato de calcio finamente subdividido y ceniza volcánica en poca proporción. Podemos clasificarlo como un loess. En la parte superior de la barranca este loess se vuelve micáceo pudiéndose observar a simple vista pequeñísimas laminillas de mica, las cuales le dan un cierto brillo al sedimento. Las paredes de la barranca se presentan agrietadas según planos normales a la superficie de la misma, provocando estas grietas el desprendimiento de bloques y la formación de acantilados verticales.

Sobre el nivel del lecho del río y en un espesor de medio metro la barranca presenta una intercalación de un banco de rodados, cementados por el loess. Estos rodados, de tamaños variados, en parte angulosos y muy abundantes, están constituidos por roca volcánica (traquiandesitas).

En el valle de La Curtiembre, corre el río del mismo nombre, entre paredones formados por un limo areno-arcilloso, de color pardo grisáceo, en parte manchado de amarillo por hidróxido de hierro. El material constitutivo es de aspecto poco homogéneo, terroso y no muy deleznable. La masa está recorrida en todo sentido por finos canales ramificados, radiformes. Las muestras de loess extraídas del arroyo Maray son análogas a las del río de Las Barrancas, pero en el arroyo Maray no encontramos bancos con rodados.

Valles y cerros volcánicos hasta una altura considerable se encuentran cubiertos por un limo loésico, fino y bastante deleznable. En los valles este limo se encuentra re-

cubierto con varios centímetros de tierra negra o algo húmica.

Importantes capas de loess se encuentran al SW del Cerro Tiporeo, en la Cantera Santa Isabel, intercalados entre los bancos de mármol ónix. En estos depósitos loessicos se presentan las típicas concreciones calcáreas nodulares, llamados muñecos de loess, formados por disolución y precipitación del carbonato de calcio.

El estudio de estos depósitos se hará con más detalle cuando se estudie la cantera de mármol ónix de Santa Isabel.

El Río Rosario y su afluente el arroyo de Las Higueras corren entre barrancas poco profundas. La parte inferior de las barrancas está integrada por areniscas conglomeráticas con cemento calcáreo pertenecientes al Mioceno superior, principios del Plioceno.

Sobre éstas areniscas se depositó un limo arcilloso ligeramente estratificado.

Y por último se encuentran los depósitos loessicos, de color pardo-amarillento formados por material muy fino y friable. Es en estos depósitos donde se encuentran por primera vez rodados provenientes de material de las erupciones traquiandesíticas.

TECTONICA

Los rasgos generales de la estructura tectónica de esta región son los mismos que predominan en todas las Sierras Pampeanas, es decir, el sistema de los bloques inclinados hacia el Este, con fallas en el lado occidental.

El cuerpo de la sierra de San Luis es una porción de un gran macizo cristalino formado en el Paleozoico inferior por el plegamiento y metamorfismo de rocas sedimentarias, lo que originó su estructura, compresión y la actitud vertical de la esquistosidad.

Estos procesos se completaron luego por ascensos de masas ígneas en plutones (granitos), en filones y vetas delgadas (aplitas y pegmatitas).

En esta región se observan los efectos de dos movimientos tectónicos de diferente edad. El primero posterior a las intrusiones pegmatíticas, y el segundo ligado a los movimientos tectónicos andinos.

Como representantes de la tectónica antigua se observa un sistema de fracturas de rumbo E-W, que cortan perpendicularmente a las rocas del basamento cristalino: esquistos y pegmatitas. En estas fallas no se distinguen rechazos en sentido vertical, ya que estos han sido solamente horizontales a lo largo de los planos de corrimiento.

En algunos casos el desplazamiento no ha sido muy grande, y los efectos en las rocas citadas, se traducen en simples flexuras.

En el Terciario comenzó otro gran ciclo de actividad orogénica y tectónica; produciéndose el fraccionamiento del macizo cristalino y los ascensos de bloques como consecuencia de los movimientos andinos.

Es así, que el gran bloque pétreo de la sierra de San Luis se presenta en parte destrozado por numerosas fracturas, originadas durante la tercera fase de los movimientos citados.

Las fracturas principales tienen dirección N-S y merced a ellas los grandes bloques se dislocaron, hundiendo-se en la parte oriental y elevándose en la occidental, lo que dió lugar a la formación de montañas en bloque.

Por lo tanto, la sierra de San Luis propiamente dicha, representa un conjunto de trozos separados por fallas longitudinales. De estas fracturas, la más extensa es la que pasa al pie de la Sierra de Comechingones.

Otra falla bien marcada, es la que corta parcialmente el NE de la sierra de San Luis por la quebrada de Cautana y el Baje de Véliz, y se continúa luego al E de las Sierras del Morro y Yulto.

Otra fractura importante es la que bordea por el W la Sierra de San Luis. Corre un poco al NE de San Francisco, terminando en una serie de fracturas menores. Una cuarta, pasa por el borde occidental de la sierra del Gigante.

En la región norte las fracturas son pocas y distantes. Pero en la zona comprendida entre el Valle de La Carolina y los Cerros del Rosario, se observan una serie de fallas paralelas de rumbo general N-S a lo largo de las cuales han tenido lugar las efusiones volcánicas.

Estas efusiones presentan una doble alineación. Además de la N-S, existe otra: NW-SE, dependiendo probablemente, esta segunda alineación de una fractura situada en esa dirección. La traza de esta falla no es visible pero se puede demostrar su existencia por:

- 1). La alineación de los cerros volcánicos.
- 2). La línea divisoria de las aguas que coinciden con esta di-

rección.

3). La inclinación de los bloques al N y S de la fractura.

Estas fracturas paralelas de rumbo N-S y que siguen una dirección general NW-SE son fracturas "en escalón".

Las fracturas transversales deben ser algo más recientes que las fallas longitudinales que siguen la antigua estructura de las masas cristalinas. Gerth (1914) observó estas fallas de rumbo NW-SE en la punta sur de la sierra de San Luis. El bajo que ocupa el dique del Potrero es uno de tales hundimientos en las rocas cristalinas, lo mismo que el bajo del Portazuelo y el de los Chorrillos, que atraviesan la sierra por completo. Gerth le asigna a estas fracturas una edad terciaria.

En cuanto a las diaclasas, podemos decir, que se han originado por las fuertes presiones resultantes de los movimientos tectónicos, y por lo tanto atribuirle la misma antigüedad que a la formación de planos de fracturas.

Las diaclasas forman en general juegos perpendiculares entre sí, siendo el más importante el de rumbo N-S mientras que el de dirección E-W, es secundario. Estos juegos tienen tendencia a cortarse en ángulo recto, pero en algunos casos estos ángulos son mayores o menores que 90°. Las diaclasas afectan tanto a los esquistos como a las pegmatitas y roca volcánica, pasando a menudo de una a otra y notándose entonces solamente una mayor inflexión. A veces no son planos rectos, sino sinuosos.

El juego de diaclasas E-W se presenta únicamente en los esquistos, granito y pegmatitas, mientras que las diaclasas de rumbo N-S afectan también a las rocas volcánicas terciarias. De esto podemos deducir que las diaclasas E-W son anteriores y probablemente originadas conjuntamente con las fracturas E-W, es decir, pertenecientes a la Tectónica antigua;

1) El Dr. Pastore observó en el río Quines el mismo sistema de fallas en dos direcciones. Ver: Pastore, F.- Inf. Geol. y Petrogr. Proy. de dique La Huertita, S. Luis. Dir. Minas y Geol., Bol. 48, Bs. As. 1940.

mientras que las de rumbo N-S, están relacionadas con los movimientos andinos terciarios.

Además de estos sistemas de diaclasas hay otras que cortan la roca con diferentes direcciones, y son absolutamente locales y secundarias.

A continuación consignaremos las direcciones más importantes observadas en los diferentes cuerpos de rocas. (1)
En las pegmatitas situadas al Este del Cerro Tomolasta tenemos: 145°, 120°, 15°. En el granito al sur de La Carolina: 55° y 130°. En los esquistos cristalinos: 170°, 80° y 65°.

Algunas de estas diaclasas secundarias pasan de una roca a otra con pequeñas inflexiones.

Dentro de la zona estudiada no se han observado plegamientos.

1). Los rumbos se indican con el ángulo azimutal partiendo del N hacia el E.-

III

VULCANISMO TERCIAARIO

GENERALIDADES

La gran actividad tectónica del Terciario superior tuvo su inmediata consecuencia en las efusiones andesíticas.

El vulcanismo aprovechó las dislocaciones andinas para dar salida a grandes masas de lava principalmente andesíticas.

A este proceso geológico pertenecen las erupciones traquiandesíticas de la Sierra de San Luis. Sus salidas corresponden a una faja fracturada de la sierra que tiene rumbo N-SE. Estos conos de levantamiento y los productos que han arrojado descansan sobre los esquistos cristalinos.

En la falda del Cerro Tocolasta en su terminación meridional se puede observar perfectamente como el magma traquiandesítico ha abierto los esquistos cristalinos en forma de abanico para salir a la superficie.

En la zona estudiada hay cinco centros de erupciones situados sobre una fractura de rumbo NW-SE.

El primero es el más extenso; pertenecen a él los cerros de La Carolina, una serie de conos traquiandesíticos y traquíticos que han seguido fallas de rumbo N-S.

Hacia el Este, sigue los cerros del Valle, Intihuasi, Sololosta, Redondo, Pelado, todos de menor altura que los del grupo anterior y situados también sobre fracturas N-S.

Los Cerros Largos, más aislados, se encuentran al NE de los mencionados anteriormente y la erupción ha tenido

lugar a lo largo de una falla longitudinal.

Otro conjunto de erupciones forman los Cerros del Rosario, en el borde oriental de la sierra y en las proximidades de La Toma. Aparte de ellos, algo más al poniente, está ubicado el Cerro Tiporco. Alrededor de este cono traquiandesítico las rocas cristalinas forman un borde alto en tres lados. Una constitución muy parecida tiene el Cerro del Morro, cuyos conos forman el quinto centro volcánico. Se levantan estos cerros sobre un zócalo de rocas cristalinas y sobre fallas longitudinales. Están situados entre la Sierra de San Luis y la de Conechingones.

Las formas de estos volcanes son semejantes y son la consecuencia de las condiciones geológicas, así como de la composición del magma y de su contenido en componentes volátiles.

En San Luis, se trata de formaciones volcánicas que generalmente originaron "domos". Estos aparecen superficialmente aislados, y a lo largo de una línea que indica la presencia de una fractura.

El Dr. Pastore, ha explicado la aparición de conos volcánicos en El Morro a lo largo de una falla que reúne en línea recta seis cráteres volcánicos. Semejante observación puede hacerse también en los centros de erupción, de la región comprendida entre La Carolina y La Toma.

Las erupciones tuvieron lugar, generalmente, sin explosiones; sin embargo, en algunos casos aislados, éstas no faltaron, como lo atestigua el material piroclástico depositado en los alrededores.

Por su forma todos estos volcanes pertenecen a un tipo muy escaso en la actualidad, pero que en épocas pasadas alcanzó considerable importancia, y es, el de los "domos

de intumescencia", "cúculo volcanes" ó "cúpulas volcánicas".

Estos volcanes carecen de cráter y han sido originados por lavas ácidas, viscosas.

El mecanismo de la erupción es el siguiente: la lava asciende por la chimenea, empujada por la presión interna de los gases, pero su alta viscosidad no le permite fluir libremente. Al alcanzar la superficie, se solidifica rápidamente y queda sobresaliendo como un tapón. El incesante aporte de lava por la parte inferior del tapón le hace crecer, hasta que por su propio peso la masa viscosa se deforma tendiendo a achatarse lentamente. El aporte continúa y el tapón crece y se expande hacia los lados originando así una cúpula, de lava viscosa y compacta, que al terminar la erupción se enfría lentamente y se consolida por completo.

En cuanto al tipo de erupción, siguiendo la clasificación de Lacroix, podemos decir que pertenecen al Peiléano.

Estas efusiones son características de los volcanes de lavas ácidas. El magma es tan viscoso que se consolida por completo en el cráter formando un tapón. Este tapón da lugar a la formación de una verdadera "cúpula" o "domo" que oculta por completo el orificio de salida.

Una característica de este tipo de erupción es la emisión de "nubes ardientes" integradas por partículas de lava solidificada, que se escapan intermitentemente por las grietas producidas entre el tapón y las paredes del cráter.

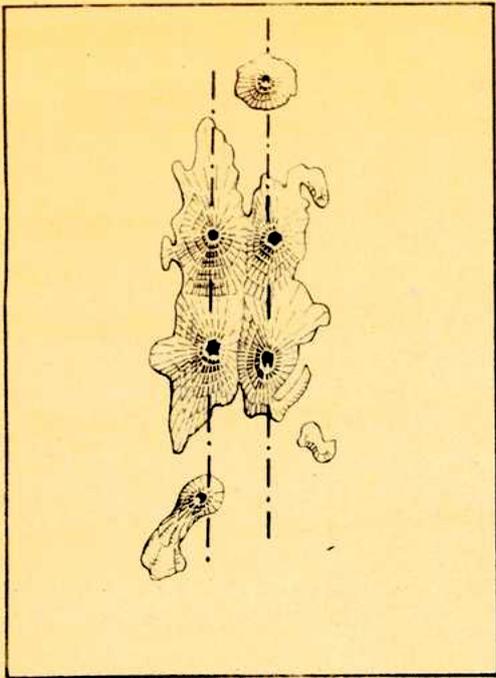
La lava que ha dado origen a los volcanes de San Luis, pertenece al grupo de las "mesosilícicas", siendo generalmente las andesitas el tipo fundamental de las rocas resultantes de este tipo de magma. En nuestro caso particular, las rocas son traquiandesitas y traquitas, de composición muy

semejante a las andesitas, la única diferencia es la presencia de sanidina, e incluidas siempre dentro del grupo de las mesosilícicas.

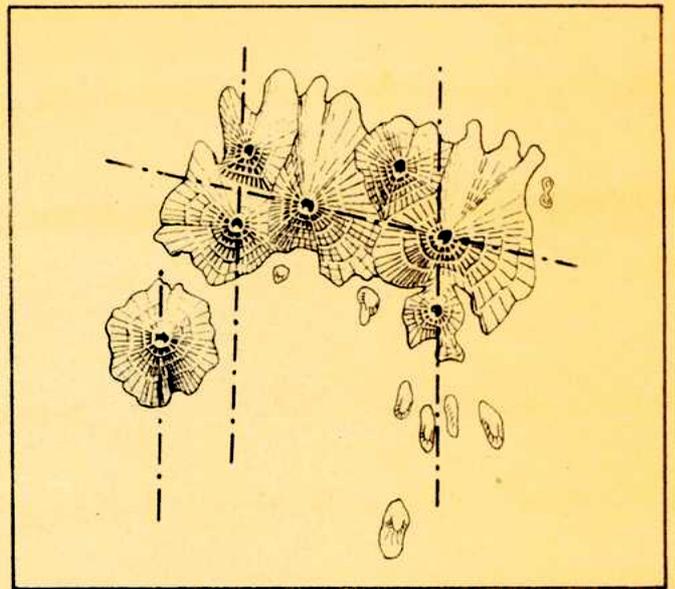
En cuanto a la viscosidad, las lavas "mesosilícicas" se aproximan más a las ácidas que a las básicas, por lo tanto, se caracterizan por ser viscosas, livianas y de colores claros.

En general, podemos decir que en la región estudiada los tipos predominantes son "cúpulas volcánicas" y "domos de intumescencia"; el tipo de efusión "peléiano"; y las rocas traquiandesitas.

ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LAS EFUSIONES VOLCANICAS



GRUPO VOLCÁNICO DEL TOMOLASTA



GRUPO VOLCÁNICO DEL CERRO ROSARIO

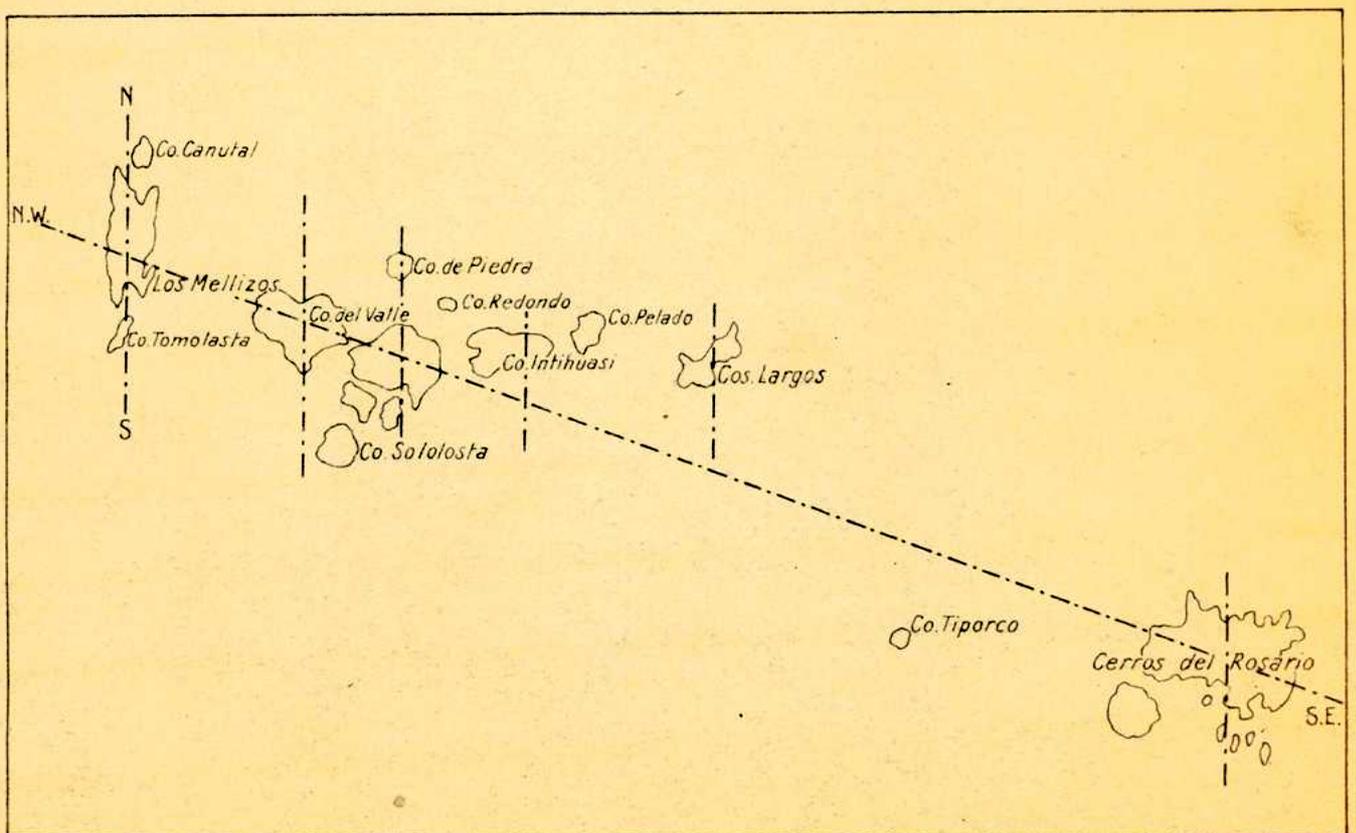
 *Fracturas*

 *Fracturas*

 *Centros de efusión*

 *Centros de efusión*

ESCALA 1:100 000



 *Fracturas*

ESCALA 1:250 000

DESCRIPCION DE CADA NUCLEO VOLCANICO

Las efusiones volcánicas se distribuyen en esta zona siguiendo una línea general de efusión que se extiende desde el Cerro Tomolasta hasta el Cerro del Morro en dirección Nw-SE.

Sobre esta línea general se encuentran los diferentes grupos volcánicos situados sobre fallas paralelas de rumbo N-S.

GRUPO TOMOLASTA - EL CANUTAL

La primera serie volcánica importante llamada "grupo del Tomolasta" está integrada por los siguientes cerros: Tomolasta, un grupo de pequeños cerros sin nombre ubicados entre el río Carolina y el Tomolasta, Cerro Virgen, de Las Cuevas, Los Mellizos, Canutal y Los Pájaros; situados más o menos en línea recta y con rumbo N-S.

Este grupo es, en cuanto a su extensión y altura de los cerros, el más grande e importante del cordón volcánico de San Luis, con excepción tal vez del grupo de los Cerros del Rosario.

La longitud Norte-Sur de este grupo es aproximadamente de 7 km, y su ancho es mucho menor, y de Este a Oeste, en general no llega a una extensión mayor de 2 km.

Comienza esta serie en el cerro Tomolasta, cuya altura máxima es de 2.018 mts, siendo por lo tanto el más elevado de todos los conos volcánicos de esta zona.

La base del cerro está formada por esquistos cristalinos (filitas, micacitas y micacitas gneissicas) poco inclinados y de rumbo N-S.

La serie Tomolasta-Canutal establece el límite entre las filitas y las micacitas gneissicas. Es así, que el

basamento cristalino del lado oriental de la serie está constituido por micacitas gneissicas y del occidental por filitas y micacitas.

En la falda del Cerro Tomolasta, en su terminación meridional, se ve claramente como el magma ha abierto los esquistos cristalinos inclinándolos hacia uno y otro lado para salir a la superficie.



Foto 12.- Cerro Tomolasta y Cerros Los Mellizos en segundo plano; vistos desde el W.

En el Tomolasta no se observa cráter, ni coladas de lava, pertenece al tipo de un "cúmulo volcán" y la cúpula tiene una altura relativa de 400 mts. La roca que lo integra es una traquita de color gris obscuro con fenocristales blanquecinos de plagioclasa y grandes cristales de sanidina, muy bien desarrollados. Esta roca vista al microscopio se podría clasificar como una traquiandesita, ya que la proporción de plagioclasa y sanidina es más o menos la misma; sin embargo, macroscópicamente es una traquita pues los grandes crista-

les de sanidina, que en el corte microscópico no aparecen, hacen aumentar la proporción de esta última a un 80%.

Este cerro está separado superficialmente del grupo central, el cual se continúa al N con el cerro Virgen, bien visible desde lejos. Representa sin duda el cuerpo más importante, debido a que está formado íntegramente por roca volcánica. La base está tapada y por lo tanto invisible. Al SW del Cerro Virgen aparece el Cerro de Las Cuevas, separado por un paso, del cerro Los Mellizos, situado al SE del Virgen. La base de Los Mellizos, en su parte oriental está constituido por esquistos.

Al NE del Virgen se encuentra el Cerro Quemado, con declive más abrupto hacia el Virgen y laderas suaves hacia el exterior.

El Canutal es un domo volcánico situado 15 km al norte del grupo del Virgen, y de menor tamaño respecto a la cantidad de roca volcánica.

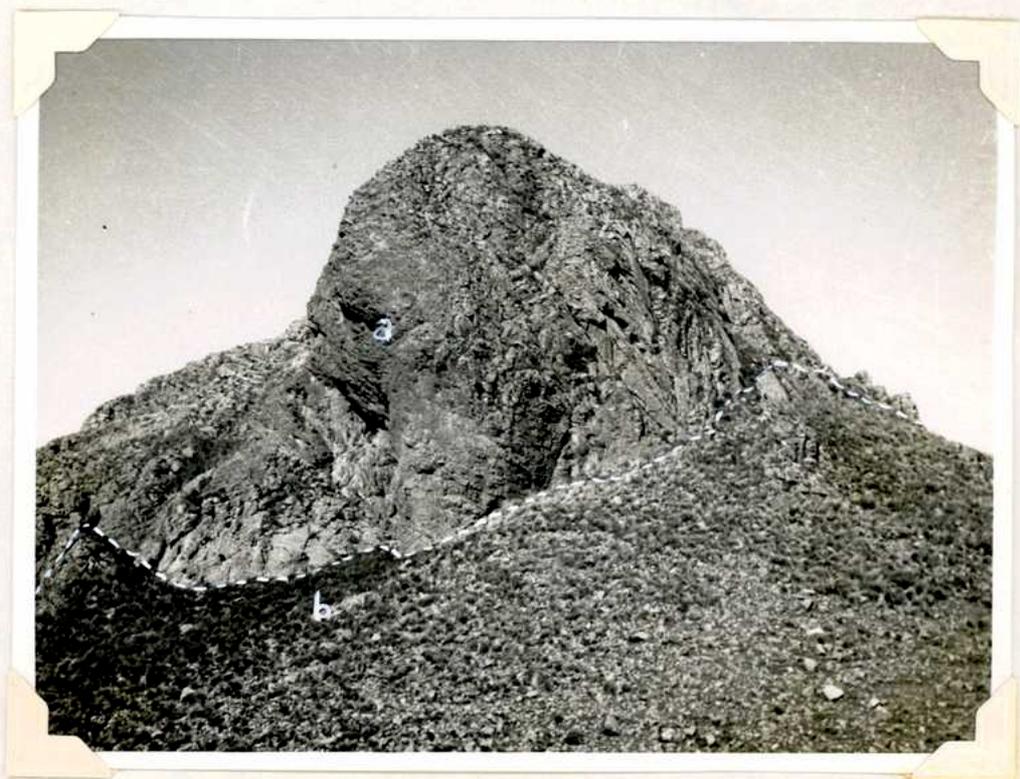


Foto 13.- Cerro Canutal. La línea punteada señala el límite entre la traquiandesita y las filitas. a: traquiandesita b: filitas.

Este cerro de 1893 mts. de altura, está coronado por una cúpula de surgimiento (Quellkuppe). La cúpula no es simétrica, es más bien alargada o corrida hacia el Oeste, lo que hace suponer que el magma que lo originó era muy viscoso.

La altura relativa de la cúpula es aproximadamente de 100 mts., y se encuentra sobre una plataforma integrada por filitas, micacitas y cuarcitas, por lo tanto, la roca volcánica recién aparece en la parte superior del cerro. Es una traquiandesita de color gris claro con fenocristales de plagioclasa, sanidina y anfíbol.

Al SW del Cerro Canutal, se eleva el Cerro de Los Pájaros, un típico "neck", de 80 mts. de altura, muy simétrico y de paredes muy abruptas.

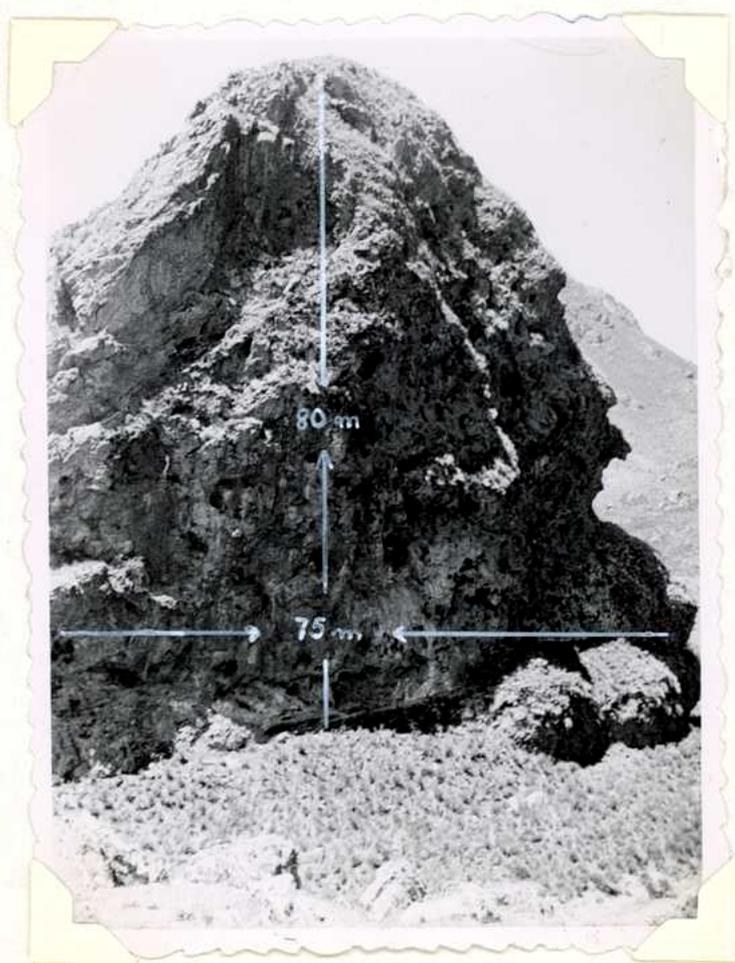


Foto 14.- Cerro "Los Pájaros".
Típico "neck" volcánico.

Se levanta de golpe, en medio del basamento, y la base es casi tan ancha como la cúspide. Tiene la forma de una aguja gruesa o tapón, que probablemente ha ido surgiendo de la chimenea hasta alcanzar la altura actual. La roca que lo integra es una traquita, de color gris blanquecino y con grandes cristales de sanidina, completamente desarrollados y que alcanzan una longitud de 5 cm. Algunos se presentan maclados.

Al S del Cerro Canutal, y en línea recta con ésta, se distingue el Cerro Virgen, un cúmulo-volcán bien visible desde lejos, y de una altura máxima de 1950 mts. La base y parte de las laderas está tapada por sedimentos cuaternarios.

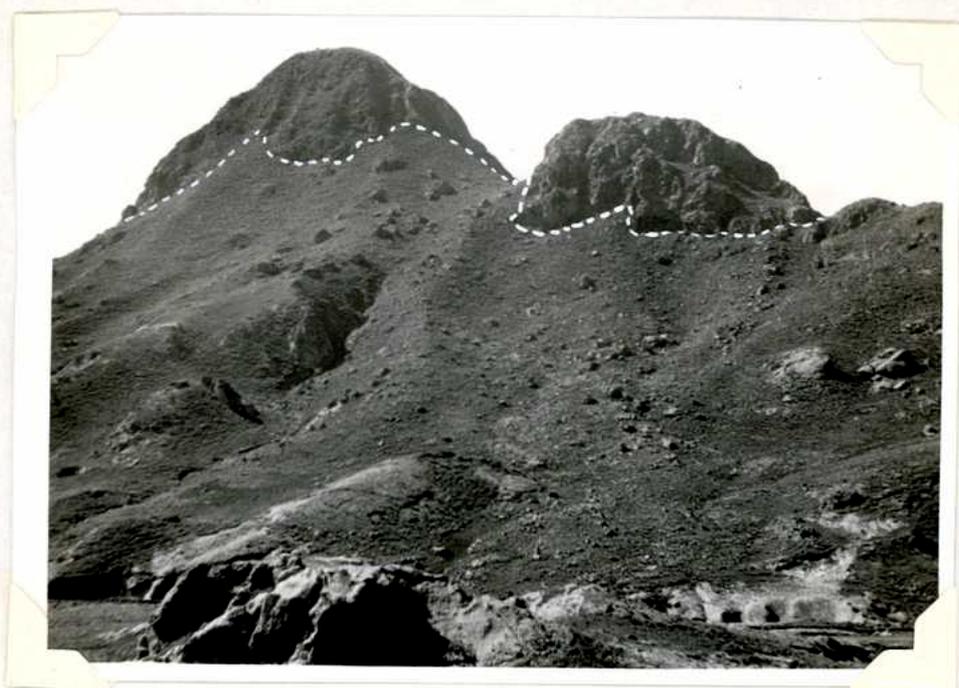


Foto 15.- Cerro Virgen y Cerro Quemado vistos desde el SW. La línea punteada señala el lugar a partir del cual es visible la traquandesita.

La cúpula del Cerro Virgen no es simétrica, el declive hacia el Oeste es más abrupto que el oriental, de modo que tiene un aspecto como si el cono estuviese inclinado hacia el Oeste. La roca volcánica es una traquiandesita de color gris claro, con abundantes fenocristales pequeños de sanidina, y escaso material félsico, y es visible únicamente en la parte superior del cerro.

Al ^{NE} del Virgen aparece el Cerro Quemado, el cual posee un declive más pronunciado en su ladera oriental y septentrional, que en el lado Oeste, o sea hacia el centro formado por el Virgen. La traquiandesita que integra el Cerro Quemado es gris oscura con fenocristales pequeños de plagioclasa y sanidina.

Los Cerros Los Mellizos, al S de los anteriores, están constituidos por una traquiandesita gris clara con fenocristales pequeños y escasos; predomina la pasta.

En su ladera occidental no se observan los esquistos cristalinos, mientras que en la oriental se ven bien las micacitas gneissicas que constituyen la base, sobre la cual descansa la roca eruptiva.

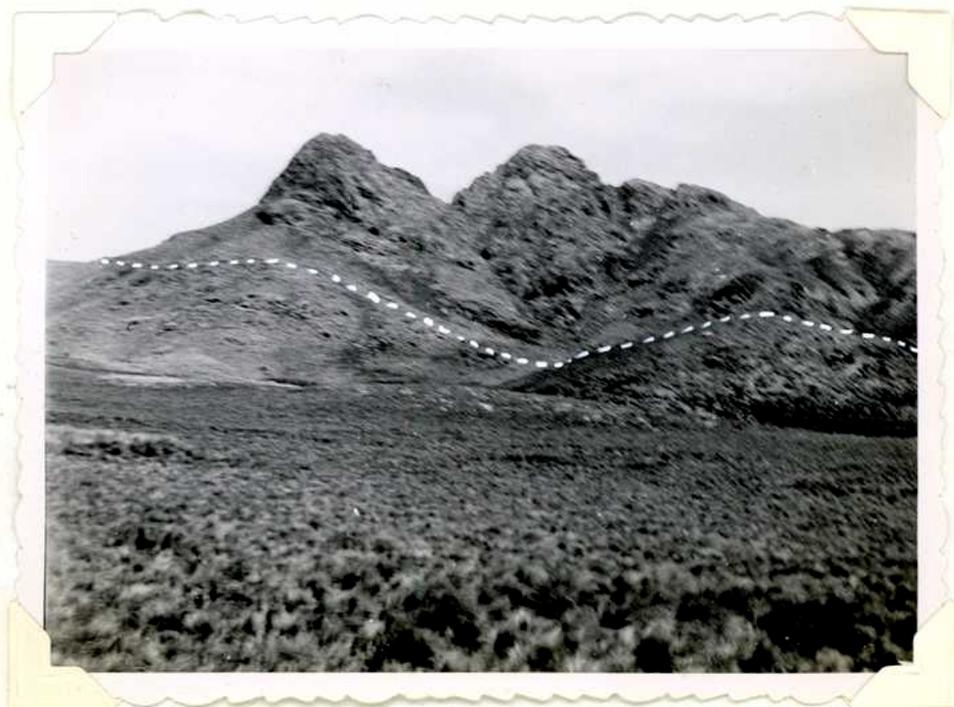


Foto 16.- Cerro "Los Mellizos" visto desde el SW. La línea punteada señala el contacto entre el basamento y la traquiandesita.

Los Mellizos son dos cúpulas volcánicas más o menos simétricas y semejantes. El declive es más pronunciado hacia el NW que hacia el SE.

En la ladera Norte se observan algunas pequeñas coladas de lava.



Foto 17.- Cerros "Los Mellizos" vistos desde el Norte. Se observan algunas coladas de lava.

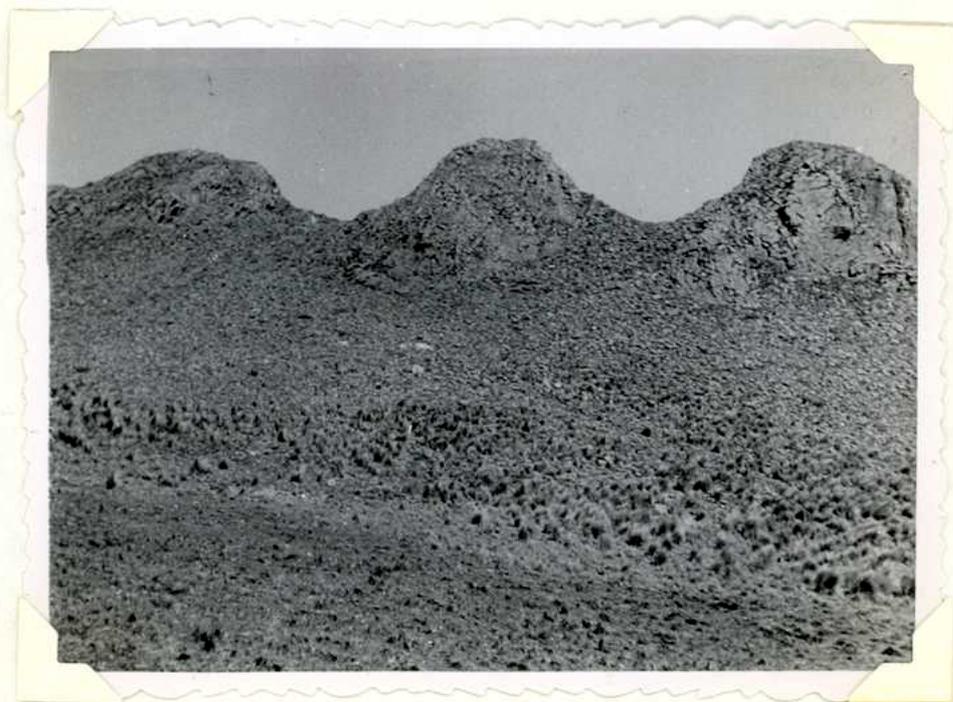


Foto 18.- "Cerros Los Mellizos" y Cerro Cuevas vistos desde el E.

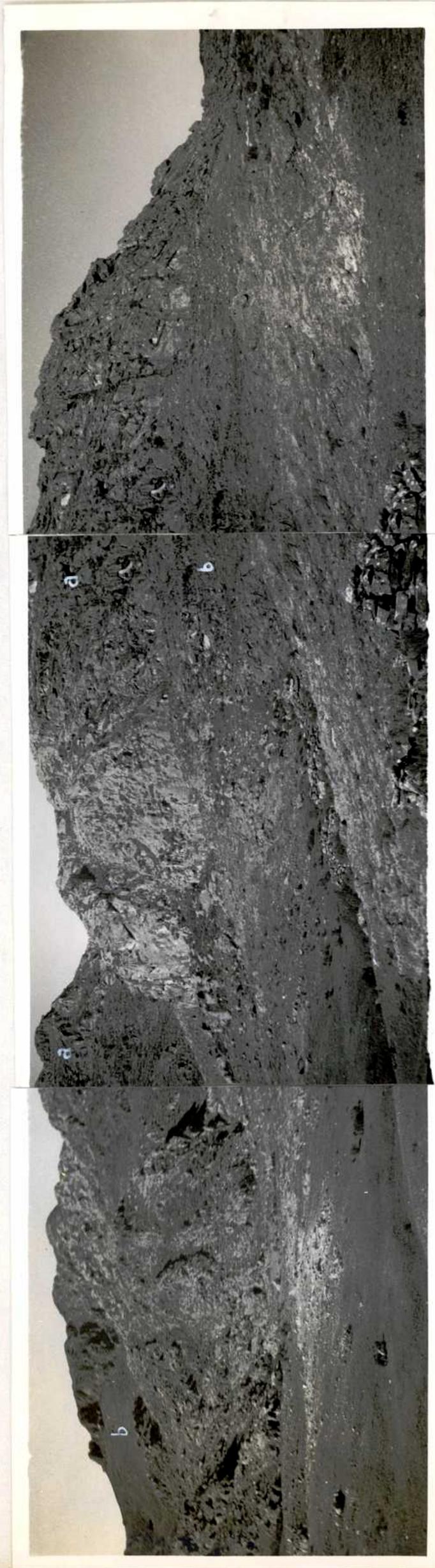


Foto 19. Vista panorámica de los cerros traquiandesíticos de La Carolina. Observadas del W. a: traquiandesita b: filitas.

Separado por un portezuelo, del Cerro Los Mellizos, se encuentra el Cerro Cuevas. Posee una estructura asimétrica y la roca es similar a la de Los Mellizos.

GRUPO PAJOSO - TRES CERRITOS

Este grupo situado al oeste del Cerro Camutal está formado por el Cerrito Pajoso, de Piedra, Tres Cerritos y el Cerro Sulupe.

El Cerrito Pajoso, bien visible desde lejos, es un pequeño domo que se eleva por sobre los esquistos cristalinos unos 50 m y cuya altura máxima alcanza los 1750 m. Su forma es la de un cono un poco inclinado, con mayor declive hacia el Sur.

El perfil N° 3 muestra la posición de este cerro volcánico entre filitas poco inclinadas (hazan 81° al E) los cuales no presentan signos de metamorfismo de contacto. Este cono, en el cual no se observa cráter, podemos clasificarlo como cúpula-volcánica.

La roca que compone este cerro es una traquiandesita de color gris claro, con abundantes fenocristales blanquecinos de feldespato.

Unos 800 a 1000 m al norte del Cerro Pajoso y en línea recta se encuentra el Cerrito de Piedra, formado por la misma roca eruptiva que integra el cerro Pajoso. Su altura es un poco menor que la de éste último y su forma irregular.

Hacia el NE, siguiendo la misma línea se llega al valle del Fío de la Curtiembre donde encontramos otra formación volcánica, denominada Tres Cerritos, cuya altura alcanza los 1720 mts. La roca que integra este cerro es también una traquiandesita, pero de color más oscuro.

En el mismo valle de La Curtiembre y en línea recta con Tres Cerritos, es decir, ubicados sobre la misma

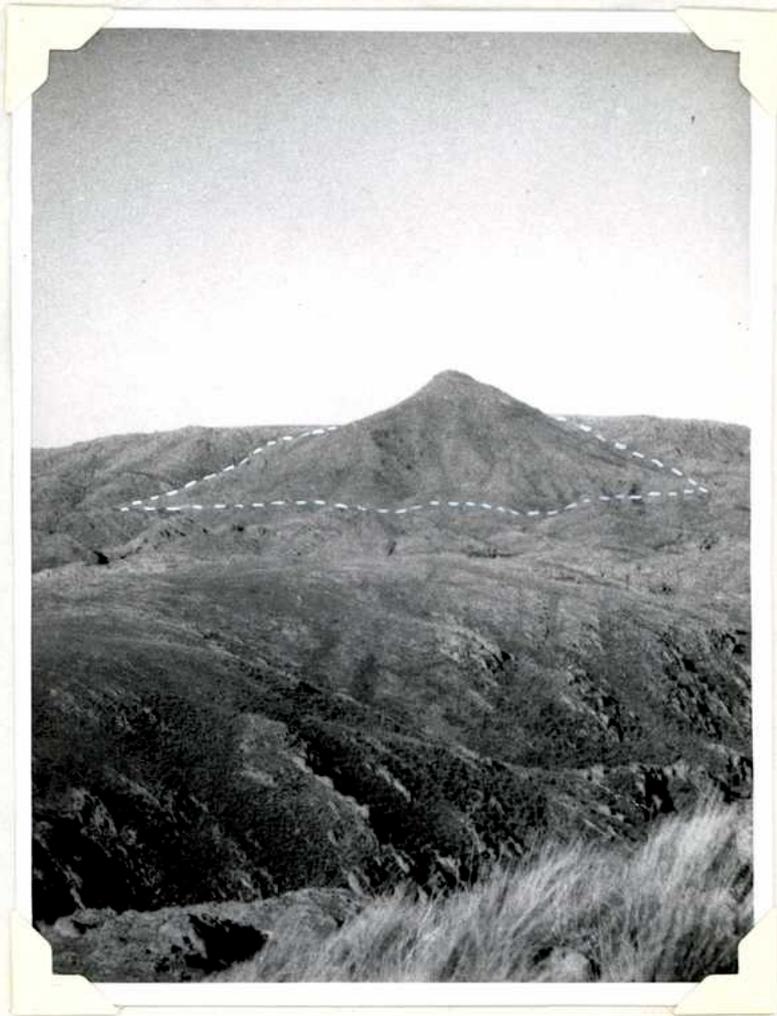


Foto 20. Cerro Pajoso. Visto desde el SW. La línea punteada indica el límite entre la traquiandesita y la micacita.



Foto 21. "Tres Cerritos" en el valle de "La Curtiembre". La línea de puntos indica el límite entre la roca volcánica y el esquisto cristalino.



Foto 22. "Tres Cerritos", Valle de la Curtiembre.

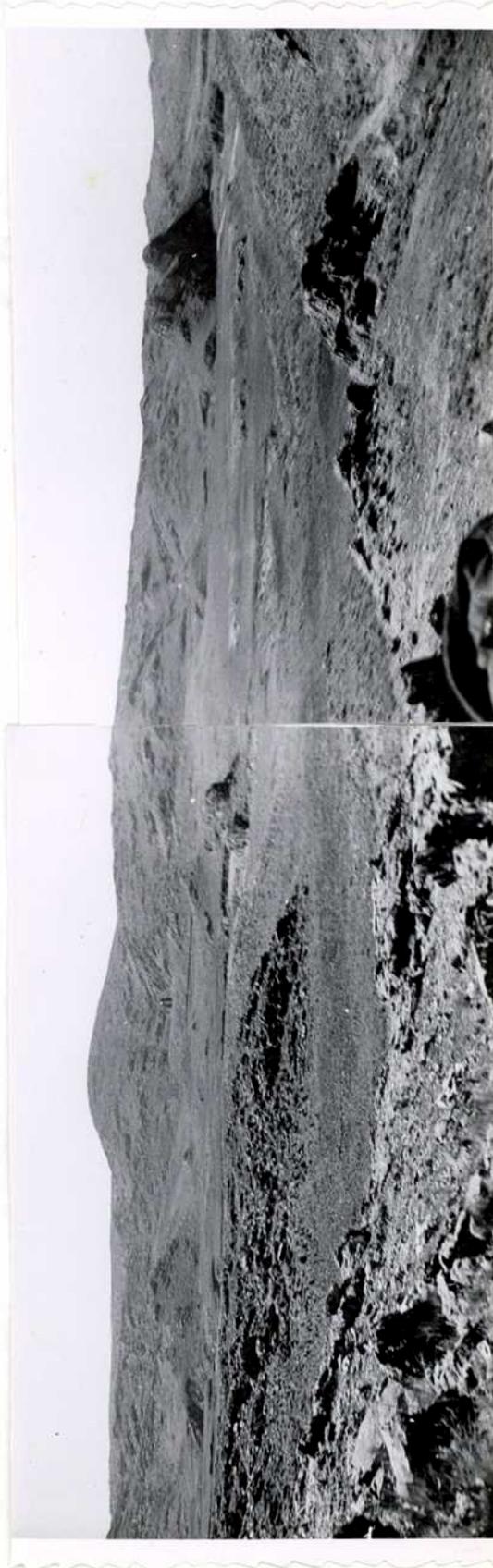


Foto 23. Valle de "La Curtiembre". Tres Cerritos, Cerro Sulupe.

fractura, encontramos varios afloramientos de roca volcánica, todos de escasa altura (15 a 20 mts.) entre los que sobresale el Cerrito Sulupe.⁽¹⁾ La roca que integra estos pequeños cerros es similar a la de Tres Cerritos.

CERRO DEL VALLE

El cerro del Valle se levanta hasta una altura de 1890 mts. entre micacitas gneissicas poco inclinadas. Su tipo corresponde al de un "cúmulo-volcán" y está formado por dos cúpulas de forma irregular.

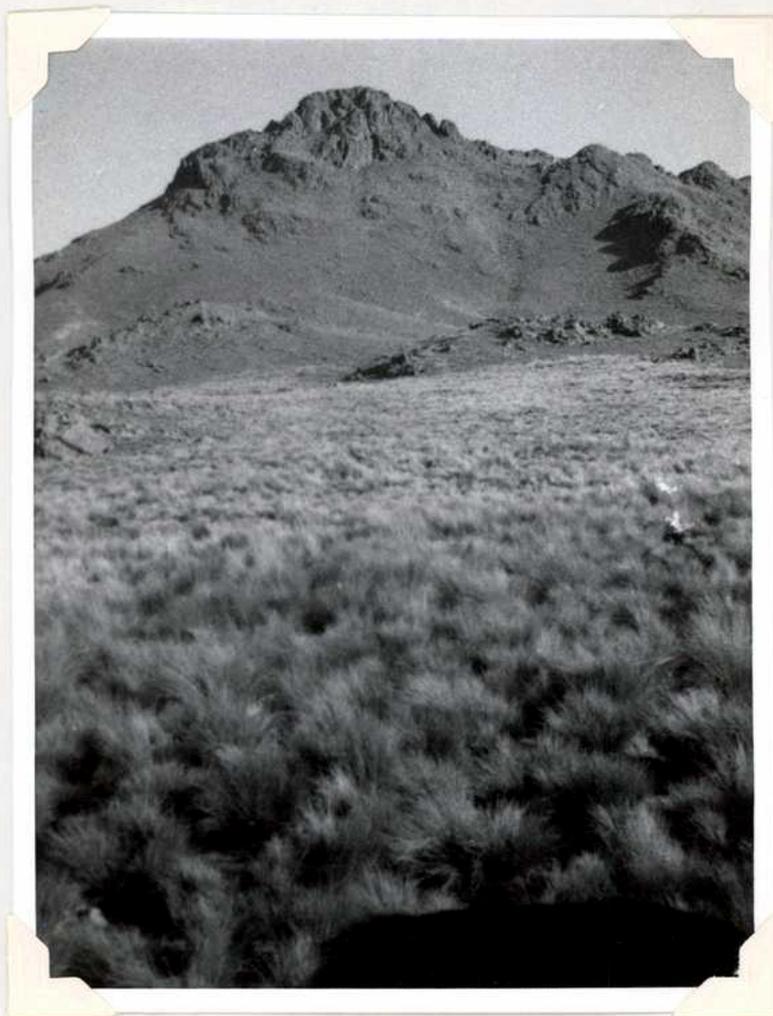


Foto 24. Cerro del Valle visto del W.

La base del Cerro del Valle está integrada por micacitas gneissicas, micacitas inyectadas y esquistos porta-

1). Por carecer de nombre he bautizado a este Cerro: "Sulupe," debido a que sus laderas están cubiertas por un arbusto denominado de esa manera.

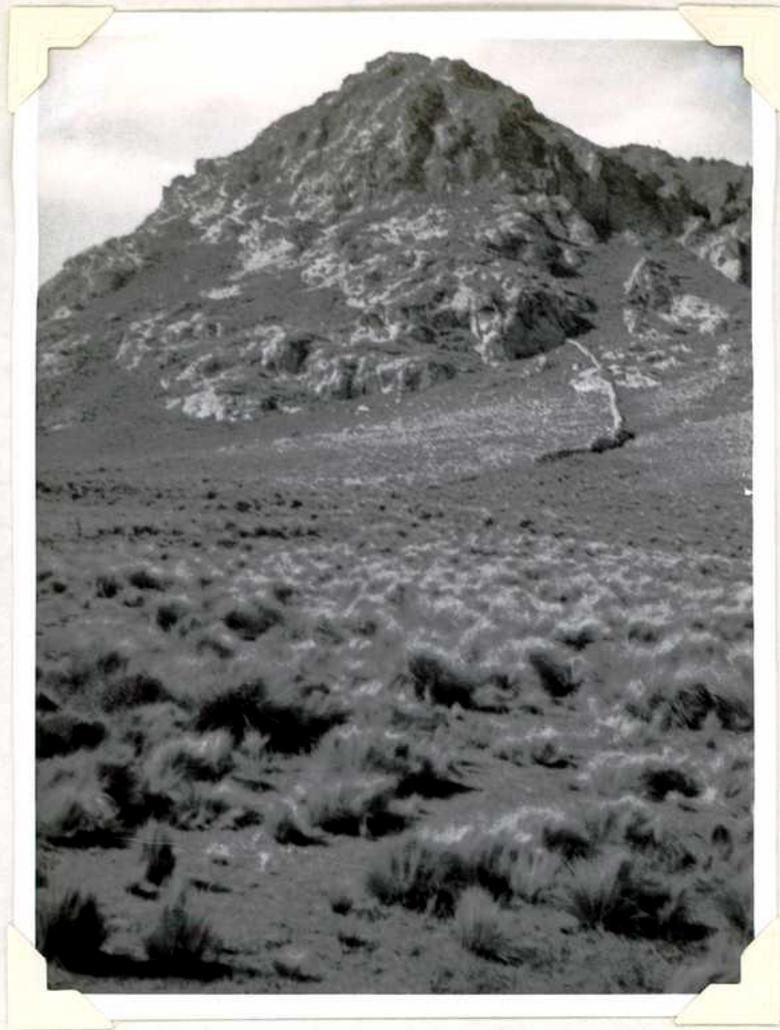


Foto 25. Cerro del Valle visto del S.

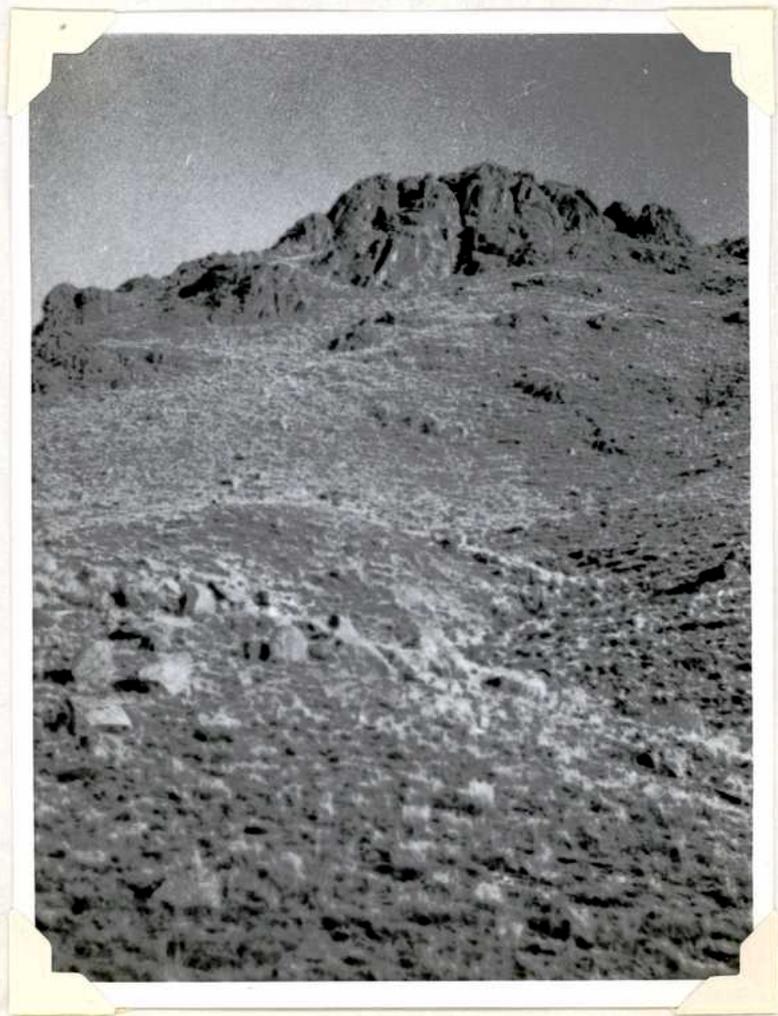


Foto 26. Cerro Las Moscas visto del W.

dores de grafito, de modo que la roca eruptiva ocupa solamente la parte superior del cerro. La composición de esta roca corresponde a una traquiandesita.

En toda la falda W del Cerro del Valle, la roca se presenta totalmente alterada (caolinizada) en la superficie como en el fondo de las quebradas que la surcan.

GRUPO SOLOLOSTA - CERRO DE PIEDRA

Este grupo está formado por varios cerros, situados a lo largo de una fractura. La serie queda en parte interrumpida por los depósitos aluviales del Río de la Carpa.

El domo del Cerro Sololosta es la elevación más meridional del grupo; siguen a éste los Cerros de los Gauchos, de menor extensión y elevación y que llegan hasta cerca del valle del Río de la Carpa.

En la misma dirección y finalizando ésta serie se encuentra el domo del Cerro de Piedra, salido evidentemente de una grieta. La forma de este cerro es completamente irregulares y asimétrica y se distinguen dos puntas separadas por un portezuelo. Hacia el SW las paredes son casi verticales, mientras que la inclinación del lado NE es más suave.

Es un cúmulo-volcán, y la roca que lo integra una traquiandesita perteneciente a un magma viscoso.

Presenta este cerro una estructura muy particular; se observa un agrietamiento de la roca en lajas, y dispuestas en forma de hojas de cebolla.

El Sololosta se levanta sobre un basamento cristalino que consiste en micacitas gneissicas inclinadas 75° hacia el E, esquistos inyectados y pegmatitas.

El imponente cerro, se eleva abruptamente, como un peñón en medio de la superficie circundante, y tiene la for

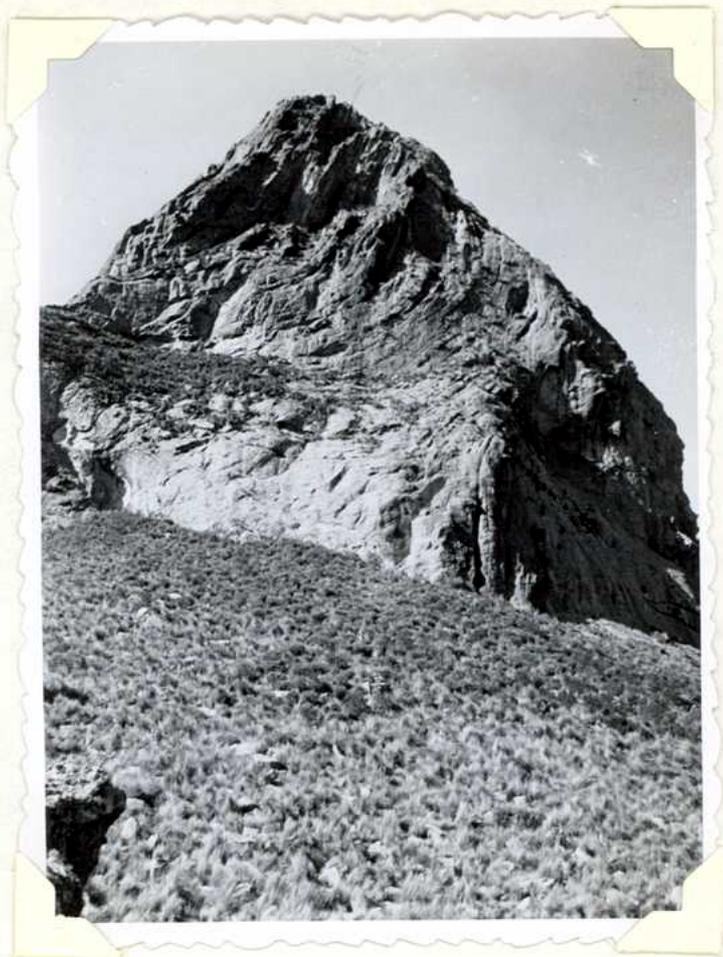


Foto 27. Cerro de Piedra visto desde el SW. Se observan bien las líneas estructurales de la roca volcánica dividida en lajas.

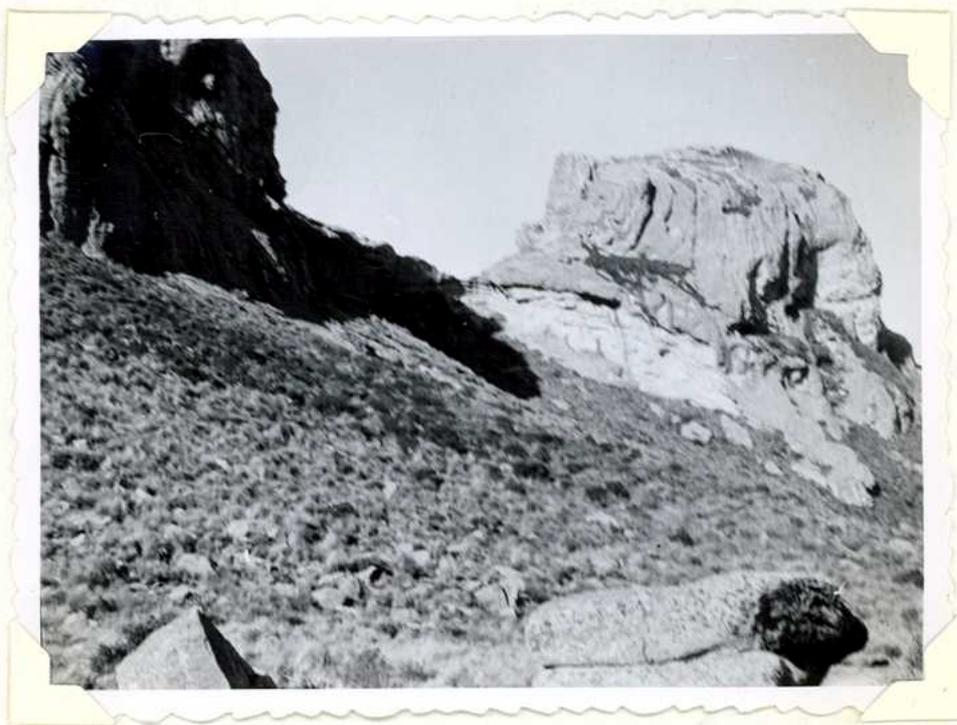


Foto 28. Afloramiento de roca volcánica al Este del "Cerro de Piedra".



Foto 29. Cerros de los Gauchos, del Valle e Intihuasi vistos del SW.



Foto 30. Ultimo plano, de izquierda a derecha. Cerro del Valle, Intihuasi y Sololosta.

na de un tronco de cono asimétrico. El declive oriental es más abrupto que el occidental y se observa en su ladera oriental, un mayor desplazamiento de la lava hacia un costado, dando lugar a la formación de una base ensanchada y con las características de haber sido originado por un magma sumamente viscoso.

Se trata sin duda de una cúpula de surgimiento. La composición de la roca corresponde a una traquiandesita, probablemente de alta viscosidad en el momento de la efusión. El color de la roca es gris, a simple vista se distinguen los feno-cristales de plagioclasa, sanidina y anfíbol.

Al N del Sololosta se encuentran los Cerros de Los Gauchos, de menor altura que el anteriormente nombrado e integrado por una roca similar a la de aquél. Pertenecen también al tipo de cúmulo-volcanes.

Coladas de lava no se observan en ninguno de estos cerros.

GRUPO INTIHUASI - REDONDO

El Cerro Intihuasi, situado al NE del grupo anterior, tiene una forma indeterminada e irregular; la parte occidental del cerro es una cúpula volcánica y la oriental un domo de intumescencia, de mayor altura que la cúpula. Probablemente ha habido dos orificios cercanos, que dieron lugar a dos efusiones. La roca que integra las dos partes del cerro es similar y se sucede sin solución de continuidad.

En la ladera oriental del cerro, hay una gran gruta, que le da nombre a éste: Intihuasi (Casa de Piedra), y que está íntegramente excavada en la roca volcánica.

La roca se presenta aquí muy alterada, la plagioclasa completamente caolinizada y el anfíbol reemplazado por clo-

rita y calcita.

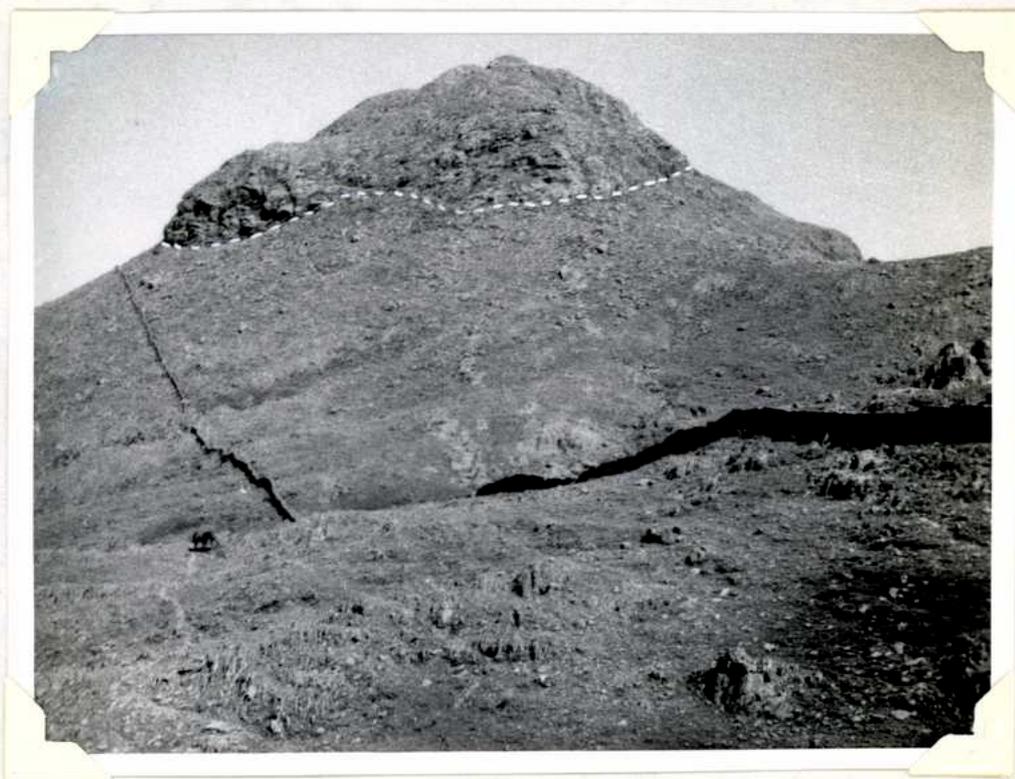


foto 31. Cerro Intihuasi. La línea de puntos marca el límite entre la roca volcánica y el gneiso.

El Cerro Redondo, al NW del Intihuasi es una cúpula de forma cónica con el mismo declive hacia los cuatro lados; su altura relativa es de 100 mts. aproximadamente. La roca de este cónulo-volcán es una traquiandesita de color gris claro con fenocristales de plagioclasa y sanidina muy pequeños, apenas reconocibles a simple vista.

CERRO PELADO

Se encuentra al Este del Cerro Intihuasi. Podemos considerarlo como un volcán aislado. El Cerro Pelado se levantó entre micacitas gneissicas inclinadas (buzan 70° E en la parte occidental del Cerro y 72° W en la oriental).

Es un cono bien visible y muy simétrico, el declive hacia ambos lados es casi igual.

Tiene la "estructura de cebolla" típica del "cúmulo-volcán", es decir en forma de láminas superpuestas, como las hojas de una cebolla. Alrededor del cono central se agrupan cinco elevaciones, que forman un círculo. Solamente en el N falta parte de esta corona. Corrientes de lava no se observan, de modo que probablemente se trata de un domo de intumescencia central. La existencia de esa corona, puede explicarse de dos maneras: se trata de un cráter anterior que fué de mayor tamaño que el domo central; o bien, una primera efusión ocupó toda el área cubierta actualmente por rocas volcánicas, incluso la corona, y posteriormente se elevó por la chimenea, el cono central. Las fases de este volcán pueden haber sido dos: primero la efusión de una lava muy viscosa, y segundo el levantamiento del domo central. Según su composición se trata de rocas relativamente ácidas, de color gris claro y casi sin componentes félicos. Corresponde clasificarla como una traquiandesita.

CERROS LARGOS

Un grupo volcánico muy importante por su tamaño es el de los Cerros Largos.



Foto 32. "Cerros Largos" vistos desde el E.

Estos aparecen separados en dos grupos, cuyo largo total, llega a 4 km. En el portezuelo, que separa las dos partes de los Cerros Largos, aflora el basamento cristalino.

Las rocas del basamento cristalino son micacitas gneissicas (inclinación 75° E), micacitas gneissicas inyectadas y filitas que forman capas poco inclinadas (85° W) sobre las cuales descansa la roca volcánica. Como la base de los conos no está tapada se pueden seguir perfectamente los contactos entre la roca volcánica y los esquistos.

La parte Sur de los cerros forma un cuerpo alargado en dirección NE, con varias cúspides. Al norte se observa un solo cerro, en forma de domo, y de 1630 mts. de altura.

Estos volcanes pertenecen al tipo delcúmulo-volcán, en los cuales no se observa cráter, ni han tenido lugar fases explosivas. La efusión fué tranquila y se produjo a través de varias chimeneas y a lo largo de una fractura.

La roca de los Cerros Largos es una traquiandesita con muy escasa sanidina, de color gris oscuro, y con abundantes cristales prismáticos de anfíbol. En algunos lugares se observa bien la estructura fluidal de la roca.

CERRO TIPORCHO

El Cerro Tiporcho está situado a unos 14 km en línea recta de los Cerros Largos. Aparentemente se trata de un volcán aislado. Su forma se caracteriza por un cono central situado dentro de un paredón o dique semi-circular que lo encierra por tres lados, dejando una ancha brecha hacia el SE. Esta especie de paredón o dique consiste íntegramente de rocas cristalinas, micacitas gneissicas y esquistos inyectados. Únicamente el pequeño cono central de una altura relativa de



Foto 33. "Cerros Largos" vistos desde el W. La línea punteada indica el contacto entre la traquiandesita y el esquisto.



Foto 34. "Cerros Largos"

160 mts. más o menos está constituido por roca volcánica. La forma del cono no es regular, formando en su base un óvalo en dirección NE.



Foto 35. Cerro Tiporeco, visto del Sud.
a: traquiandesita b: basamento.

En la formación de este volcán probablemente ha habido una fase explosiva, que dió origen a la chimenea, la cual fué rellenada luego por la roca volcánica. Por lo tanto podemos considerar como última fase del vulcanismo la formación del cono central, al cual consideraremos un domo de intumescencia.

La cantidad de material piroclástico que se encuentra en los alrededores, atestigua el hecho de que ha existido una fase explosiva. Este material expulsado en forma de "lapilli" en parte se depositó en las cercanías y en parte fué llevado y redepositado posteriormente. Efusiones de lava en forma de corrientes no se observan.

En las proximidades de este cerro se encuentran

importantes yacimientos de mármol ónix y aragonita. Son los únicos en esta zona, y sin duda los procesos postvolcánicos han formado estos yacimientos hidrotermales. Rocas como las del Tiporco existen en muchos lugares más, pero los yacimientos de mármol ónix solamente se encuentran en sus alrededores. Tenemos que pensar que los fenómenos postvolcánicos fueron especiales para este lugar o que se trata de una deposición de calizas en forma de mármol, para cuya formación el calcio se encontró solamente en los alrededores del Tiporco.

CERROS DEL ROSARIO

El grupo volcánico más oriental de esta zona está formado por los Cerros del Rosario, o de los 12 Apóstoles, llamados así ^{por} un número igual de picos que se destacan de su macizo.

Los cerros aparecen alineados y sobresalen los siguientes picos: del Rosario, Portezuelo, Aguada, Cerros Largos (del grupo del Rosario), de Los Leones y Realidad. El más alto es el Agujereado con 1450 mts. Los otros están constituidos por peñones muy escarpados, sobresaliendo en la parte occidental el Portezuelo y el de la Huerta; al S el Desbarrancado; al N el de la Aguada y del Coro; al E el de la Sal, de los Lagares, Hinojo Chico y Grande y el Largo.

Estos cerros forman un arco, en cuyo interior se encuentran varios conos volcánicos de menor importancia.

Los que integran el arco son "cúmulos-volcanes", y los del centro, de tamaño más reducido "domos de tapón".

La forma de los diferentes cerros varía algo. El Cerro Rosario, situado al SW, se presenta en forma de un tronco de cono. La plataforma de la cumbre está algo hundida en el centro y se inclina hacia el Oeste. La forma típica del

cúmulo-volcán es bien visible y posiblemente se trata de una efusión que originariamente se levantó más en su centro y después en parte se hundió.

Siguiendo hacia el NE encontramos el Cerro Portezuelo, un domo de intumescencia de forma irregular e inclinado hacia el Oeste. También La Aguada y Cerros Largos, muestran la misma forma; se trata de cúpulas volcánicas.

En la región entre Cerros Largos y Cerro de Los Leones aparecen varios domos de tapón. La composición de las rocas varía muy poco de un cerro a otro. Son todas traquiandesitas de color blanquecino, a gris claro con fenocristales prismáticos muy pequeños de anfíbol.

En las proximidades de algunos de estos cerros hay depositado material piroclástico, sobre todo "lapilli". La composición de los "lapilli" es la misma que la de los Cerros del Rosario, pero de aspecto más poroso. Parte de estos "lapilli" se presentan cementados por material calcáreo.

El Cerro Realidad forma el límite oriental de este grupo, interrumpiéndose aquí la serie volcánica hasta los Cerros del Morro que quedan a bastante distancia y fuera de la zona estudiada.



Foto 36. "Cerros del Rosario", vistos desde el S.E. La línea de puntos señala el contacto entre la traquiandesita y los esquistos cristalinos.



Foto 37. "Cerros del Rosario" vistos desde el Sud. La línea punteada indica el límite de la roca volcánica.

LOS FENOMENOS POSTVOLCANICOS Y LAS ROCAS RELACIONADAS A ELLOS

YACIMIENTO DE MARMOL ONIX

DESCRIPCION DEL YACIMIENTO

En las cercanías del Cerro Tiporco se encuentran extensos depósitos de mármol onix, cuyo origen está relacionado con dicho cerro volcánico.

Estos yacimientos aparecen en bancos más o menos horizontales, siendo la cantera Santa Isabel el yacimiento que posee mayor extensión, constituyendo el único lugar donde los bancos alcanzan gran espesor.



Foto 38. Vista de una parte de la cantera de mármol ónix "Santa Isabel".

Los demás yacimientos, como ser Cantera Vieja, que se encuentra 2 km al Norte de la Santa Isabel, la Cantera Córdoba situada unos 250 mts. al SE de Santa Isabel y la Cantera Overo, al E del Tiporco están constituidas por bancos del-

gados, de poca importancia.

En la Cantera Santa Isabel la formación de mármol ónix se extiende sobre el basamento cristalino, habiéndose depositado discordantemente sobre él.

Dichos mantos poseen espesores variables, y cuando el material fresco y el alterado, alcanzan un máximo de siete metros.

El perfil general de esta cantera, sin considerar el espesor variable de los distintos sedimentos, presenta de abajo hacia arriba la siguiente sucesión: esquistos cristalinos, mármol ónix explotable cuyo espesor es de más de un metro, mármol ónix muy alterado y poroso, tosca y loess.

Este calcáreo no forma capas uniformes sino mantos más o menos interrumpidos; posee color verde claro hasta obscuro y está constituido por aragonita.

Las capas de mármol ónix, y en especial las de tosca, contienen venitas de limonita. Aragonita blanca y fibrosa se suele hallar entre los bancos de mármol ónix.

En la Cantera "Santa Isabel", entre dos bancos de mármol ónix, se encontraron restos fósiles pertenecientes al género Pseudotyrannosaurus (Thyroptheriodon), por éste hallazgo, se determinó la edad de la formación del ónix, que tuvo lugar posiblemente al principio del Pleistoceno, ya que los fósiles hallados son del Plioceno (Araucano).

Siete kilómetros al NE de la cantera "Santa Isabel" se encuentran los depósitos de aragonita de "Las Toscas". Las capas de aragonita, de espesores que alcanzan hasta los 0,20 m están separadas entre sí por otras de aragonita porosa, ó de mármol ónix, verde claro, y hasta por tosca calcárea. En esta parte el espesor total del conjunto asciende a tres metros.



Foto 39. Fotografía tamaño natural de una muestra extraída de la Cantera Santa Isabel.

l - bandas muy finas de limonita.

o - "mármol ónix" de color verde con escasas penetraciones de limonita (l)

a - aragonita fibrosa nacarada.

Entre las dos canteras citadas y a 32 km al NW de La Toma se encuentran depósitos de travertina. La parte superior de ciertas lomas de la zona está constituida por una capa travertínica de 5 a 6 mts. de espesor, que descansa sobre una arenisca tobácea, la que a su vez se encuentra sobre los esquistos cristalinos. Superficialmente estos depósitos están cubiertos por delgadas capas de aragonita fibrosa.

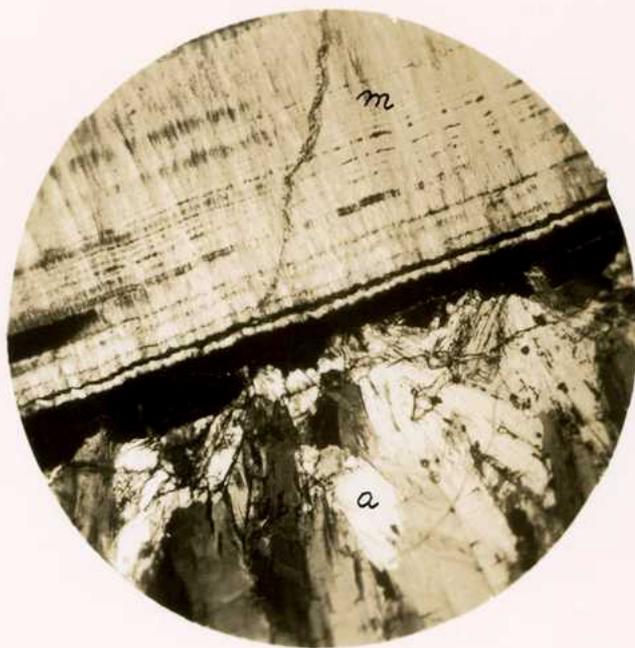
Genéticamente la formación de todos estos depósitos está vinculada a la acción post-volcánica de la erupción traquiandeítica del Cerro Tiporco, manifestada en forma de fuentes termales.

Estas aguas termales, cargadas de sales, aprovechando los desniveles topográficos, invadieron las depresiones y por evaporación han precipitado carbonato de calcio, de hierro, de manganeso etc. dando origen a los depósitos de aragonita, travertina y mármol ónix. En la composición química de las soluciones hubo posiblemente una oscilación constante, puesto que siempre varía la coloración y el tono de las capas.

Las emanaciones se han producido intermitentemente; lo demuestra la interrupción en la deposición del mármol ónix de la Cantera Santa Isabel, lo que dió origen a la formación de dos bancos.

En la zona estudiada los únicos yacimientos de mármol ónix, se encuentra en los alrededores de Cerro Tiporco. Sin duda los procesos post-volcánicos de éste cerro, han sido especiales para este lugar y formadores de estos yacimientos hidrotermales.

Los linerales que componen los bancos calcáreos son: en primer lugar, la aragonita. Esta se presenta en dos formas; ya sea en asociaciones aciculares paralelas entre sí y perpendiculares al plano de estratificación, constituyendo



Microf. 1.- m: mármol ónix
a: aragonita.-



Microf. 2.- Detalle de la aragonita
fibrosa radiada y
entrecruzada.

capas de aspecto fibroso; ó bien en capas de textura densa, con las fibrillas tan finas, que son irreconocibles a simple vista.

La primera variedad es de color blanco, ligeramente amarillento y con brillo sedoso.

La otra variedad de color verde característico, constituye el llamado "mármol ónix". Este color verde se atribuye al contenido de óxido ferroso proveniente de la alteración del bicarbonato ferroso existente en la solución originaria y la diferencia de tonos a la mayor o menor proporción del mismo.

Al microscopio se observa la diferencia de la textura fibrosa del "mármol ónix" y la aragonita propiamente dicha.

En el primero se comprueba así, la presencia de fibrillas muy finas dispuestas perpendicularmente a los planos de estratificación. Entre estos planos hay finas interposiciones de limonita.

En cambio, en la aragonita las fibras son anchas, entrecruzadas ó dispuestas en forma radial y sin planos de estratificación.

Rosenbusch clasifica las rocas eruptivas mesosilíceas en: Andesitas, Traquiandesitas ó Andesitas Alcalinas y Traquitas.

Para el grupo de las Andesitas dice: " Son rocas integradas por una pasta de colores claros,rojizos,gris oscuro hasta negro, verdosos, pardos etc., con fenocristales de feldespatos calcosódicos y otros de biotita,anfíbol y piroxeno. Como accesorios hay apatita,magnetita,titanita,olivina y ortita. Las microlitas de la pasta son de feldespato calcosódico,ácido. Cuando en la pasta hay microlitas de feldespatos alcalinos entran dentro de la denominación de traquiandesitas ó andesitas alcalinas.

Las traquiandesitas se caracterizan por tener una pasta traquítica ó pilotáxica con fenocristales de feldespato calcosódico (andesina básica,labradorita ó bytownita), puede haber escasos fenocristales de sanidina, además hay hornblenda parda,biotita y piroxeno (diópsido ó hipersteno); y la pasta está formada por microlitas de oligoclasa y sanidina en individuos cortos rectangulares, ó como cemento.

Las traquitas son rocas de colores claros a oscuros,amarillentos,rojizos, con fenocristales de feldespato alcalino y calcosódico,biotita,hornblenda parda y ó piroxeno. El feldespato alcalino que predomina es la sanidina; el calcosódico puede variar entre labradorita y andesina. La pasta es traquítica y está formada por tablillas de sanidina y en menor proporción andesina u oligoclasa."

Johannsen las clasifica del siguiente modo:

" Andesitas: con plagioclasa ácida y uno ó más piriboles,son estos los constituyentes principales.Accesorios son:titanita, ortita,apatita,magnetita y ocasionalmente zircón,pirita etc. Granate,olivina, cordierita y tridimita se encuentran a veces. La plagioclasa puede ser oligoclasa ó andesita.La sanidina es muy rara y cuando se la encuentra es rodeando a la plagioclasa. En la pasta de las rocas de transición a las traquitas se encuentra en poca cantidad. Estas rocas son las traquiandesitas.

Traquiandesitas: están constituidas por fenocristales de plagioclasa (oligoclasa, andesina o labradorita), piroxeno, hornblenda parda y biotita.La pasta está formada por microlitas de plagioclasa sódica (oligoclasa o andesina) y sanidina como mineral intersticial o como microlitas equidimensionales. Para la clasificación de éstas rocas cita a Rosenbusch,Brögger, Michel-Levy etc.

Traquitas: estan integradas por fenocristales de sanidina, en menor cantidad plagioclasa que puede ser más o menos básica, biotita,anfíbol y piroxeno, en una pasta formada por microlitas de sanidina y oligoclasa."

Para la clasificación de estas rocas se ha tenido en cuenta la cantidad de sanidina que contienen; y se las ha denominado de la siguiente manera:

Andesitas: cuando la ausencia de sanidina es total.

Traquiandesitas: cuando la pasta está integrada por microlitas de sanidina y plagioclasa, y los fenocristales son en su totalidad de plagioclasa; ó con un porcentaje de fenocristales de sanidina pero siempre en menor cantidad que los de plagioclasa; ó con escasos fenocristales de sanidina y ausencia de ésta en la pasta.-

Traquitas: cuando predomina la sanidina por sobre los demás componentes.-

Nota: Las rocas N^o 1, 2 y 3 han sido clasificadas como traquitas, a pesar que en la preparación microscópica la cantidad de sanidina que aparece es menor que la de plagioclasa.

Se ha hecho esto, por contener la roca cristales de sanidina de hasta 3 cm. de longitud, los cuales no aparecen en el corte microscópico, debido a que por su gran tamaño saltan al desgastar el corte, si se toma un ángulo del cristal, y si se lo toma en su totalidad la preparación estaría integrada únicamente por sanidina.

La cantidad de sanidina que contiene la roca sobrepasa ampliamente la de plagioclasa si se tiene en cuenta que se necesitan aproximadamente 105 tablillas de plagioclasa de 4 mm. de largo por 1 a 2 mm de ancho (que son las que contiene la roca), para cubrir la superficie de un solo cristal de sanidina de 3 cm. de longitud por $\frac{1}{2}$ cm de ancho. Por lo tanto, la roca macroscópicamente se clasificó : TRAQUITA.

La proporción dada en la descripción de la preparación N^o 1,

corresponde al corte microscópico y por lo tanto no está de acuerdo con la clasificación de la roca.

En las descripciones N^o 2 y 3 no se incluyen proporciones de los componentes por el mismo motivo.--

IV

DESCRIPCIONES PETROGRAFICAS

ROCAS ERUPTIVAS

1. Traquita

Localidad: Falda Oeste del Cerro Tomolasta.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris verdoso con fenocristales de plagioclasa, blanquecinos, de uno a cuatro mm de largo y de contornos irregulares. Se observan también fenocristales de sanidina, de aspecto vítreo, incoloros, cuyo tamaño oscila entre uno y tres centímetros y son perfectamente idiomorfos; es debido a estos grandes cristales de sanidina, que se clasificó la roca: traquita; en general los cristales de plagioclasa y sanidina están frescos, no así otros, restos de minerales félicos, que muestran una marcada descomposición, y que son, por otra parte escasos.

La pasta es afanítica, de color gris-verdoso.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa, con una proporción de 47% de anortita, pertenecen a una andesina básica. Presentan complejos de maclas de albita, Carlsbad y periclino. Maclas simples y de penetración. La zonalidad está poco marcada. Los cristales son euhedrales a subhedrales, y de tamaño variable entre 0,2 y 0,4 mm. Están poco alteradas, en algunos una incipiente alteración en caolín. Se observan fracturas rellenas por calcita y clorita. Numerosas inclusiones de apatita.

La sanidina, en relación de 1 a 8 con la plagioclasa, se presenta en fenocristales subhedrales poco desarrolla-

La composición química de las plagioclasas que integran todas estas rocas, ha sido determinada mediante la medida del ángulo de extinción y empleando para algunas la Platina Universal. Para las rocas muy parecidas se han hecho descripciones en conjunto.

dos de 0,5 mm de longitud. Están frescas y con escasas fracturas rellenas por calcita y clorita. Tienen abundantes inclusiones de apatita, zircón y titanita.

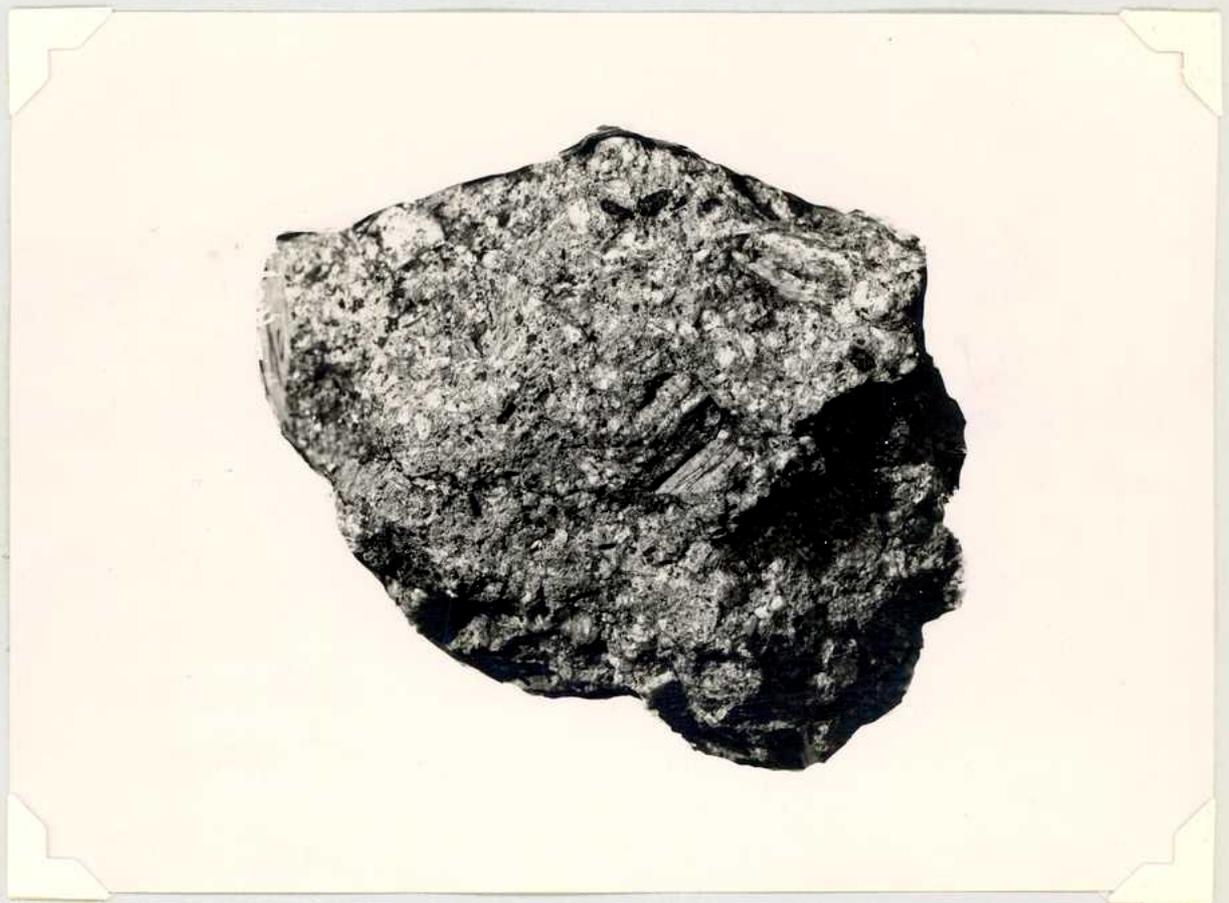
Los minerales fémicos, abundantes y muy alterados; en general, parece haberse tratado de un anfíbol. Se presentan en su mayor parte propilitizados; la clorita y calcita formadas en abundancia y en menor grado el epidoto que se reúne en agregados de cierto tamaño. La magnetita y hematita completan los productos de alteración del anfíbol. La primera formando un reborde obscuro en los cristales.

Como minerales accesorios encontramos apatita y titanita, bastante abundante.

La pasta es microcristalina, afieltrada, con microlitas irregulares y difusas de feldespato, cuyos índices de refracción corresponden a una oligoclasa y más escasos a sanidina. Se observa cuarzo microcristalino relleno de cavidades.

Gran cantidad de pequeños granos de magnetita y hematita profusamente distribuidos en la pasta.

Numerosas cavidades rellenas por calcita y clorita. Esta última se presenta en fibrillas cortas dispuestas en forma esferulítica.



Fot. 40. Traquita del Cerro Tomolasta
s: cristales de sanidina.

2 y 3.

Tranrita

Localidad: Cerro Tomolasta.

Descripción macroscópica: Color gris oscuro, con fenocristales blanquecinos de plagioclasa; de tamaño variable, entre uno y cinco mm, y de contornos irregulares hasta idiomorfos. Se observan fenocristales más pequeños, de aspecto vítreo, que corresponden a la sanidina y otros también de sanidina pero cuyo tamaño llega a los 3 cm. Están perfectamente desarrollados. Hay restos de un mineral fémico muy alterado y escaso.

La pasta es afanítica, de color gris oscuro.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa tienen de 45 a 47% de anortita; es, pues, una andesina básica. Pueden llegar a medir hasta 6 mm y algunos son marcadamente euhedrales. Se observan maclas de albita y Carlsbad, polisintéticas y con ángulos sumamente variados. La zonalidad está poco desarrollada y marcada, aunque algunos poseen zonas oscilantes repetidas ó no. En general son lípidas, casi sin trazas de alteración. Están muy fracturadas y las grietas y fracturas rellenadas por calcita.

En menor proporción se observan fenocristales de sanidina, bastante desarrollados y de contornos irregulares. No se observa alteración. Los restos de minerales fémicos, probablemente anfíbol, están completamente reemplazados por calcita, clorita en fibrillas cortas sin orientación bien definida y óxido de hierro. En los cristales esqueléticos el óxido de hierro, se dispone formando un reborde alrededor de los cristales. Hay inclusiones de zircón.

Apatita, se observa como inclusión en la plagioclasa; y en la pasta en formas rectangulares y exagonales que se reconocen por su baja birrefringencia, extinción recta y relieve característico. Bastante abundante. Algunos fenocristales

son perfectamente idiomorfos y hasta de 0.3 mm de longitud. Titanita muy escasa.

La pasta es microcristalina afieltrada con cristales irregulares y difusos de feldespato, cuyo tamaño puede alcanzar a 0,04 mm y cuyos índices de refracción corresponde al de una oligoclasa sódica y al de una sanidina. La proporción de éste último mineral es mucho menor. La pasta está cubierta de caolín, difusamente distribuido. Se observan también pequeños granos de magnetita y hematita distribuidos en la pasta.

Rellenando cavidades encontramos en forma muy abundante clorita, calcita y cuarzo. La clorita se presenta siempre en forma de esferulitas. El cuarzo tiene extinción ondulada.



Microfot. 3.- Traquita - Cerro Tomolasta (2)
s, sanidina. x 13

4.

Traquita

Localidad: Cerro Los Mellizos.

Descripción macroscópica: Roca de color gris blanquecino claro, con fenocristales blanco-grisáceos de feldespato (plagioclasa).

Se observan además abundantes cristales incolores, de aspecto vítreo, que corresponden a la sanidina. Algunos perfectamente idiomorfos llegan a tener $\frac{1}{2}$ cm. de largo. El material féxico es poco abundante y se presenta finalmente distribuido, en cristales pequeñísimos, los mayores tienen 0,5 mm de longitud y bastante alterados. La pasta afanítica, de color gris claro, está muy alterada.

Se observa un xenolito de 2 x 2,5 cm., de color gris obscuro.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa tienen de 40 a 41% de anortita; es pues, una andesina básica. Pueden llegar a medir 0,4 mm, son subhedrales y llevan nacclas de albита y Carlsbad, polisintéticas y complejos. La zonalidad está poco desarrollada, aunque algunos poseen zonas oscilantes, repetidas o no. La proporción aproximada es de un 30% con respecto a la sanidina.- En general son frescos, en algunas zonales el núcleo está alterado en calcita. Se presentan muy fracturadas y las fracturas están rellenadas con calcita y cuarzo. Inclusiones abundantes de apatita, rutilo y zircón.

La sanidina se encuentra en mayor proporción que la plagioclasa, aunque en cristales de menor tamaño. En general son euhedrales y alcanzan una longitud de 0,2 mm.

Se presentan frescas, en algunas se observa un principio de caolinización, que no pasa de unos cuantos granos de caolín.

Las inclusiones son numerosas. Se observan abundantes inclusiones de apatita y anfíbol (hornblenda?) orientadas. Rutilo, plagioclasa y magnetita, escasas. Inclusiones gaseosas muy abundantes, algunas forman como pequeños rosarios. Fracturas rellenadas por calcita.

El mineral féxico es escaso y está muy alterado. Es anfíbol y corresponde a una hornblenda con pleocroismo entre

amarillo verdoso y pardo oscuro. Se presenta en secciones eu-
hedrales, de hábito prismático y pseudo-hexagonal. La mayor par-
te de los cristales completamente reemplazados por calcita y es-
caso óxido de hierro (magnetita). Este último, en la mayoría de
los casos se presenta formando un borde alrededor del cristal.

Como minerales accesorios encontramos apatita,
muy abundante y en secciones prismáticas y hexagonales.

Magnetita, también abundante y en cristales idio-
morfos: octaedros, cubos y rombos.

La estructura es porfírica, con una pasta micro-
cristalina, con cristales irregulares y difusos de plagioclasa
y sanidina, cuyo tamaño puede alcanzar a 0,02 mm.

Fue posible reconocer la sanidina y plagioclasa
mediante los índices de refracción. El índice de la plagioclasa
corresponde al de una oligoclasa.

La pasta está completamente caolinizada; y se ob-
serva gran cantidad de gránulos pequeños de magnetita, finamente
distribuidos. Calcita y cuarzo, se presentan como material de re-
lleno.

5. Traquandesita

Localidad: Cerro Los Mellizos.

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris oscuro,
con una pasta afanítica muy fina y fenocristales de feldespato
de 4 a 6 mm de largo.

El mineral félico, finamente distribuido está
formado por cristales pequeñísimos, menores de 0,5 mm.

Se observan unas superficies pardo rojizas,
manchadas por óxido de hierro. La roca es dura y densa.

Descripción microscópica: Fenocristales idiomorfos, de tamaño variable entre 0,2 y 0,5 mm de plagioclasa con 40% de anortita. Su composición es por lo tanto la de una andesina básica.

Presentan maclas de albita, Carlsbad y periclinio, simples y polisintéticas formando complejos y zonabilidad muy poco notable. La proporción con respecto a la sanidina es de un 90%. - La plagioclasa se encuentra muy alterada, sobre todo en calcita, sigue en importancia el caolín y luego el cuarzo.

Inclusiones numerosas de apatita y magnetita; escasas de rutilo y zircón.

La sanidina se encuentra en poca cantidad, en fenocristales pequeños, y fresca. Se observan fracturas rellenas por calcita y escasas inclusiones gaseosas y de apatita.

El material ferromagnético, está representado por una biotita, con pleocroismo fuerte, para α = amarillo verdoso β = pardo y γ = pardo. Los cristales en su mayoría son euhedrales con secciones de hábito prismático. El tamaño es bastante variable.

La mayoría de los cristales prismáticos, con clivaje en una sola dirección, se presentan flexionados, con extinción ondulada; se debe esto, a presiones sufridas por los cris-

tales.

La alteración varía entre cristales con poca alteración, hasta completamente reemplazados por calcita y esqueléticos.

En la mayoría de los fenocristales poco alterados, se observa una separación del óxido de hierro, que a dado lugar a la formación de un reborde.

Otros se presentan con alteración de calcita y separación del óxido de hierro.

Y por último encontramos algunos que se encuentran totalmente reemplazados por calcita y cuarzo, con un reborde de óxido de hierro (magnetita). La calcita se presenta aquí en granos pequeños diversamente orientados, formando una asociación con aspecto de mosaico.

En los cristales esqueléticos lo único que se conserva es el reborde de óxido de hierro.

Abundantes inclusiones de apatita, rutilo y zircón.

Entre los minerales accesorios encontramos apatita y magnetita, en sus formas características.

La estructura es porfírica, con una pasta microcristalina afieltrada. Se observan cristales irregulares de sanidina y plagioclasa, los cuales fueron reconocidos mediante los índices de refracción. La plagioclasa es oligoclasa.

La pasta está bastante alterada con caolín; y distribuidos en ella hay gran cantidad de granos pequeños de magnetita. Se observan manchas de óxido de hierro.

Calcita y cuarzo se presentan rellenando cavidades.

6

Traquiandesita

Localidad: Cerro Los Mellizos.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris verdoso con manchas pardo-amarillentas. Fenocristales muy abundantes de plagioclasa; de tamaño variable entre 2 y 5 mm, de color amarillento y anhedrales.

La sanidina se presenta en cristales de aspecto vítreo, subhedrales a euhedrales, con longitud variable entre 6 y 15 mm. El mineral fémico muy alterado, se presenta en escasas tablillas idiomorfas y abundantes cristales muy pequeños.

La pasta es afanítica de color gris verdoso.

Descripción microscópica: La plagioclasa posee 41% de anortita, corresponde a una andesina básica; son en general idiomorfas, con abundante maclado polisintético y complejos albita-Carlsbad. La zonalidad apenas marcada. Los fenocristales están muy desarrollados, alcanzando hasta 0,5 mm de longitud. Alteración incipiente de caolín y sericita. Gran cantidad de fracturas rellenas con calcita y clorita.

Inclusiones escasas de apatita y rutilo.

La sanidina se presenta en cristales subhedrales, con macla de Carlsbad y en bastante cantidad.

Escasa alteración de caolín y fracturas numerosas rellenas con calcita y clorita. Inclusiones no se observan.

El mineral fémico completamente alterado se lo puede clasificar como un anfíbol por conservarse el idiomorfismo de las secciones.

Se presenta totalmente reemplazado por un agregado de calcita y clorita, ésta última escasamente fibrosa, con las fibrillas desorientadas. Separación del óxido de hierro con formación de un reborde.

Como mineral accesorio, apatita, en abundantes fenocristales idiomorfos. Magnetita más escasa, en cristales subhedrales.

La estructura es porfírica, con pasta microcristalina, formada por cristales de plagioclasa y sanidina, ésta última en mayor proporción. Según los índices la plagioclasa es una oligoclasa.

La pasta está muy alterada por caolín, y manchada con óxido de hierro.

La penetración de líquidos hidrotermales se demuestra en la presencia de venas, en las cuales ha cristalizado cuarzo microcristalino y calcita. Esta última se presenta también rellenando cavidades.

7

Traquiandesita

Localidad: Cerro Virgen.

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris amarillento claro. Los fenocristales de plagioclasa, subhedrales, son blanquecinos y con una longitud variable entre 3 y 9 mm.

Muy abundantes son los cristales de aspecto vítreo, perfectamente idiomorfos, que pertenecen a la sanidina. Llegan a medir hasta un cm. y medio ($1\frac{1}{2}$ cm).

El mineral fémico escasísimo está representado por pequeñas tablillas muy alteradas. La textura es porfírica; los fenocristales de plagioclasa y sanidina se encuentran en una pasta afanítica de color gris amarillento.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa (Andesina 32 a 34% de An) son subhedrales, frescos, a veces zonales, maclados según las leyes de Carlsbad, albíta y periclino. La alteración se reduce a un poco de caolín en los bordes. Las inclusiones de apatita y rutilo son frecuentes.

La sanidina bastante abundante, es idiomorfa,

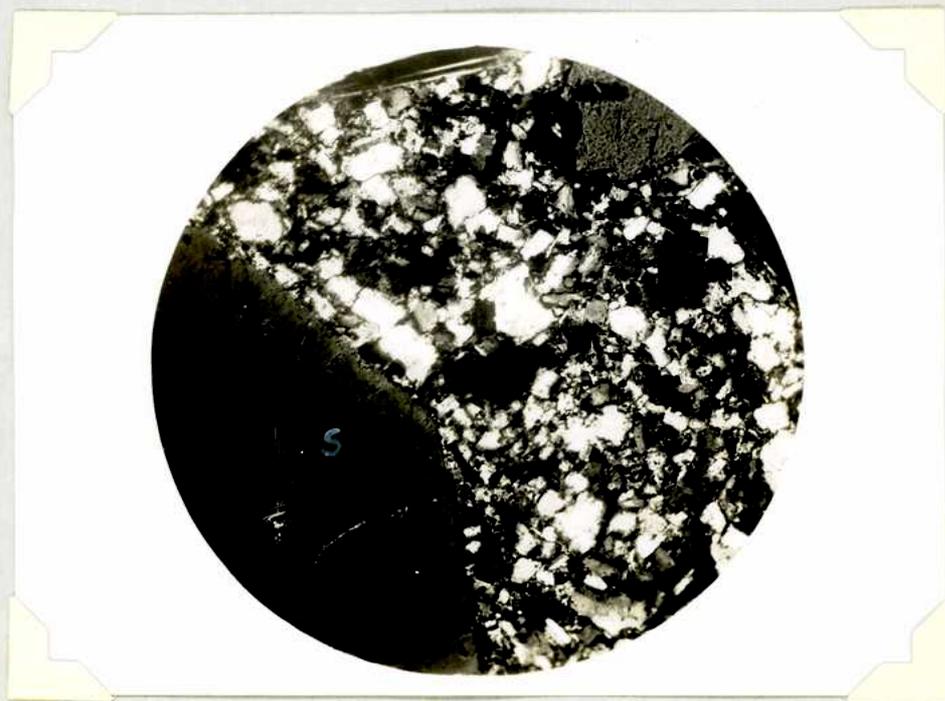
presenta maclas de Carlsbad, y no ha sufrido alteración. Se observan numerosas grietas algunas con penetración de clorita.

Gran cantidad de inclusiones de apatita y rutilo.

Los restos de minerales félicos, probablemente anfíbol, son escasísimos; quedando del mineral original solo sus característicos contornos. Actualmente presentan un margen consistente en granos de óxido de hierro y escasas fibrillas de clorita; también hay algunas hilachas de biotita.

Como minerales accesorios tenemos apatita en sus formas típicas; y titanita en secciones rómbicas, macladas. Magnetita, en cristales idiomorfos, rómbicos y cúbicos.

La pasta es pilotáxica, con microlitas tanto tabulares como equidimensionales de plagioclasa maclada (30% de An).



Microf. 4. Cerro Virgen. s: sanidina
x: 54.

8

Traquiandesita

Localidad: Cerro de Las Cuevas.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris claro con fenocristales de plagioclasa, de tamaño variable entre 1 y 3 mm. La sanidina se presenta en cristales de aspecto vítreo muy abundantes y de 3 a 5 mm de longitud. El mineral fémico está representado por tabillas prismáticas alteradas. La pasta afanítica es de color gris parduzco.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en cristales euhedrales a subhedrales con 32% de An (andesina). Estos fenocristales están maclados según las leyes de Carlsbad y albita; las maclas de penetración son muy comunes y en algunos cristales se observa una ligera zonalidad. Están poco alterados; el caolín se presenta en los bordes siendo el único producto de alteración. La relación plagioclasa-sanidina es de 2 a 1

Están muy fracturadas y las fracturas rellenadas por calcita y escasa clorita.

La sanidina muy abundante, se presenta en grandes cristales euhedrales frescos y fracturados. Las grietas están rellenadas por calcita y clorita fibrosa. Tienen inclusiones de plagioclasa y apatita. El mineral fémico está representado por una hornblenda, con pleocroísmo para α : amarillo verdoso; β : verde oliva; γ : verde parduzco.

Las típicas secciones de anfíbol con clivaje en dos direcciones son perfectamente idiomorfas y están alteradas, habiendo dado lugar la alteración a la formación de un reborde oscuro integrado por pequeños gránulos de óxido de hierro. Algunos cristales se presentan maclados.

Como minerales accesorios hay apatita y gran cantidad de titanita en secciones muy desarrolladas; algunas se presentan macladas.

En la pasta hay cavidades y fracturas rellenadas con cuarzo y calcita.

La estructura de la pasta es típicamente traquítica; está integrada por microlitas de sanidina en disposición paralela y con fluidalidad muy marcada.

Granos de magnetita muy pequeños están profusamente diseminados en la pasta; ésta se presenta en parte alterada en caolín.

9

Traquita

Localidad: Cerro de Los Pájaros.

Descripción macroscópica: El color de esta roca es grisáceo, con fenocristales pequeños de feldespato. La sanidina es muy abundante, predomina y se presenta en cristales perfectamente idiomorfos cuyo tamaño oscila entre 4 mm y 3 cm. Es de aspecto muy vítreo. Macroscópicamente se ha clasificado esta roca como traquita, a pesar de que los grandes cristales de sanidina no aparecen en el corte microscópico.

El material fémico, está representado por tablillas alargadas, muy alteradas.

La pasta afanítica, está manchada con óxido de hierro.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa, tienen de 46 a 48% An. es pues, una andesina básica. Son subhedrales y llevan maclas de albita y Carlsbad, polisintéticas y complejos.

La zonalidad está poco desarrollada. Escasa alteración en caolín. Muy fracturadas y con las grietas rellenas por calcita y clorita.

La sanidina se presenta en grandes cristales, limpios, con maclas de Carlsbad y bastantes fracturados. Las fracturas están rellenas por calcita, clorita y un poco de óxido de hierro. En algunos cristales la alteración de calcita

ha penetrado a través de las líneas de clivaje. Numerosas inclusiones de apatita y zircón.

El mineral fémico quedó reducido a escasos cristales esqueléticos.

Como minerales accesorios hay apatita y escasa titanita.

La pasta es traquítica, las microlitas de sanidina están cementadas por tridimita. Hay algunas cavidades rellenas por calcita. La pasta está muy manchada por óxido de hierro.

10

Traquiandesita

Localidad: Cerro El Canutal

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris claro, con abundantes fenocristales blanquecinos de feldespato, de 3 a 6 mm de longitud y poco idiomorfos.

El material fémico, probablemente anfíbol es muy abundante. Se observan tablillas prismáticas perfectamente idiomorfas de 2 a 3 mm de longitud.

Además el mineral fémico se presenta finamente diseminado, en cristales pequeñísimos, cuyo tamaño oscila alrededor de 0,5 mm y aún menores.

La pasta afanítica, gris clara, es escasa, y en algunas partes se encuentra un poco caolinizada.

Descripción microscópica: Abundantes fenocristales, muy desarrollados, de plagioclasa, con idiomorfismo bastante marcado. La proporción de anortita es de 34%, es por lo tanto, una andesina ácida. Se observan abundantes maclas de albita, Carlsbad y periclino, polisintéticas y de penetración. La zonalidad está muy marcada. Las zonas son recurrentes; el núcleo pertenece a una andesina básica con 44% de An, siguen luego zonas en las cuales la proporción de anortita disminuye paulatinamente, hasta llegar

a un 34%; aumenta luego bruscamente a 44%, para disminuir nuevamente y continuar ésta alternancia hasta llegar a la periferia con 34% de An.

El estado de conservación es bueno, en algunas plagioclasas zonales se observa un principio de caolinización en el núcleo. Se presentan en general, muy fracturadas.

Inclusiones de apatita y rutilo.

El mineral fémico está representado por una hornblenda. Esta se presenta en cristales euhedrales, en secciones de hábito pseudo-hexagonal con clivaje en dos direcciones, y secciones prismáticas.

El pleocroismo es para α = amarillo verdoso; β = verde oliva, γ = verde oscuro. El tamaño de los fenocristales varía entre 0,1 y 0,2 mm.

Se observan algunos cristales zonales, y otros maclados, con plano de macla. $\{100\}$

En general, se presentan rodeados por pequeños granos de óxido de hierro; forman éstos un reborde.

Inclusiones de apatita y zircón. No se observan halos pleocroicos.

Como minerales accesorios, encontramos apatita, titanita y magnetita.

La apatita se presenta en secciones hexagonales y prismáticas, con su relieve, birrefringencia y parting característicos; es bastante abundante.

La titanita se encuentra en una proporción igual a la de la apatita, o un poco mayor, en cristales anhedrales (escasos euhedrales, secciones rómbicas) con parting muy marcado.

Se presentan algunos cristales maclados; maclas simples con plano de macla según $\{100\}$ y maclas polisintéticas.



Cerro Canutal.
p: pasta traquítica, fluidal.
x: 93

La magnetita es bastante abundante, se presenta en cristales anhedrales a euhedrales, con sus secciones características: octaedros, triángulos, cubos y rombos.

La pasta es traquítica, con microlitas tabulares de sanidina de alrededor de 0,01 mm, casi siempre con macla de Carlsbad, orientadas en forma que dan lugar a una fluidalidad local, y un cemento feldespático en parte caolinizado. La plagioclasa de los microlitas es una oligoclasa básica, con 28% de An.

Los granos de magnetita, cúbicos y muy pequeños están profusamente diseminados en la pasta.

Se observa cuarzo microcristalino, ya diseminado en la pasta, ya agrupado en masas o rellenando cavidades.

Se encontró además tridimita, en poca cantidad, y rellenando cavidades.

11

Traquiandesita

Localidad: Cerro Pajoso.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris claro, con abundantes fenocristales blanquecinos de feldespato. Estos son bastante idiomorfos y el tamaño varía entre 4 y 9 mm. El mineral fémico es muy abundante, pero los cristales son pequeñísimos, salvo escasas tablillas prismáticas muy finas que llegan a medir 6 mm.

La pasta es afanítica, gris clara.

En algunos puntos de la roca se observa una concentración de la pasta y el mineral fémico, con ausencia de feldespato.

Descripción microscópica: La plagioclasa es una andesina ácida con 36% de anortita. Se presenta en fenocristales subhedrales, con complejos de maclas de albita, Carlsbad y periclino. Muy

alterada en calcita y escaso caolín. En algunos cristales la calcita está reemplazando totalmente a la plagioclasa.

La sanidina, en menor proporción que la plagioclasa, se presenta en secciones casi idiomorfas, frescas, con fracturas rellenas con calcita.

El mineral fémico muy alterado, parece pertenecer a un anfíbol, por los cristales esqueléticos que se conservan. Los restos consisten en agregados de clorita, en fibrillas cortas, sin orientación bien definida y calcita. Esta última se presenta en agregados finos, diversamente orientados, lo que dá lugar a una estructura de mosaico.

Se observan en el anfíbol abundantes inclusiones de apatita y más escasas de zircón.

Como mineral accesorio hay abundante apatita en secciones hexagonales y prismáticas muy desarrolladas y magnetita.

La pasta es microcristalina afieltrada, con cristales irregulares y difusos de feldespato, cuyo tamaño puede alcanzar a 0,04 mm, y cuyo índice corresponde al de una plagioclasa sódica (oligoclasa ácida).

La pasta, está cubierta de gránulos de caolín y clorita difusamente distribuída. La calcita lo mismo que la clorita, se presentan como material de relleno.

Esta última en forma de fibrillas cortas, algunas veces orientadas, formando esferulitas, y otras sin orientación definida.

La estructura es porfírica.



Cerro Pajoso. Aum.230. Inmersión en aceite de cedro.- a: anfíbol totalmente reemplazado.- p: pasta microcristalina.

12.-

Andesita

Localidad: Tres Cerritos.

Descripción macroscópica: La pasta afanítica de esta roca es gris oscura y en ella se distribuyen los fenocristales de plagioclasa, muy abundantes, y más escasos los minerales félicos.

Los fenocristales más ó menos equidimensionales, están dispuestos siguiendo líneas casi paralelas lo que le dá a la roca un aspecto fluidal.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en grandes cristales, poco alterados y con las típicas maclas de albita, Carlsbad y de penetración; estas maclas se combinan dando complejos. Hay cristales fuertemente zonales.

Es una andesina ácida con 31% de An. La alteración se reduce a un poco de caolín; algunas están muy fracturadas, y las fracturas rellenas por calcita y escasa clorita.

Inclusiones de apatita.

El mineral félico, está representado por una hornblenda con pleocroísmo para α = amarillo verdoso; β = verde oliva; γ = verde obscuro.

Se presenta siempre en secciones rómbicas a pseudo-hexagonales y prismáticas, casi idiomorfas y con el clivaje típico. Se observan maclas con plano de macla según (100).

La desferrización del anfíbol ha dado lugar a la formación de un reborde de óxido de hierro, alrededor de los cristales.

En parte, está también cloritizado y la alteración en calcita no es rara, sobre todo en el centro del cristal. Esta última también ha penetrado a través de las líneas de olivaje. Escasos cristales esqueléticos.

Hay inclusiones de apatita, titanita y zircón.

Como minerales accesorios encontramos apatita y titanita. La titanita muy abundante, en cristales euhedrales de sección rómbica aguda; y en cristales anhedrales. Maclas simples y polisintéticas, bastante comunes.

La pasta es pilotáxica, está integrada por micro-litas muy pequeñas de plagioclasa maclada y en disposición marcadamente fluidal. Hay un cemento feldespático, de índice bajo, que probablemente sea de sanidina.

Toda la pasta está alterada en caolín y manchada por óxido de hierro y gran cantidad de granos de óxido de hierro están diseminados en ella. Se observan algunas cavidades rellenas por cuarzo y calcita.

13.-

Traquiandesita

Localidad: Cerro Sulupe

Descripción macroscópica: La pasta afanítica de esta roca es gris obscura y en ella se distribuyen los fenocristales de plagioclasa muy abundantes, y minerales félicos escasos.

Los fenocristales más o menos equidimensionales están dispuestos siguiendo líneas casi paralelas lo que le da a la roca un aspecto fluidal.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en grandes cristales, poco alterados y con las típicas maclas de albita, Carlsbad y de penetración; estas maclas se combinan dando complejos. La zonalidad bastante marcada, se observa en casi todos los cristales.

Corresponde a la plagioclasa, aproximadamente el 80% sobre el total de los fenocristales de la preparación.

Es una andesina ácida con 34% de An. La alteración se reduce a un poco de caolín y bastante calcita; algunas están muy fracturadas, y las fracturas rellenas por calcita y escasa clorita. Hay inclusiones de apatita.

El mineral félico, está representado por una hornblenda con pleocroismo para α = amarillo verdoso; β = verde oliva; γ = verde oscuro.

Se presenta siempre en secciones rómbicas a pseudo-hexagonales y prismáticas, casi idiomorfas y con el clivaje típico. Se observan maclas con plano de macla según (100).

La desferrización del anfíbol ha dado lugar a la formación de un reborde de óxido de hierro, alrededor de los cristales. En parte está también cloritizado y la alteración en calcita no es rara. Escasos cristales esqueléticos.

Hay inclusiones de apatita, titanita y zircón.

Como minerales accesorios encontramos

apatita y titanita. La titanita muy abundante en cristales euhedrales de sección rómbica aguda; y en cristales anhedrales. Macclas simples y polisintéticas, bastante comunes.

La pasta es traquítica y está integrada por microlitas muy pequeñas de sanidina y plagioclasa, en disposición marcadamente fluidal. Hay un cemento feldespático que probablemente sea de sanidina.

Se observa una incipiente alteración en caolín y gran cantidad de granos de óxido de hierro, están diseminados en la pasta. Se observa cuarzo y calcita intersticial.

14.- Traquiandesita

Localidad: Cerro al S del Sulupe

Descripción macroscópica: Roca de color gris obscuro con fenocristales de plagioclasa y minerales félicos, muy abundantes.

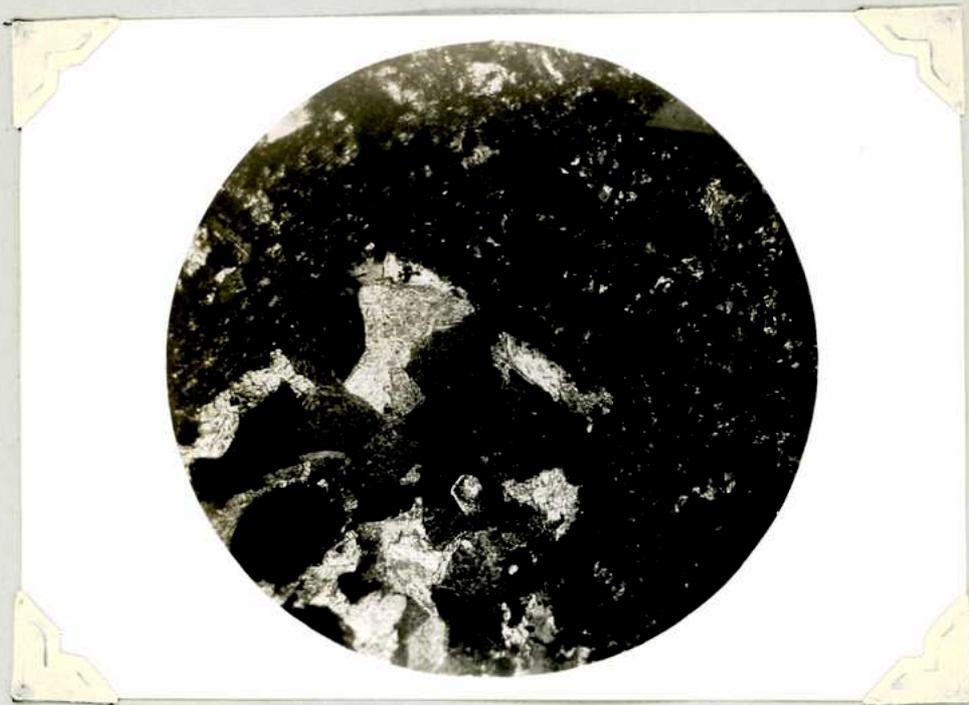
Se observan pequeñas cavidades en la pasta, rellenas con calcita.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en grandes cristales con las típicas macclas de albita, Carlsbad y de penetración; estas macclas se combinan dando complejos. El 70% de los fenocristales son de plagioclasa.

La zonalidad bastante marcada se observa en casi todos los cristales.- Es una andesina ácida con 32% de An. La alteración se reduce a caolín y calcita; algunas están fracturadas, y las fracturas rellenas por calcita y escasa clorita.

Hay inclusiones de apatita.

El mineral félico, está representado por una hornblenda con pleocroismo para α -amarillo verdoso; β -verde oliva; γ -verde obscuro. Se presenta siempre en secciones rómbicas a pseudo-hexagonales y prismáticas, casi idiomorfas y con el cli-



Cerro al S del Sulupe.- Cavidad en la
pasta, rellena con calcita.-

vaje típico. Se observan maclas con el plano de macla según (100).

La desferrización del anfíbol ha dado lugar a la formación de un reborde de óxido de hierro, alrededor de los cristales. En parte, está también cloritizado y la alteración en calcita es frecuente. Hay inclusiones de apatita, titanita y zircón.

Como minerales accesorios encontramos apatita y titanita; esta última muy abundante en cristales rómbicos y anhédrales.

La pasta es traquítica y está integrada por micro-litas muy pequeñas de sanidina y plagioclasa maclada, en disposición ligeramente fluidal. El cemento feldespático es de sanidina. La pasta está bastante caolinizada y gran cantidad de granos de óxido de hierro están diseminados en ella.

Hay numerosas cavidades rellenas con calcita y cuarzo.

15

Traquiandesita

Localidad: Cerro situado entre el Río Carolina y el Cerro Tomolasta.

Descripción macroscópica: Es una roca de color verde claro con fenocristales de feldespato muy desarrollados; llegan a medir hasta 10 mm, y se distinguen fácilmente el maclado según la ley de Carlsbad.

Fenocristales negros, prismáticos, pequeños ge-

neralmente no pasan de 2 mm) y que por sus formas parece haberse tratado de un anfíbol hoy completamente alterado, los encontramos en gran cantidad, y orientados en tal forma, que le dan un ligero aspecto fluidal a la roca.

La pasta es afánítica, densa, y de color verde claro.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en cristales anhedrales, y pertenece a una andesina (con 35% de An).

El tamaño oscila alrededor de los 0,3 mm. Se observan maclas simples y polisintéticas de albita y Carlsbad. Zonalidad apenas visible. Poco alteradas en calcita. Inclusiones escasas de apatita.

La sanidina, bastante abundante se presenta en fenocristales idiomorfos muy desarrollados. El estado de conservación es bueno. Fracturas escasas rellenas con calcita y clorita. Inclusiones no se observan.

Por las secciones idiomorfas que se conservan el mineral fémico puede clasificarse como anfíbol. Está completamente alterado en calcita, y escasa clorita; separación del óxido de hierro con formación de un reborde. La calcita se presenta en agregados finos, diversamente orientados, lo que da lugar a una estructura de mosaico.

Como accesorios hay apatita, magnetita y escasa titanita.

Las microlitas, tabulares delgadas, de sanidina y escasa plagioclasa forman una estructura traquítica. Como corresponde a la estructura, las microlitas se orientan dando lugar a una fluidalidad muy marcada.

La pasta se presenta en parte caolinizada, y alterada en calcita. Magnetita, en granos pequeños, se encuentra finamente distribuida en ella.

Calcita secundaria y cuarzo, como material in-

16

Traquiandesita

Localidad: Cerros situados entre Río Carolina y C^o Tomolasta.

Descripción macroscópica: Roca densa y dura, de color gris obscuro, con una pasta afanítica muy fina. Abundantes fenocristales blanquecinos, pequeños de feldespato. El ferromagnésico escaso y muy alterado.

Macroscópicamente se observa una leve fluidalidad.

Descripción microscópica: Plagioclasa abundante, en fenocristales de 0,1 a 0,4 mm de longitud y de secciones euhedrales, con 40 a 42% de Anortita (andesina).

Su maclado regularmente abundante, con complejos albita-Carlsbad, maclas simples y polisintéticas de albita, y de penetración.

Zonalidad levemente marcada.

Incipiente alteración de caolín y más abundante en calcita. Grietas escasas rellenas con clorita y calcita. Grietas escasas rellenas con clorita y calcita.

Sanidina escasa, en cristales pequeños y frescos. El mineral ferromagnésico es anfíbol, completamente alterado. Predomina la clorita como producto de alteración, y el óxido de hierro; en segundo término la calcita.

Abundantes cristales esqueléticos.

La pasta es pilotáxica, formada por abundantes microlitas tabulares de plagioclasa maclada (oligoclasa básica, con 28% de An) y escasa sanidina. Como corresponde a la estructura, las microlitas se orientan en forma marcadamente fluidal. La pasta está muy alterada en caolín y calcita. Los granos de magnetita, cúbicos y muy pequeños, están profusamente diseminados en la pasta.

Abundante calcita esferolítica relleno cavi-

dades. Cuarzo escaso como material intersticial.

17

Traquita.

Localidad: Cerros situados entre Río Carolina y el C^o Tomolasta.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris claro con abundantes cristales alotriomorfos de color blanco ligeramente parduzco, de feldespato. En igual proporción cristales perfectamente idiomorfos, maclados (macla de Carlsbad) incoloros, de aspecto vítreo y de 3 a 5 mm de longitud, que corresponden a la sanidina.

Abundante material fémico que se presenta en cristales prismáticos (tablillas) de 1 a 5 mm de longitud y de color negro.

Pasta afanítica, densa, de color gris claro.

Descripción microscópica: Sanidina, muy abundante, en fenocristales subhedrales muy desarrollados; con macla de Carlsbad. Fresca, escasísima alteración en caolín. Grietas y fracturas rellenadas con calcita. Inclusiones de apatita, plagioclasa y magnetita, escasas. Su proporción alcanza a un 80% sobre la plagioclasa. Esta última, en menor proporción, con 48% de anortita, es una andesina. básica.

Incipiente alteración de caolín, fracturas rellenadas con calcita. Maclas polisintéticas de albita y Carlsbad. Inclusiones escasas de apatita.

Mineral fémico muy abundante y poco alterado. Secciones euhedrales y anhedrales de anfíbol: hornblenda, con pleocroismo para α = amarillo verdoso; β = verde oliva γ = verde obscuro. Maclas simples y polisintéticas. Inclusiones de apatita.

Por separación del óxido de hierro, se ha forma

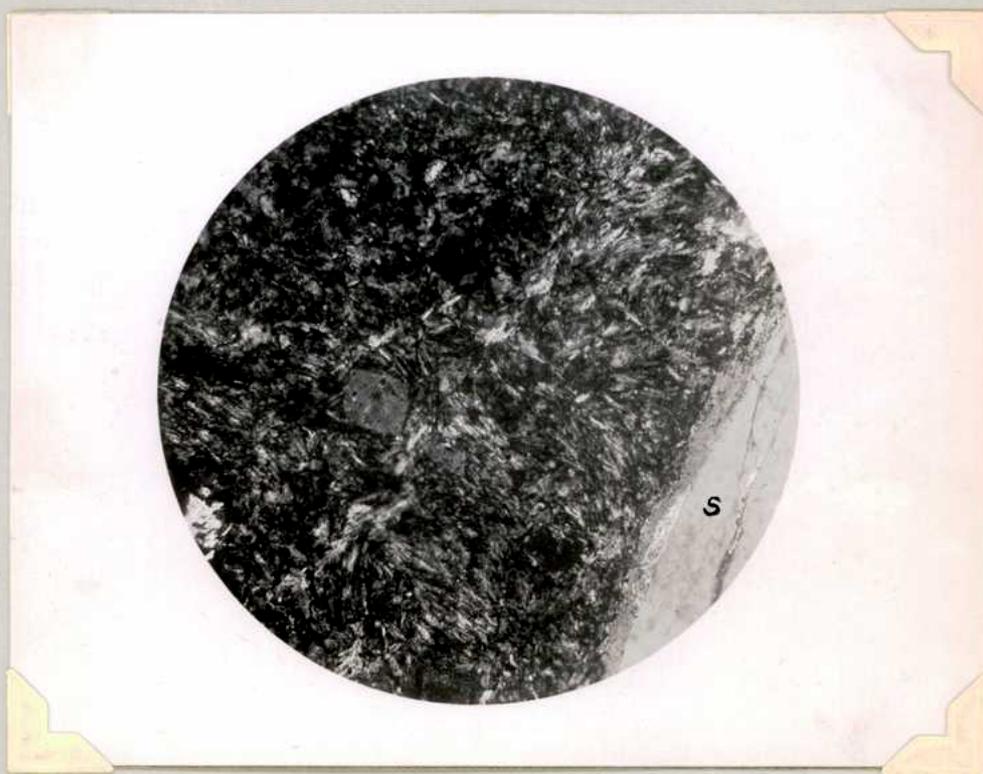
do un pequeño reborde de magnetita secundaria.

Entre los minerales accesorios, encontramos titanita, en secciones subhedrales, hasta de 0,6 mm de longitud. Maclas polisintéticas.

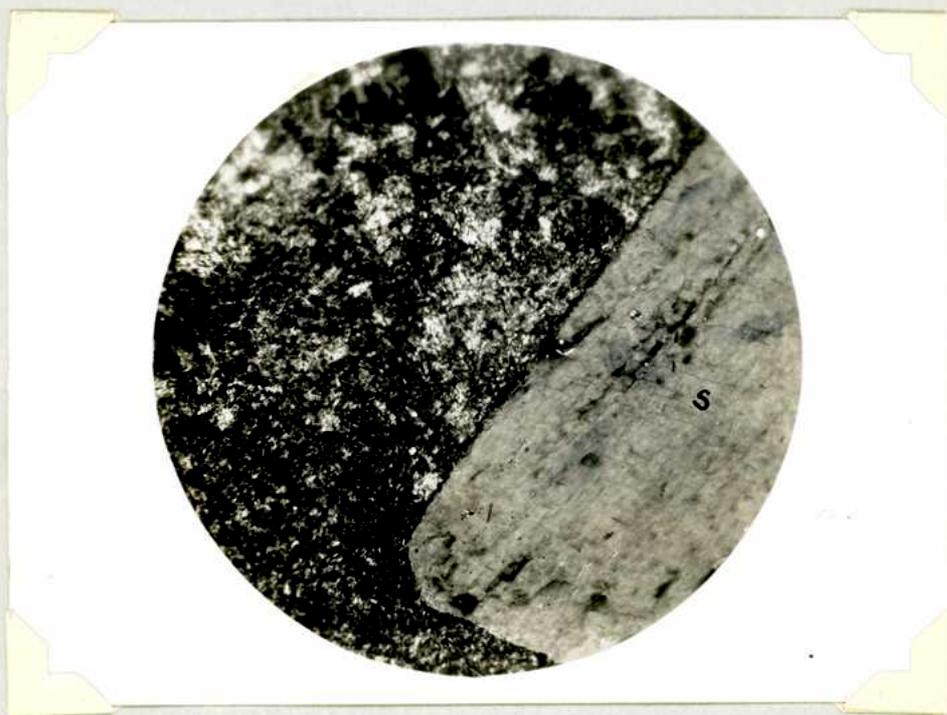
Apatita, muy abundante, en secciones prismáticas y hexagonales características.

La magnetita se presenta en cristales idiomorfos (octaedros, cubos y rombos) en forma bastante abundante.

La pasta es traquítica; formada por microlitas de sanidina, en disposición paralela y con fluidalidad muy marcada.



Traquita.- - Cerro situado entre el río Carolina y el Cerro Tomolasta.
Detalle de la pasta traquítica fluidal.
s, sanidina x: 13



Microf. 8. Traquita.- Cerro situado entre el río Colorado y el Cerro Tomolasta.
s, sanidina: Pasta fluidal x: 13

18

Traquiandesita

Localidad: Cerro Las Moscas. Situado entre el C^o Tomolasta y el Arroyo de la Cañada Honda.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris con fenocristales pequeños de feldespato. El material fémico es muy abundante. Los individuos son prismáticos en general, y con una longitud que oscila entre los 2 y 6 mm. Algunos se presentan muy alterados.

La pasta es afanítica, de color gris y está manchada con óxido de hierro.

Descripción microscópica: Fenocristales de plagioclasa de tamaño variable entre 0,1 mm y 0,3 mm. Tienen 34% de anortita; es por lo tanto una andesina. Algunos son marcadamente idiomorfos. Se observan maclas de albita, Carlsbad y periclino, polisintéticas, complejos y maclas de penetración.

Existe zonalidad en algunos cristales, pero muy débil. El estado de conservación es muy bueno, sin trazas de alteración. Fracturas rellenadas por clorita. Inclusiones escasas de apatita.

Los cristales de mineral fémico, bastante abundantes pertenecen a una hornblenda basáltica, fuertemente pleocroica: α = amarillo, β = pardo, γ = pardo rojizo, y con ángulo de extinción próximo a 0°.

El idiomorfismo es bastante notable, y el tamaño de los fenocristales variable.

Están muy alterados por óxido de hierro. En algunos casos se observa únicamente un reborde de óxido de hierro, dando lugar a cristales esqueléticos. En otros el cristal se conserva bastante fresco, presentando en todo su borde pequeños gránulos de óxido de hierro. Son relativamente abun-

dantes los agregados de óxido de hierro en pseudomorfismo según hornblenda, cuyas secciones rómbicas y prismáticas han quedado conservadas.

El óxido de hierro era primitivamente magnetita, ahora alterada, en gran parte, en hematita. La alteración de la hornblenda basáltica, parece haber incluido en algunos casos la formación de piroxeno.

Como minerales accesorios encontramos: apatita, en secciones hexagonales y prismáticas y en poca cantidad.

Titanita, sumamente abundante, en cristales perfectamente idiomorfos, hasta de 0,5 mm de longitud. Se presenta maclado, con (100) como plano de macla, y maclas polisintéticas paralelas a (221).

La pasta es de estructura traquítica, y las micacitas delgadas de sanidina, tienen una longitud de 0,01 mm. Presentan macla de Carlsbad.

Se observa en las microlitas una marcada tendencia a orientarse, lo que da lugar a una fluidalidad casi total. Microlitas de plagioclasa más escasas.

La magnetita está representada por numerosas y pequeños cristales, finamente distribuidos en la pasta.

19

Traquiandesita

Localidad: Cerro del Valle (Ladera Sur).

Descripción macroscópica: Es una roca de textura porfírica, con pasta afanítica gris oscura a gris verdoso con fenocristales blanquecinos irregulares, de feldespato.

Los de aspecto vítreo, de mayor tamaño, idiomorfos, pertenecen a la sanidina. La plagioclasa se presenta en cristales mucho más pequeños, subhedrales y en mayor cantidad

que la sanidina.

El mineral fémico, muy escaso y alterado.

Descripción microscópica: La plagioclasa con 37% de anortita, es una andesina ácida. Se presenta maclada según las leyes de albita, Carlsbad y periclino, en complejos sumamente variados. La zonalidad está poco desarrollada, aunque algunos poseen zonas oscilantes, repetidas o no.

Se encuentran muy fracturadas y algunas grietas rellenadas con calcita y clorita. Abundantes inclusiones de rutilo y apatita.

Sanidina escasa, en cristales pequeños euhedrales y frescos, y en relación de 1 a 5 con respecto a la plagioclasa.-

Los restos de alteración de antiguos minerales fémicos (hornblenda?) consisten en agregados pseudomorfos de calcita, clorita y cuarzo. En algunos cristales la clorita fibrosa se dispone todo alrededor y el centro está ocupado por calcita y cuarzo microcristalino. En otros, por el contrario, es el cuarzo el que forma el reborde, y la clorita, con las fibrillas orientadas formando esferulitas, y la calcita ocupan el centro. En las primitivas secciones del anfíbol, con dos ejes, se observa además clorita, no fibrosa, que ha penetrado a través de las líneas de clivaje. Hay también inclusiones de apatita, zircón y óxido de hierro.

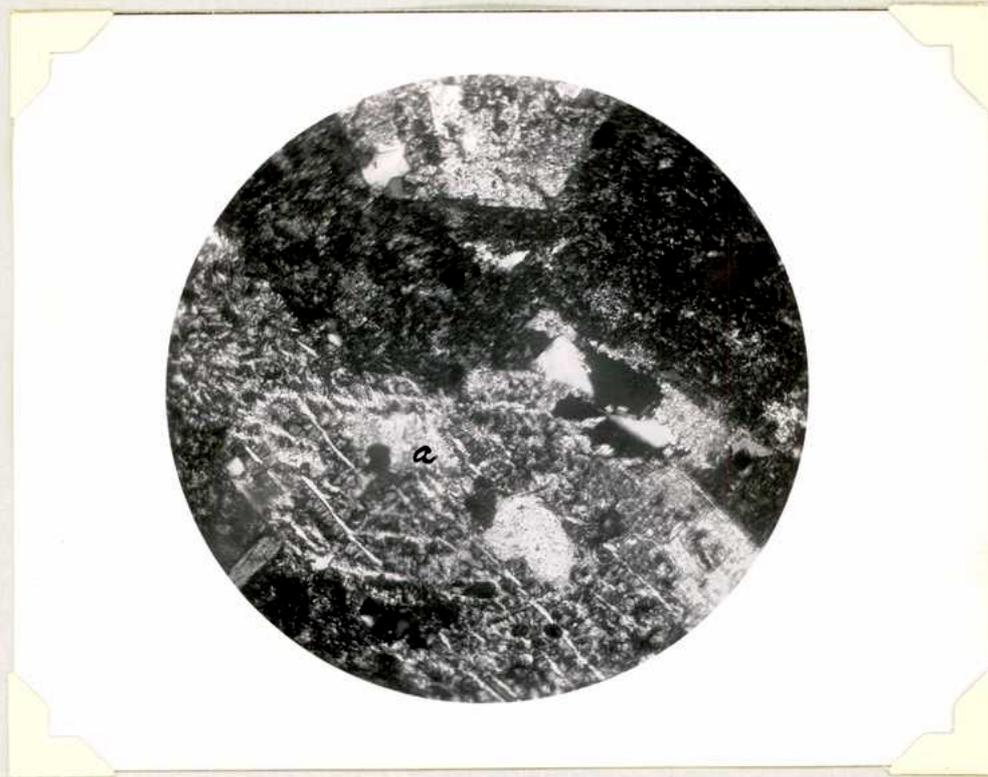
Apatita y titanita, como accesorios, bastante abundantes. Magnetita en secciones idiomorfas.

La pasta, traquítica, está formada por sanidina y clorita intersticial. La fluidalidad es escasa y más bien local.

Además por penetración de soluciones silíceas, ha cristalizado cuarzo microgranular, en agregados de pocos cris-

tales, diseminados irregularmente en la pasta, o formando venas que en ocasiones atraviesan fenocristales de plagioclasa.

Granulaciones de caolín y magnetita se hallan esparcidos en la pasta.



Traquiandesita.- Cerro del Valle, ladera Sur a, anfíbol. Detalle de un cristal de hornblenda alterado en calcita, clorita y cuarzo. Se observa la penetración de clorita a través de las líneas de clivaje. x: 83

20

Traquiandesita

Localidad: Cerro del Valle (cumbre del cerro).

Descripción macroscópica: Posee esta roca una pasta de color gris oscuro con fenocristales blancos de plagioclasa que llegan a medir casi un cm. Se observan además cristales de sanidina, perfectamente idiomorfos de dos cm de longitud.

Abundantes fenocristales negros, que corresponden al mineral fémico, se presentan en forma de tablillas alargadas, de tamaño variable entre dos mm y $1\frac{1}{2}$ cm.

La pasta es afanítica.

Descripción microscópica: La textura porfírica está dada por fenocristales de plagioclasa, sanidina y anfíbol, y una pasta feldespática.

La plagioclasa se presenta en cristales subhedrales a euhedrales, con 36% de anortita, es una andesina ácida. El 90% del feldespato pertenece a la plagioclasa.

La alteración se reduce a una escasísima caolinitización. Se observan complejos de maclas sumamente variados, según las leyes de albita, Carlsbad y periclino. La zonalidad está muy poco marcada. Algunas muy fracturadas. La sanidina escasa, en cristales idiomorfos pequeños; fresca.

El anfíbol, abundante, en cristales de tamaño variable, es una hornblenda, con pleocroísmo para α - amarillo verdoso; β = verde oliva; γ = verde oscuro.

Se presenta en sus secciones típicas, perfectamente idiomorfas, y macladas, con un reborde fino, formado por pequeños granos de magnetita. En algunos se observa una leve zonalidad.

Está alterada en magnetita, epidoto y escasa calcita.

En algunos cristales, se observa un pasaje a un clinopiroxeno.

Las inclusiones de apatita y titanita son numerosas, sobre todo las de ésta última, que se presenta en su típica forma rómbica aguda.

Como accesorios, encontramos titanita, en gran cantidad, apatita y magnetita. La pasta, traquítica, está formada por sanidina. En algunas microlitas, se observan maclas de Carlsbad. Microlitas de plagioclasa más escasas.

Como material de relleno, hay cuarzo secundario.

La pasta está cubierta de gránulos de caolín y pequeños cristales de magnetita.



Traquiandesita.- Cerro del Valle, ladera Sur.
s, sanidina. Pasta traquítica poco fluidal.-
x: 83

21

Traquiandesita

Localidad: Cerro Sololosta

Descripción macroscópica: En una pasta afanítica de color gris, están distribuidos los fenocristales blanquecinos de plagioclasa. La sanidina muy vítrea, se presenta en cristales idiomorfos, pequeños. El mineral fémico abundante, está representado por tablillas prismáticas muy delgadas de longitud oscilante entre 2 y 8 mm; otras tablillas son casi cuadradas.

Descripción microscópica: La plagioclasa, completamente fresca, se presenta en cristales subhedrales maclados según las leyes de albita, periclino y Carlsbad. La proporción de An es de 36%, es por lo tanto una andesina ácida.

En algunas plagioclasas zonales, se observa un reborde alterado en caolín. Tienen numerosas inclusiones de apatita y zircón.

La sanidina muy escasa se presenta en cristales

pequeños sin alterar.

La hornblenda está muy alterada, el óxido de hierro se ha separado formando un borde alrededor de los cristales. En algunas se observa una ligera zonabilidad. Hay inclusiones de zircón, titanita, piroxeno y apatita.

Hay también fenocristales casi idiomorfos de diópsido; son escasos y se presentan muy fracturados.

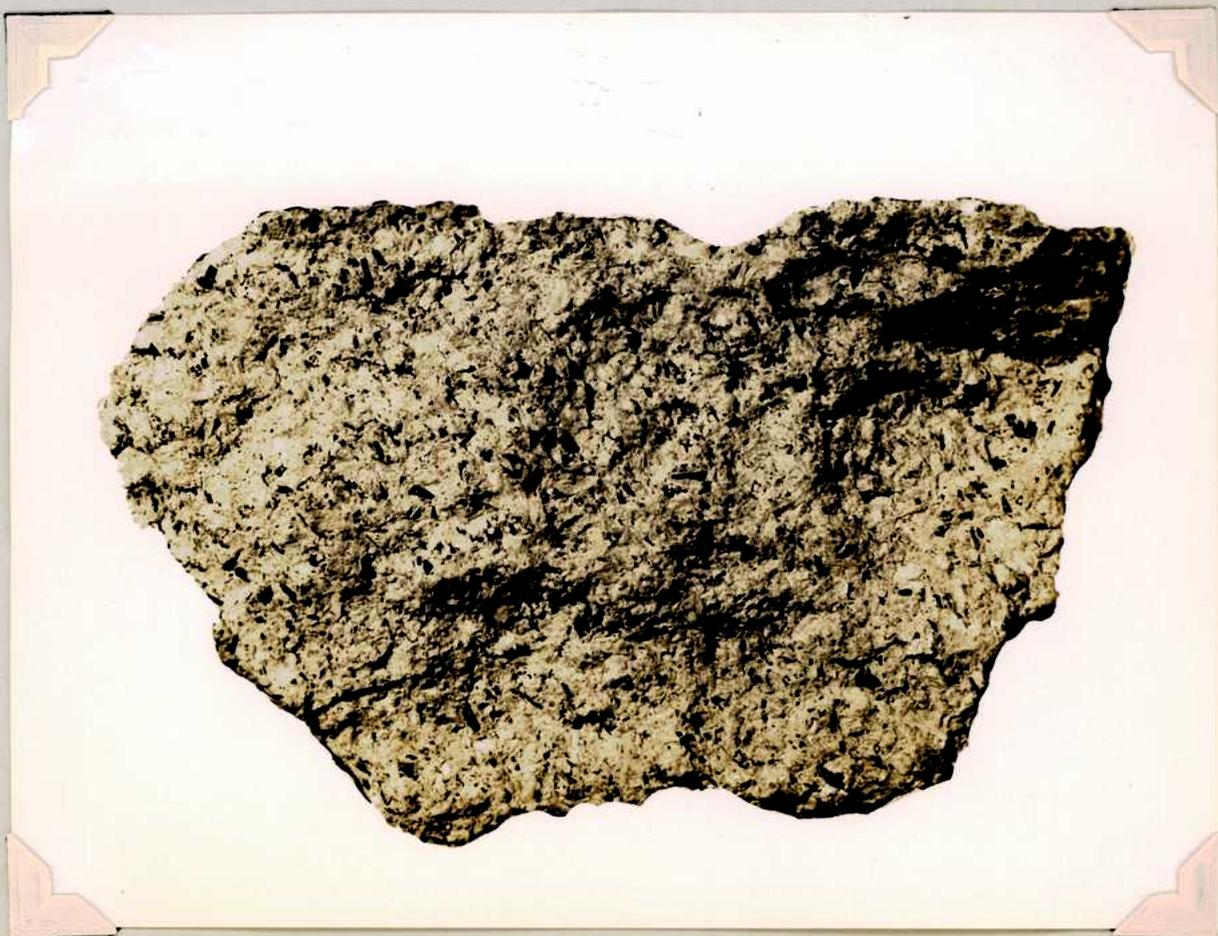
Como minerales accesorios hay, titanita, apatita, epidoto. La titanita es perfectamente idiomorfa, los cristales son grandes, maclados y muy abundantes.

La estructura de la pasta es porfírica afieltrada, con tendencia a pilotáxica.

Está integrada por microlitas de plagioclasa, las más grandes macladas, y es una andesina ácida.

En la pasta hay cavidades rellenas por cuarzo, de bordes sinuosos y extinción ondulada.

Se observan gránulos de magnetita finamente distribuidos en la pasta.



Fot. 41. Traquiandesita. Cerro Sololosta.

22 -

Traquiandesita

Localidad: Cerro situado entre C^o del Valle e Intihuasi

Descripción macroscópica: En una pasta afanítica gris oscura, se distribuyen los fenocristales blanquecinos a ligeramente rosados, de feldespatos. Se observan superficies de clivaje.

El mineral félico, muy alterado, se presenta en cristales muy pequeños.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa (andesina, 35 a 37% de anortita) son subhedrales, de tamaño variable entre 0,1 y 0,5 mm. Las maclas de albita, muy finas, forman complejos con la de Carlsbad. La zonalidad está poco marcada y desarrollada, aunque algunos poseen zonas oscilantes repetidas.

La alteración de caolín y calcita se produce a lo largo de las grietas.

Grandes inclusiones de apatita y de anfíbol este último posteriormente se ha alterado en calcita y clorita fibrosa.

La sanidina en cristales euhedrales, fresca y en poca cantidad.

Las pseudomorfosis de clorita, calcita, epidoto y cuarzo según hornblenda (?) son comunes. La clorita y calcita adoptan los contornos del antiguo mineral, ocupando casi toda la cavidad. El epidoto, y el cuarzo en menor cantidad se presentan en pequeños cristales. Las fibrillas de la clorita se disponen en forma paralela o concéntrica formando esferulitas. Además se observa una penetración de clorita no fibrosa, a través de las líneas de clivaje.

Inclusiones grandes de apatita, en secciones hexagonales se observan en el anfíbol.

La pasta es microcristalina, con cristales irreg

gulares y difusos de feldespato, cuyos índices de refracción corresponden al de una oligoclasa sódica y al de la sanidina.

La proporción de éste último mineral es mucho menor. La pasta está cubierta de caolín difusamente distribuido. En algunos lugares de la preparación es posible observar una fluidalidad muy débil.

Como accesorios apatita y magnetita bastante abundantes.

Rellenando algunas cavidades hay un poco de cuarzo microcristalino y calcita.



Traquiandesita.- Cerro situado entre los Cerros: Del Valle e Intihuasi. s, sanidina; a, anfíbol alterado en calcita y clorita; e, epidoto. x: 54

25 -

Traquiandesita

Localidad: Cerro Intihuasi.

Descripción macroscópica: Roca de color gris claro con fenocristales blanquecinos de plagioclasa y escasos cristales vítreos de sanidina. El mineral fémico se presenta en tablillas muy pequeñas.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa subhedrales pertenecen a una andesina con 34% de anortita. El tamaño es variable y se presentan macladas según las leyes de albíta y Carlsbad. Cristales zonales son muy frecuentes. En general están muy fracturados pero poco alterados; hay fracturas rellenas por calcita. Numerosas inclusiones aciculares de apatita.

Los fenocristales de sanidina son idiomorfos, sin alteración, con inclusiones de plagioclasa y apatita. Hay numerosas fracturas orientadas. El anfíbol es una hornblenda con pleocroismo de pardo amarillento a pardo oscuro. Los cristales están muy alterados y con un reborde de óxido de hierro.

Tienen inclusiones de plagioclasa, piroxeno y epidoto. Hay algunos cristales esqueléticos. Se observa el principio de un proceso de uralitización.

Hay pequeños cristales de piroxenos, cuyos caracteres concuerdan con los de la augita, este piroxeno está sufriendo un pasaje a epidoto. Diseminados en la preparación hay pequeños cristales de epidoto.

Como minerales secundarios se encuentra titanita en cristales bien desarrollados, algunos maclados y bastante fracturados; apatita en sus típicas secciones exagonales y prismáticas.

La estructura de la roca es traquítica; la pasta está integrada por microlitas de sanidina en disposición paralela, siendo por lo tanto la pasta fluidal. Pequeños granos de óxido de hierro, están diseminados en la pasta.

26. Traquiandesita

Localidad: Cerro Intihuasi.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris claro con fenocristales de plagioclasa y escasos cristales vítreos de sanidina. El mineral fémico se presenta en tablillas muy pequeñas.

Descripción microscópica: Los fenocristales de plagioclasa subhedrales pertenecen a una andesina con 32% de anortita. El tamaño es variable y la proporción alcanza a un 60% sobre el total.

Se presentan macladas según las leyes de albита y Carlsbad. Cristales zonales son muy frecuentes. En general están muy fracturados pero poco alterados; hay fracturas rellenas por calcita. Numerosas inclusiones aciculares de apatita.

Los fenocristales de sanidina son idiomorfos, sin alteración, con inclusiones de plagioclasa y apatita. Hay numerosas fracturas orientadas.

El anfíbol es una hornblenda con pleocroismo de pardo amarillento a pardo oscuro. Están desferrizados, y se ha formado un reborde de óxido de hierro. Las secciones son pequeñas pero muy abundantes.

Como minerales accesorios se encuentra titanita en cristales bien desarrollados, bastante abundante y algunos maclados y fracturados; y apatita en sus típicas secciones hexagonales y prismáticas.

La estructura de la roca es traquítica; la pasta está integrada por microlitas de sanidina y plagioclasa en disposición paralela, siendo por lo tanto la pasta fluidal. El cemento feldespático que las une, está muy caolinizado. Pequeños granos de óxido de hierro, están diseminados en la pasta. Hay algunas cavidades pequeñas, rellenas con tridimita.-



Traquiandesita.- Cerro Intihuasi.
s: sanidina e: epidoto.

28

Traquiandesita

Localidad: Cerro de Piedra.

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris verdoso, con fenocristales grandes de plagioclasa y otros más pequeños, vítreos de sanidina.

El mineral fémico completamente alterado se presenta en tablillas pequeñas de color verde.

Descripción microscópica: El feldespato se presenta en secciones alotriomorfas, con maclas de albita, periclino y Carlsbad. Algunas son zonales.

El porcentaje de An se eleva a un 38%. Se presentan muy fracturadas y poco alteradas en caolín, sericita y calcita.

La sanidina muy escasa en secciones subhedrales se encuentra fresca.

El mineral fémico, completamente alterado, ha

sido probablemente una hornblenda. Actualmente está totalmente reemplazado por calcita, clorita y óxido de hierro.

Como minerales accesorios hay apatita en secciones bien desarrolladas y perfectamente idiomorfas; titanita muy escasa.

La pasta es traquítica, formada por microlitas de sanidina y con escasa fluidalidad.

Las microlitas de sanidina están cementadas por una pasta feldespática muy caolinizada y manchada también por óxido de hierro.

29 y 30

Traquita

Localidad: Cerro Pelado

Descripción macroscópica: En esta roca, apenas se distinguen los fenocristales. La pasta afanítica, es de color gris claro.

Numerosas grietas cruzan la roca en todas direcciones.



Fot. 42. Traquita del Cerro Pelado

Descripción microscópica: Predomina la sanidina en secciones idiomorfas, pequeñas. Sin alterar o escasamente caolinizadas.

La macla de Carlsbad es frecuente.

La plagioclasa, una andesina básica con 47% de An es escasa y se presenta en secciones euhedrales pequeñas poco macladas y algunas zonales.

El mineral fémico que se observa en la preparación Nº 30, pertenece a una hornblenda. Hay escasas secciones y todas muy alteradas en clorita y en parte reemplazada por óxido de hierro.

La pasta traquítica poco fluidal, está integrada por microlitas tabulares, anchas, de sanidina, unidas por un cemento feldespático reconocible por el índice de refracción; y parcialmente caolinizado.

Este cemento, en parte, está integrado también por tridimita.

En la pasta hay algunas venas, muy finitas, rellenas por cuarzo microcristalino.

Como minerales accesorios hay apatita y escasa titanita.



Traquita.- Cerro Pelado
s: sanidina. p: plagioclasa x:14

31

Traquita

Localidad: Cerro Redondo

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris claro, los fenocristales de plagioclasa pequeños, mientras que los de sanidina son muy desarrollados, perfectamente idiomorfos, con brillo vítreo y muy abundantes.

El mineral fémico, está representado por pequeñas tablillas prismáticas, negras.

Descripción microscópica: La plagioclasa, una andesina con 48% de An se presenta en secciones subhedrales medianas, algunas zonales, con maclas de albíta, Carlsbad y periclino formando complejos. Están escasamente alteradas en sericita y caolín.

La sanidina se presenta en enormes secciones, casi idiomorfas, algunas de las cuales cubren y sobrepasan el campo del microscopio. Predominan sobre el total de los fenocristales. Están frescas y un poco fracturadas. Tienen inclusiones de plagioclasa y algunas agujas de apatita.

El mineral fémico es escaso y está representado por hornblenda y piroxeno. La hornblenda en secciones idiomorfas con pleocroísmo pardo amarillento a pardo oscuro, está bastante alterada en calcita y clorita; el óxido de hierro se ha separado formando un borde alrededor del cristal. Hay cristales esqueléticos

El piroxeno es posiblemente diópsido, aunque no ha sido posible determinarlo con seguridad debido a la escasez de secciones buenas.

Como minerales accesorios, hay titanita, en sus típicas secciones rómbicas agudas, las más desarrolladas están macladas; y apatita escasa.

La pasta es traquítica, la fluidalidad muy es-

casa y más bien local. Las microlitas de sanidina y plagioclasa de tamaño variable y bordes no muy nítidos están unidas por un cemento de feldespatos y tridimita. El cemento feldespático está un poco caolinizado y diseminados en la pasta, se observan pequeños gránulos de óxido de hierro.

32.

Traquiandesita

Localidad: Cerro El Durazno

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris claro, los fenocristales de plagioclasa son pequeños, los de sanidina son mayores, con brillo vítreo.

El mineral fémic, está representado por pequeñas tablillas prismáticas, negras.

Descripción microscópica: La plagioclasa, una andesina con 40% de An se presenta en secciones subhedrales medianas, bastante zonales, con maclas de albita, Carlsbad y periclino formando complejos. Están escasamente alteradas en sericita y caolín. Su proporción alcanza más ó menos a un 70% sobre el total.

La sanidina se presenta en secciones grandes pero escasas. Están frescas y un poco fracturadas. Tienen inclusiones de plagioclasa y algunas agujas de apatita.

El mineral fémic es escaso y está representado por hornblenda y piroxeno. La hornblenda en secciones idiomorfas con pleocroismo pardo amarillento a pardo oscuro está bastante alterada en calcita y clotita; el óxido de hierro se ha separado formando un borde alrededor del cristal. Hay cristales esqueléticos.

El piroxeno, es posiblemente diópsido aunque no ha sido posible determinarlo con seguridad debido a la escasez de secciones buenas.

Como minerales accesorios hay titanita, en sus

típicas secciones rómbicas agudas, las más desarrolladas están macladas; y apatita escasa.

La pasta es traquítica, la fluidalidad muy escasa y más bien local. Las microlitas de sanidina de tamaño variable y bordes no muy nítidos y en menor cantidad de plagioclasa, están unidas por un cemento de feldespatos y tridimita.

El cemento feldespático está un poco caolinizado y diseminados en la pasta, se observan pequeños gránulos de óxido de hierro.

33

Traquiandesita

Localidad: Cerros Largos - (Cerro de la Esquina)

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris oscuro con manchas blancas, producidas por la caolinización del feldespato. Fenocristales rectangulares, alargados, negros, corresponden al mineral fémico.

Descripción microscópica: La plagioclasa es una andesina con 40% de anortita y de tamaño variable entre 0,05 y 0,54 mm. Hay cristales zonales recurrentes con el núcleo de labradorita (54%) de An. Este núcleo está alterado en caolín, sericita y calcita pudiendo llegar a un reemplazo casi total de la plagioclasa en esta parte. Cada zona a medida que se acerca a la periferia es más ácida, disminuye la proporción de anortita hasta llegar a una andesina ácida (32% An). La plagioclasa presenta maclas según la ley de albita, Periclino y Carlsbad; se observan también maclas de penetración. Inclusiones de apatita y rutilo muy abundantes. La proporción de la plagioclasa alcanza a un 70%.

La sanidina es muy escasa, y se presenta en secciones idiomorfas, pequeñas, sin alterar.

El anfíbol es una hornblenda basáltica muy rojiza, muy abundante y en algunas partes bastante alterada. Las secciones son idiomorfas, en algunas completamente reemplazadas por óxido de hierro; en otros, se observa un reborde formado por pequeños cristales de óxido de hierro. Hay inclusiones de apatita.

El piroxeno, un diópsido que se presenta en cristales pequeños, idiomorfos. Se observan maclas en (100). En algunos cristales, se observa una extinción ondulada, peculiar de éstos cristales y conocida como "estructura de reloj de arena". El estado de conservación es bueno, salvo una incipiente alteración de óxido de hierro lo que le da una coloración rojiza.

Inclusiones de apatita y magnetita.

La pasta está formada por microlitas muy pequeñas de plagioclasa maclada (andesina) y sanidina, cementadas por tridimita. Rellenando cavidades hay calcita y tridimita, esta última con macla típica en forma de techo de tejas.

Como minerales accesorios hay titanita y apatita, la estructura es porfírica, microlítica afieltrada, con cierta tendencia a pilotáxica.

34. Traquiandesita

Localidad: Cerros Largos

Descripción macroscópica: El color de la roca es gris oscuro con manchas blancas, producidas por la caolinización del feldespato. Fenocristales rectangulares, alargados, negros, corresponden al material fémico.

Descripción microscópica: La plagioclasa es una andesina con

40% de anortita y de tamaño muy variable. El 80% de los fenocristales son de plagioclasa. Hay cristales zonales recurrentes con el núcleo de labradorita (54% de An). Este núcleo está alterado en caolín, sericita y calcita pudiendo llegar a un reemplazo casi total de la plagioclasa en esta parte. Cada zona a medida que se acerca a la periferia es más ácida, disminuye la proporción de anortita hasta llegar a una andesina ácida (32% An). La plagioclasa se presenta maclada según las leyes de albita, Periclinó y Carlsbad; se observan también maclas de penetración. Inclusiones de apatita y rutilo son abundantes.

El anfíbol es una hornblenda basáltica muy abundante y en algunas partes muy alterada. Las secciones son idiomorfas, en algunas completamente reemplazadas por óxido de hierro; en otros, se observa un reborde formado por pequeños cristales de óxido de hierro. Algunos cristales son zonales. Hay inclusiones de apatita.

El piroxeno, un diópsido que se presenta en cristales pequeños, idiomorfos. Se observan maclas en (100). En algunos cristales, se observa una extinción ondulada, peculiar de éstos cristales y conocida como "estructura de reloj de arena". El estado de conservación es bueno salvo una incipiente alteración de óxido de hierro lo que le da una coloración rojiza. Inclusiones de apatita y magnetita.

La pasta está formada por microlitas muy pequeñas de plagioclasa maclada (andesina) y sanidina, cementadas por tridimita. Rellenando cavidades hay calcita y tridimita, ésta última con macla típica en forma de techo de tejas.

Como minerales accesorios hay titanita y apatita; la estructura es porfírica, microlítica afieltrada, con cierta tendencia a pilotáxica.

35. Traquiandesita

Localidad: Cerro Tiporco

Descripción macroscópica: Roca gris blanquecina con abundantes cristales de plagioclasa, sanidina y anfíbol.

La pasta está bastante caolinizada.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en fenocristales subhedrales a euhedrales, de tamaño muy variable, algunos muy grandes, maclaños, formando complejos de albita, Carlsbad y Periclino y algunas con zonalidad muy marcada. El estado de conservación es bueno, hay un principio de alteración caolínica y grandes fracturas rellenadas con calcita, clorita y caolín.

Las secciones de sanidina son pequeñas y casi idiomorfas, y la proporción es mucho menor que la de la plagioclasa. El 60% de los fenocristales pertenecen a la plagioclasa.

Entre los minerales félicos se distinguen anfíbol y piroxeno, el primero es una hornblenda basáltica, con pleocroismo que varía entre un amarillo ligeramente verdoso a un rojo pardo muy fuerte. Aproximadamente se encuentra en una proporción de un 25%.

En parte está desferrizada y tiene inclusiones de titanita y apatita.

El piroxeno bastante abundante, es un diópsido que se presenta en secciones casi idiomorfas, algunas con el clivaje típico en dos direcciones. Está poco alterado, en algunos cristales parece haber un principio de formación de epidoto. Como minerales accesorios hay apatita, titanita y magnetita, ésta última muy abundante y en secciones idiomorfas.

La pasta es traquítica, las microlitas de sanidina y plagioclasa son muy pequeñas, y el cemento feldespático que las une, está caolinizado y manchado con óxido de hierro.

36.

Traquiandesita

Localidad: Cerro Tiporco.

Descripción macroscópica: Es una roca de color gris blanquecino con abundantes fenocristales de plagioclasa y anfíbol. La pasta está muy caolinizada.

Descripción microscópica: La plagioclasa se presenta en fenocristales subhedrales a euhedrales, de tamaño muy variable, macclados, formando complejos de albita, Carlsbad y Pariclino; en algunas se observa una ligera zonalidad.

El estado de conservación es bueno, hay un principio de alteración caolínica. Numerosas inclusiones de apatita.

Entre los minerales fémicos se distinguen: anfíbol y piroxeno. El primero es una hornblenda que en parte se presenta desferrizada, y con pleocroismo de amarillo verdoso a pardo amarillento.

El piroxeno, muy abundante es un diópsido que se presenta en secciones casi idiomorfas, algunas con el clivaje típico en dos direcciones. Está poco alterado, en algunos cristales parece observarse un principio de formación de epidoto.

Como minerales accesorios hay apatita, titanita y magnetita, esta última muy abundante y en secciones idiomorfas.

La pasta es traquítica, las microlitas de sanidina y plagioclasa son muy pequeñas, y el cemento feldespático que las une, está caolinizado y manchado con óxido de hierro. Algunas cavidades rellenas por tridimita.

37 - 38 y 39

Traquiandesitas

Localidad: Cerro del Rosario.

Descripción macroscópica: Estas rocas pertenecen a diferentes cerros que integran el grupo del Rosario, pero por su semejanza serán estudiadas en conjunto.

El color en general es gris claro con pequeños fenocristales de plagioclasa y sanidina.

El mineral fémico, abundante, en tablillas pequeñas, negras.

Descripción microscópica: Las plagioclasas casi idiomorfas, se presentan en secciones grandes y sin alterar, pertenecen a una andesina ácida con 34% de An. Las maclas de albita, Pariclino y Carlsbad forman complejos; algunas son ligeramente zonales.

Están muy fracturadas y dichas fracturas rellenadas por calcita.

La sanidina es muy escasa y las secciones más bien pequeñas.

El mineral fémico, está representado por una hornblenda basáltica, con pleocroismo de amarillo rojizo a rojo pardo. Se presenta muy desferrizada y con gránulos de óxido de hierro, formando un reborde alrededor de ella. Hay cristales esqueléticos y otros totalmente reemplazados por óxido de hierro.

Se observan algunas secciones de piroxeno, pero son muy escasas y tan alteradas que no ha podido determinarse a cual pertenece.

Como accesorios hay apatita, titanita y epidoto. Este último, de color amarillo verdoso muy claro, ha sido clasificado como pistacita.

La pasta traquítica, fluidal, está formada por microlitas muy finas de sanidina y plagioclasa, y están unidas por un cemento feldespático caolinizado y abundante calcita.-

ROCAS DEL BASAMENTO CRISTALINO

42 y 51

Filitas

Localidad: 42) Al W del Cerro de la Virgen, al lado del camino de La Toma.

51) Al E de Cerros Largos.

Descripción macroscópica: Rocas muy similares, de color gris verdoso, en partes mas amarillento debido a la alteración; muy esquistosas, de grano muy fino y muy micáceas. Macroscópicamente no se distinguen los minerales, salvo la mica.

Descripción microscópica: El principal componente es el cuarzo, en granos de tamaño mas o menos uniforme, pequeños, con bordes sinuosos y redondeados y extinción ligeramente ondulada en algunos y en otros marcadamente ondulada. Los cristales de cuarzo se encuentran orientados siguiendo los planos de estratificación.

Se observa además venas de cuarzo como material de relleno, siendo el tamaño de estos granos mucho mayor que el del resto de la roca.

En el cuarzo se observan numerosas inclusiones gaseosas.

La mica se presenta en laminillas muy finitas y dispuestas paralelamente, lo que dá lugar a la estratificación de la roca. La mica se encuentra completamente cloritizada, pudiéndose observar escasos restos de biotita.

Hay también secciones de muscovita, probablemente de origen secundario.

Se han encontrado también, escasas secciones



de plagioclasa cuyo ángulo de extinción no ha podido ser medido por estar muy mal enclada. También se observa una "lente" de plagioclasa.

Como minerales secundarios hay turmalina, con su pleocroismo característico, zircón y apatita en secciones idiomorfas y bastante cantidad de óxido de hierro proveniente de la desferrización de la mica.

La estructura es esquistosa.

43

Filita

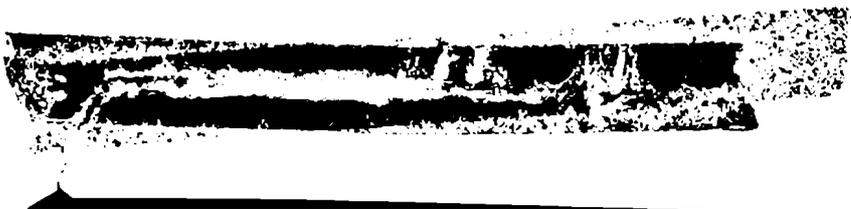
Localidad: Al NW del Cerro Canutal.

Descripción macroscópica: Roca muy esquistosa de grano muy fino, se distingue únicamente la mica por su aspecto brillante. En las partes frescas, la roca es de color gris claro, variando el color del gris verdoso al pardo amarillento en las partes alteradas y siendo éstas muy frecuentes, debido a que la roca se altera fácilmente a través de los planos de estratificación.

Se observa también en la roca, inyecciones de cuarzo paralelas a los planos de estratificación.

Descripción microscópica: El principal componente es el cuarzo, que se presenta en granos pequeños, uniformes, iso-orientados, con bordes irregulares y extinción ligeramente ondulada.

La mica originariamente biotita se ha transformado en clorita y otra completamente desferrizada en muscovita secundaria, y se presenta en laminillas delgadas en ciertos sectores de la preparación. La mica no es muy abundante, sin embargo, es evidente que ha existido mayor cantidad de ella debido a la gran esquistosidad de la roca y a la disposición paralela de los granos de cuarzo.



La plagioclasa, en secciones pequeñas, frescas y bastante escasa, es una oligoclasa con 22 % de anortita. Se presenta con maclas de albita y Carlsbad.

Como minerales accesorios encontramos zircon, algunas agujas de apatita y óxido de hierro.

La estructura es esquistosa y de grano fino.

44

Micacita gneisica

Localidad: 44) Este del C° Tomolasta.

Descripción macroscópica: El grano de esta roca es fino, y la esquistosidad está bastante marcada. El color es gris y en ciertos lugares la roca toma un tinte amarillento debido a la alteración de la biotita. Se destacan también algunas manchas lineales, negras y pequeñas, que son debidas a la acumulación de biotita.

La gran abundancia de muscovita dá a la roca un aspecto brillante.

Descripción microscópica: En la preparación microscópica, la esquistosidad no se observa bien, por haber sido hecho el corte poco transversal a la esquistosidad. En algunos lugares es la esquistosidad ~~es~~ más visible.

Los granoblastos de cuarzo, muy abundantes y de tamaño variable entre 0,2 y 0,3 mm tienen contornos redondeados e irregulares y muestran a veces, y tanto más cuanto mayor es el tamaño, extinción ondulada.

Las inclusiones gaseosas son muy abundantes en el cuarzo, en menor cantidad agujas de rutilo y apatita.

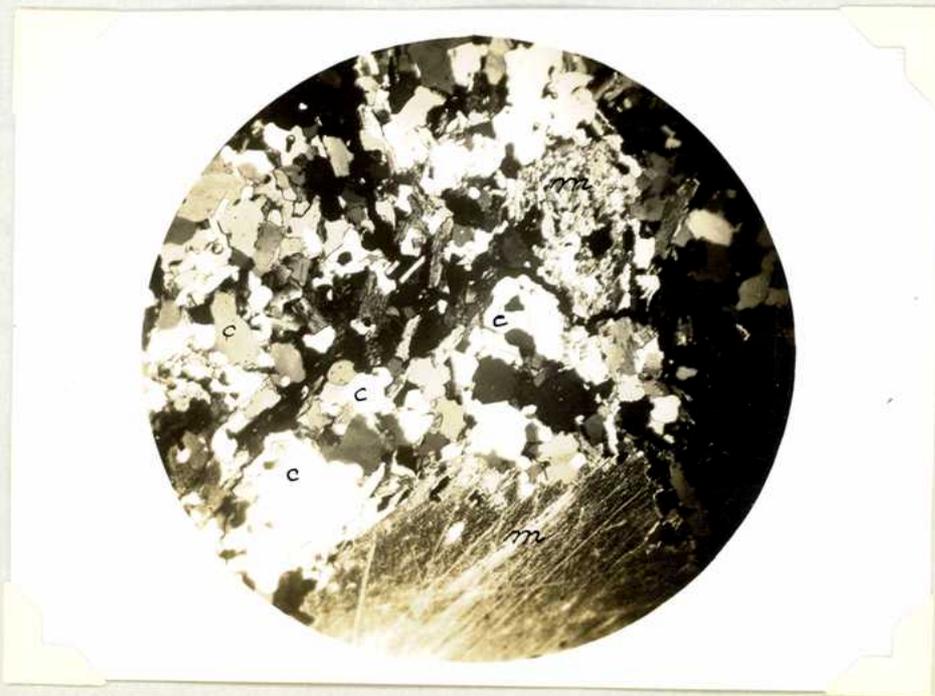
El feldespato es plagioclasa y está distribuída tan escasamente en la roca, que cuesta encontrar sus secciones. No ha sufrido alteraciones y se presenta limpio. En las pocas secciones macladas que hay, el ángulo de extinción es casi de 0°, de lo que se deduce que se trata de una oligoclasa con 20% de anortita.

La biotita se presenta en escamas de dimensiones muy variables, contornos sumamente irregulares y pleocroísmo fuerte, en pardo. En los individuos con trazas de clivaje hay un predominio hacia el paralelismo. En estas secciones se observa un ligero flexionamiento en las líneas de clivaje.

Se observa un principio de desferrización en la biotita, lo que ha dado lugar a la separación del óxido de hierro.

Escasas inclusiones de zircón. La mica, incolora, muscovita, se presenta en individuos incomparablemente mayores que los de biotita. Las secciones con clivaje son mucho más pequeñas y tienden a orientarse.

Se destacan por su birrefringencia elevada, numerosas pajuelas de muscovita diversamente orientadas.



Micacita gneisica. Al E del Cerro Tomolasta (44).- c; cuarzo; m: muscovita. x:14

45

Guarcita

Localidad: Sud del Cerro Tomolasta

Descripción macroscópica: Roca de grano muy fino, gris claro, con penetraciones de cuarzo y abundante pirita aurífera.

Descripción microscópica: La roca está integrada por cuarzo en granos de tamaño variable, entre muy pequeños a medianos, los bordes son redondeados y sinuosos y la extinción es ligera ondulada. La inyección de cuarzo observada macroscópicamente se distingue al microscopio, por estar formadas dichas venas por cristales de cuarzo de mayor tamaño que las del resto de la preparación y por estar orientados. Hay numerosas inclusiones líquidas y gaseosas en el cuarzo.

Se observan en la preparación algunas fracturas rellenadas por sericita y clorita manchadas por óxido de hierro.

La pirita en el corte microscópico es muy escasa.

La estructura es granoblástica(mosaico).

46

Roca de mezcla. Granito y micacita.

Localidad: Al Sud del Cerro Tomolasta.

Descripción macroscópica: Roca de color gris claro, de grano mediano, integrada por cuarzo, feldespato y mica, uniformemente distribuida. En algunas partes, la mica se agrupa, disponiéndose paralela, perteneciendo dicha mica a la roca micacítica incluida.

Descripción microscópica: El componente mas importante de esta roca es el cuarzo, el cual se presenta en cristales grandes, fracturados, de bordes irregulares.

Hay también cristales de cuarzo mucho más pequeños con los bordes bien redondeados, con extinción ondulada y que pertenecen a la micacita. Entre los feldespatos, predomina la plagioclasa que es una oligoclasa con 24% de anortita.

Se presenta maclada según las leyes de Albita y Carlsbad, con maclas simples o complejos. El tamaño de los cristales de plagioclasa es más uniforme y mediano y lo mismo que ocurre con el cuarzo existen secciones más pequeñas que pertenecen a la micacita y cuya proporción de anortita es solo de 20%. La oligoclasa se encuentra parcialmente caolinizada y con numerosas inclusiones de muscovita.

El microclino se presenta en secciones bastante desarrolladas y en proporción un poco menor al feldespato calcosódico. Se observan en él las típicas maclas polisintéticas formando la estructura cuadrillé o de arpillera. Está muy poco alterado. Se observan escasos gránulos de caolín, tiene inclusiones de apatita y muscovita.

En algunos lugares de la preparación se observa estructura micrográfica formada por la asociación de cuarzo y feldespato. Entre las micas predomina la muscovita en secciones irregulares y de tamaño muy variable desde laminillas muy delgadas a secciones bien desarrolladas.

El origen de esta muscovita es secundario, como lo atestiguan algunos restos de pleocroismo, pertenecientes a la biotita en algunas secciones. Además la muscovita se encuentra en parte flexionada y con extinción ondulada debido a las presiones sufridas.

La cantidad de biotita es mucho menor que la de muscovita y las secciones son pequeñas, flexionadas, en

parte cloritizadas y desferrizadas. El óxido de hierro en cantidad apreciable se agrupa cerca de la biotita.

La estructura de esta roca es granosa, alotriomorfa, llegando a ser en algunas partes granoblástica por ser una roca de mezcla.

Originariamente las secciones con esta estructura han pertenecido a una micacita filítica.

47

Anfibolita

Localidad: Cañada Honda del lado Sud del Camino a La Toma.

Descripción macroscópica: Roca un poco esquistosa de color gris obscuro, fanerítica, de grano fino, integrada por cristales de cuarzo y anfíbol. Se observa una inyección de cuarzo de un ancho aproximado de 3 mm.

Los puntos brillantes pertenecen a las caras de clivaje del anfíbol.

Descripción microscópica: El principal componente de la roca es el anfíbol, el que se presenta en cristales alotriomorfos de bordes un poco corroídos de tamaño mediano, con el clivaje típico en dos direcciones. El pleocroismo es para α -pardo claro β = verdoso γ = verde oscuro y el ángulo de extinción es de 20°.

No se observan mayores alteraciones, a excepción de un principio de cloritización y desferrización.

La plagioclasa, una oligoclasa con 29% de An, se presenta de tamaño variable, en secciones alotriomorfas, muy macladas y poco alteradas. Los productos de alteración son caolín y sericita.

El cuarzo, abundante, en granos redondeados, de bordes sinuosos, tamaño variable y con extinción ondulada.

También aparece rellenando pequeñas cavidades en la hornblenda. La apatita, se presenta en inclusiones en todos estos minerales.

La estructura es evidentemente granoblástica.

48

Micacita gneísica

Localidad: Al NE del Cerro del Valle.

Descripción macroscópica: El color es gris claro, brillante por la abundancia de mica, y con manchas ferruginosas.

La roca es sumamente esquistosa, poco resistente, se desmenuza con facilidad. Son observables a simple vista las laminillas de mica pequeñas y dispuestas paralelamente. Los granos de cuarzo también pequeños y abundantes.

Es dable observar en la roca numerosas inyecciones de cuarzo, paralelas a la esquistosidad (inyecciones lit-par-lit). Observando este cuarzo al microscopio en preparaciones de granos sueltos se presenta con ligeras extinciones onduladas.

Inyecciones de feldespato, menos abundantes, se presentan formando pequeñas lentes.

Descripción microscópica: El corte fué hecho paralelo a la esquistosidad, por lo tanto ésta no se observa en la preparación.

El cuarzo bastante abundante, se presente en secciones bien desarrolladas, con bordes redondeados sinuosos, extinción ondulada y con algunas fracturas. Las inclusiones gaseosas son numerosas. El feldespato (oligoclasa con 20% de anortita), con maclas de albita y Carlsbad se encuentra en secciones grandes, muy fracturadas y con alteración de caolín y sericita.

A través de las fracturas y de las líneas de clivaje ha penetrado clorita.

La biotita se presenta en grandes láminas con clivaje perfecto, pero escasas.

La proporción de la muscovita es un poco mayor que la de la biotita y su origen es secundario como lo atestiguan ciertos restos pleocroicos.

El principal mineral accesorio es la turmalina, con pleocroismo débil. Apatita escasa.



Micacita gneisica
c: cuarzo; t: turmalina; m: muscovita
x: 14

49

Micacita gneisica

Localidad: Cañada Honda, al W del Cerro del Valle.

Descripción macroscópica: La roca, de color gris oscuro, se presenta con muy poca esquistosidad. Las laminillas de mica no se reparten uniformemente, observándose zonas de color

gris claro hasta blanco, donde la ausencia de mica llega a ser casi total.

Algunas láminas de biotita, por alteración han adquirido un color dorado, observable a simple vista.

Se ven con lupa, aunque escasos pequeños cristales de granate.

Descripción microscópica: Los granoblastos de cuarzo muy abundantes alcanzan una proporción aproximada del 70%. Tienen contornos redondeados e irregulares y se presentan con extinción ondulada, tanto más fuerte, cuanto mayor es el tamaño.

Las inclusiones gaseosas son abundantes en el cuarzo, en menor cantidad agujas de rutilo y apatita.

Sigue en importancia la mica. Una biotita con pleocroismo de pardo amarillento a pardo oscuro. Se presenta en secciones de tamaño más o menos uniforme y dispuestas paralelamente.

Se observa un principio de desferrización, lo que ha dado lugar a la formación de muscovita secundaria.

Hay algunas inclusiones de zircón, con su correspondiente halo pleocroico.

Escasísimas y muy pequeñas secciones de plagioclasa caolinizada se encuentran dispersas en la preparación.

Como minerales accesorios hay zircón y apatita bastante abundantes y en cristales bien desarrollados.

La estructura de la roca es esquistosa y cataclástica.

Fué hecho además, un corte microscópico, sobre una vena cuarzo-
sa de ésta micacita gneissica (preparación 50)

Descripción microscópica: Como he dicho anteriormente, el corte fué hecho en una parte clara de la roca, correspondiente a una inyección pegmatítica.

El cuarzo, componente predominante, se presenta en secciones muy desarrolladas con bordes redondeados y sinuosos, muy fracturado y con extinción ondulada principalmente en los individuos mayores. Gran cantidad de inclusiones gaseosas, y escasas de apatita y rutilo.

El feldespatos es bastante abundante, y se presenta en secciones de bordes irregulares, redondeados, con macas de albita y Carlsbad, de bordes bien definidos. El ángulo de extinción oscila entre 2 y 4°, tratándose por lo tanto de una oligoclasa con 20 a 22% de anortita.

Se encuentra bastante alterada en caolín y sericita y manchada por óxido de hierro. Además se presenta muy fracturado.

La cantidad de biotita que se observa en la preparación es escasa. Se presentan laminillas pequeñas con pleocroísmo amarillo parduzco a pardo oscuro.

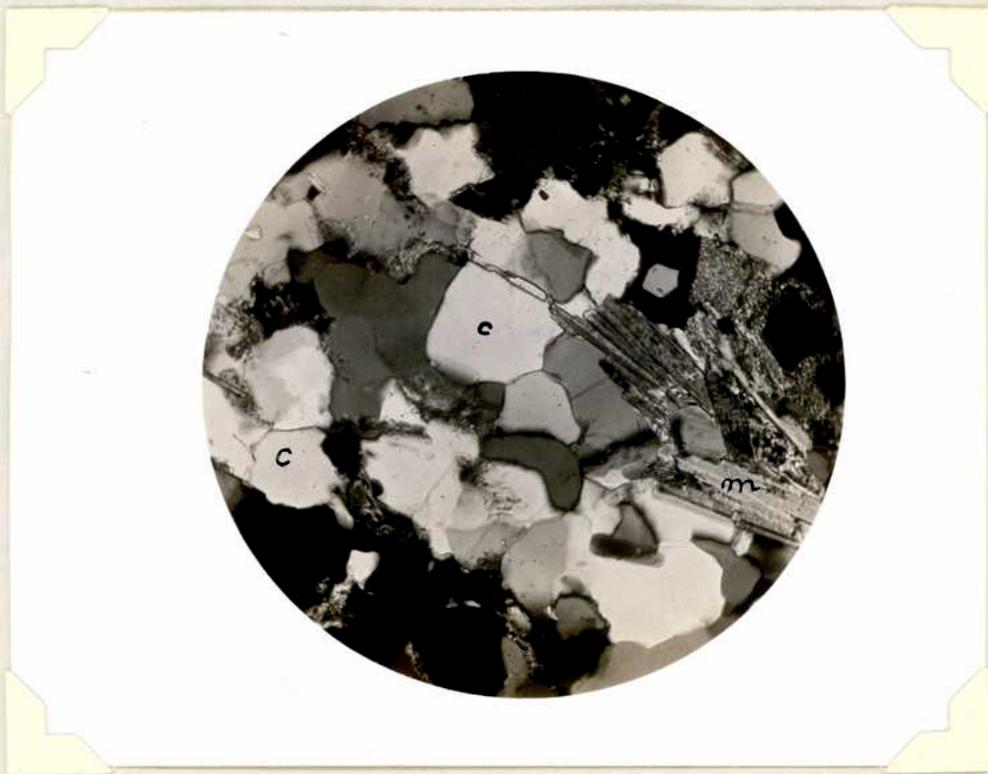
La desferrización total de algunas láminas ha dado lugar a la formación de muscovita secundaria, aunque en muy escasa proporción. La separación del óxido de hierro como consecuencia de esa desferrización ha manchado en algunas partes la roca.

Como mineral accesorio, encontramos zircón, en

cristales pequeños y escasos.

La estructura es granoblástica.

Por la forma de presentarse los componentes, tan fracturados y con extinciones onduladas, podemos decir, que la roca ha sufrido las consecuencias de fuerzas deformantes.



Veta cuarzosa de la micacita gneissica Nº 49
c: cuarzo; m: muscovita.

52

Micacita gneissica

Localidad: Entre Cañada Verde y Loma Alta.

Descripción macroscópica: Roca de color gris oscuro, brillante por la abundancia de mica, la cual se presenta en láminas pequeñas. Bastante esquistosa y muy resistente.

Descripción microscópica: Predomina la biotita. Esta se presenta en láminas que conservan una disposición más o menos paralelas, a pesar de entrecruzarse.

Son fuertemente pleocroicas, variando este de amarillo pardo claro a pardo oscuro. Muchas laminillas se presentan flexionadas.

En parte están cloritizadas y en algunos puntos la desferrización es total, dando lugar a una muscovita secundaria. Gran cantidad de gránulos de óxido de hierro provenientes de ésta desferrización, se encuentran en las proximidades de la mica.

Las inclusiones de zircón son numerosísimas; y cada una ha dado lugar al característico halo pleocroico.

Muchas de las inclusiones que han dado origen a los halos, no han podido ser determinadas por ser pequeñísimas.

Siguen en importancia a la biotita, la muscovita, la que se presenta en secciones grandes y en forma mas abundante en pajuelas diversamente orientadas.

El cuarzo de bordes sinuosos y redondeados, se presenta en granos de tamaño uniforme.

Hay también cuarzo de origen hidrotermal, relleno de pequeñas grietas de la roca. Este se presenta en granos muy pequeños con fuerte extinción ondulada.

La plagioclasa muy escasa, es una oligoclasa poco maclada.

La estructura de la roca es esquistosa.

58

Micacita gneisica

Localidad: Al S de la Estancia Cerros Largos.

Esta roca es más clara y micácea que la anterior, aunque de aspecto muy semejante. La muscovita en pajue-

las es muy abundante.

La única diferencia radica en la presencia de estaurolita.



Micacita con estaurolita. Al E de la estancia "Cerro Largo". e: estaurolita m: muscovita. x: 14

53

Micacita gneisica

Localidad: Este del Cerro Tiporco.

Descripción macroscópica: Roca muy esquistosa, de color gris obscuro y muy brillante debido a la abundancia de mica.

Es notable la inyección "lit-par-lit" de cuarzo y feldespatos. El ancho de las vetas oscila entre 1 y 6 mm.

Descripción microscópica: La roca es muy esquistosa. La biotita muy abundante se distribuye en laminillas dispuestas paralelamente. La muscovita se presenta en forma análoga, entremezclada con la biotita. Gran cantidad de óxido de hierro, hay diseminado en la preparación, proveniente de la desferrización

de la mica.

El cuarzo muy abundante se dispone entre las láminas de mica. Los cristales son medianos y de bordes sinuosos y redondeados.

La extinción es ligeramente ondulada.

Una vena ancha rellena por cuarzo y feldspato cruza la preparación.

Los cristales de cuarzo y plagioclasa están muy desarrollados. La plagioclasa, una oligoclasa, está bien maclada y con algunas fracturas rellenas por clorita.

La estructura de la roca es típicamente fibrosa.

57

Filita

Localidad: Sud de Cerros Largos.

Descripción macroscópica: Roca de color gris acerado brillante, sumamente esquistosa. Se divide fácilmente en lajas de poco espesor.

A simple vista los componentes son irreconocibles.

Descripción microscópica: El cuarzo muy abundante se presenta en cristales pequeños, con bordes sinuosos, y dispuestos paralelamente siguiendo los planos de esquistosidad. Extinción ligeramente ondulada. Se observan también algunas lentes de cuarzo formadas por un cristal grande.

La mica, muy abundante se presenta en láminas pequeñas, en disposición paralela y a veces entrecruzándose. Entre la mica predomina la muscovita, de origen secundario; la biotita más escasa, se presenta en láminas grandes, con pleocroismo de pardo a pardo amarillento, y con alteración de clorita.

Grandes cristales de granate, de contornos irregulares se encuentran intruidos entre los planos de esquistosidad.

La estructura de la roca es típicamente esquistosa.



Filita. Al Sur de "Cerros Largos"
c: cuarzo; b: biotita. N x

x: 58



Filita. Al Sur de "Cerros Largos."
c: cuarzo; b: biotita. Sin N. x

x: 58

ESTUDIO MINERALOGICO DE CRISTALES DE SANIDINA

El Cerro Tomolasta y el Cerro de Los Pájaros, están integrados por una roca traquítica, que contiene grandes cristales de sanidina. Gran cantidad de estos cristales se encuentran sueltos en los alrededores de los cerros citados por haber sufrido proceso de alteración la roca que los contenía.

Los cristales son de color blanco sucio, de brillo vítreo. Las dimensiones son muy variables: desde cristalitas de 8 a 10 mm hasta cristales de 8 cm.

Pertencen al sistema monoclinico y en la colección reunida predominan los cristales simples alargados según eje a ; adquieren así un hábito prismático por desarrollo de las caras (001) y (010), mientras que las caras prismáticas verdaderas son muy pequeñas.

En otros se observa un aplastamiento según el eje diagonal, tomando el cristal un aspecto de prisma corto.

Muchos cristales se presentan maclados, siendo las más comunes las maclas de penetración, de Carlsbad y Manebach.

Propiedades ópticas

Los índices de refracción determinados para estos cristales son:

$$\alpha = 1,517$$

$$\beta = 1,523$$

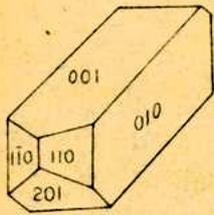
$$\gamma = 1,524$$

Es biáxico negativo y el ángulo de los ejes ópticos mide 8° . (1)

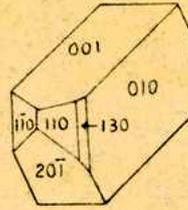
1). Angulo medido en la Platina Universal.

CRISTALES DE SANIDINA

CRISTALES ALARGADOS SEGÚN EL EJE a

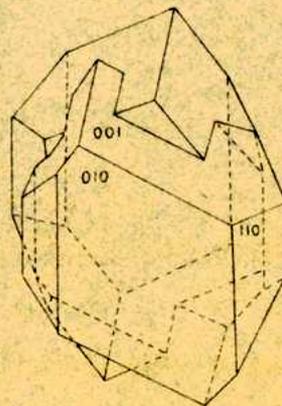
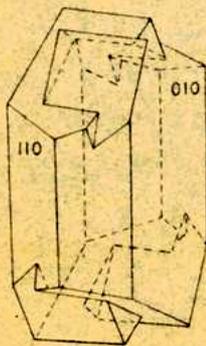


(Co. Tomolasta)

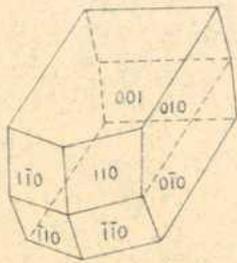
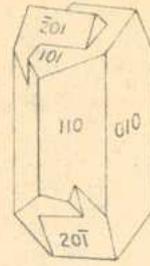
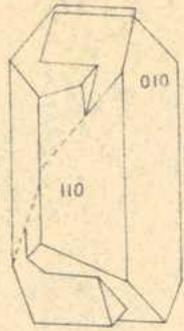


(Co. de los Pájaros)

MACLAS DE PENETRACIÓN



MACLAS DE PENETRACIÓN



MACLA DE MANEBACH

MACLA DE CARLSBAD

El plano 2V está orientado paralelamente a (010) y α con α forma un ángulo de 5° .

El clivaje es perfecto paralelo a (001), menos perfecto paralelo a (010) e imperfecto paralelo a (100). Al microscopio se observa en algunos de estos cristales inclusiones de apatita y titanita.

Análisis químico

Las evaluaciones analíticas que señalamos a continuación han sido proporcionadas por el Laboratorio Químico de la Dirección de Minas y Geología, donde se analizaron dos muestras.

	Cº Tomolasta	Cº Los Pájaros
Humedad (105-110°C).....%	0,10	0,10
Pérdida por calcinación.....%	0,34	0,33
(SiO ₂).....%	63,76	63,72
(Al ₂ O ₃).....%	20,32	20,32
(Fe ₂ O ₃).....%	0,32	0,35
(Fe O).....%	0,43	0,45
(Ca O).....%	0,50	0,47
(Mg O).....%	0,43	0,41
(K ₂ O).....%	11,29	11,60
(Na ₂ O).....%	2,90	3,11
(TiO ₂).....%	0,20	0,10
(P ₂ O ₅).....%	0,13	0,07

Siendo la única diferencia notable entre la sanidina y la ortosa, el valor del ángulo de los ejes ópticos y con el fin de poder establecer si existe alguna diferencia en la estructura interna de estos cristales, se han confeccionado diagramas utilizando Rayos X, para conocer el

espaciado de la red cristalina en ambos minerales y tratar así de distinguirlos. A título de información se darán a conocer los trabajos efectuados hasta ahora.

Lo primero que se hizo, fué obtener diagramas giratorios de sanidina y ortosa, utilizando la Cámara Universal de radio = 5 cm.

Se trabajó con radiaciones de Cu $K\alpha$; de 33 Kw y 15 miliamperes de intensidad.

Como la sanidina y ortosa cristalizan en el sistema monoclínico, pertenecen al grupo espacial

$$C_{2h}^3 = C 2/m$$

$$Z = 4$$

Una vez obtenidos los diagramas de la ortosa alrededor de los ejes a , b y c se midió la célula elemental dando los siguientes resultados:

$$a = 8,4 \text{ \AA}$$

$$b = 12,9 \text{ \AA} \quad \beta = 116^\circ$$

$$c = 7,1 \text{ \AA}$$

Se confeccionaron luego diagramas de sanidina alrededor del eje b , obteniéndose para este eje el siguiente valor:

$$b = 12,92 \text{ \AA}$$

Comparando los diagramas giratorios de la sanidina y la ortosa, alrededor del eje b , se observa: que las reflexiones más intensas aparecen igualmente distribuidas en los dos diagramas y que además aparecen otras reflexiones más débiles.

Se comprobó que existen algunas diferencias en líneas de menor intensidad, cuya aclaración daremos más adelante en un trabajo posterior, pues estas pequeñas diferencias exigen la interpretación de nuevos diagramas para llegar a un resultado satisfactorio.

1) Para efectuar este trabajo me fué facilitada la ortosa en el Laboratorio de Mineralogía.



Cristales de sanidina del Cerro Tomolasta.



Cristales de sanidina maclados del Cerro Los Pájaros



Diagrama giratorio de ortosa, alrededor del eje b .- Exposición: 4 horas.

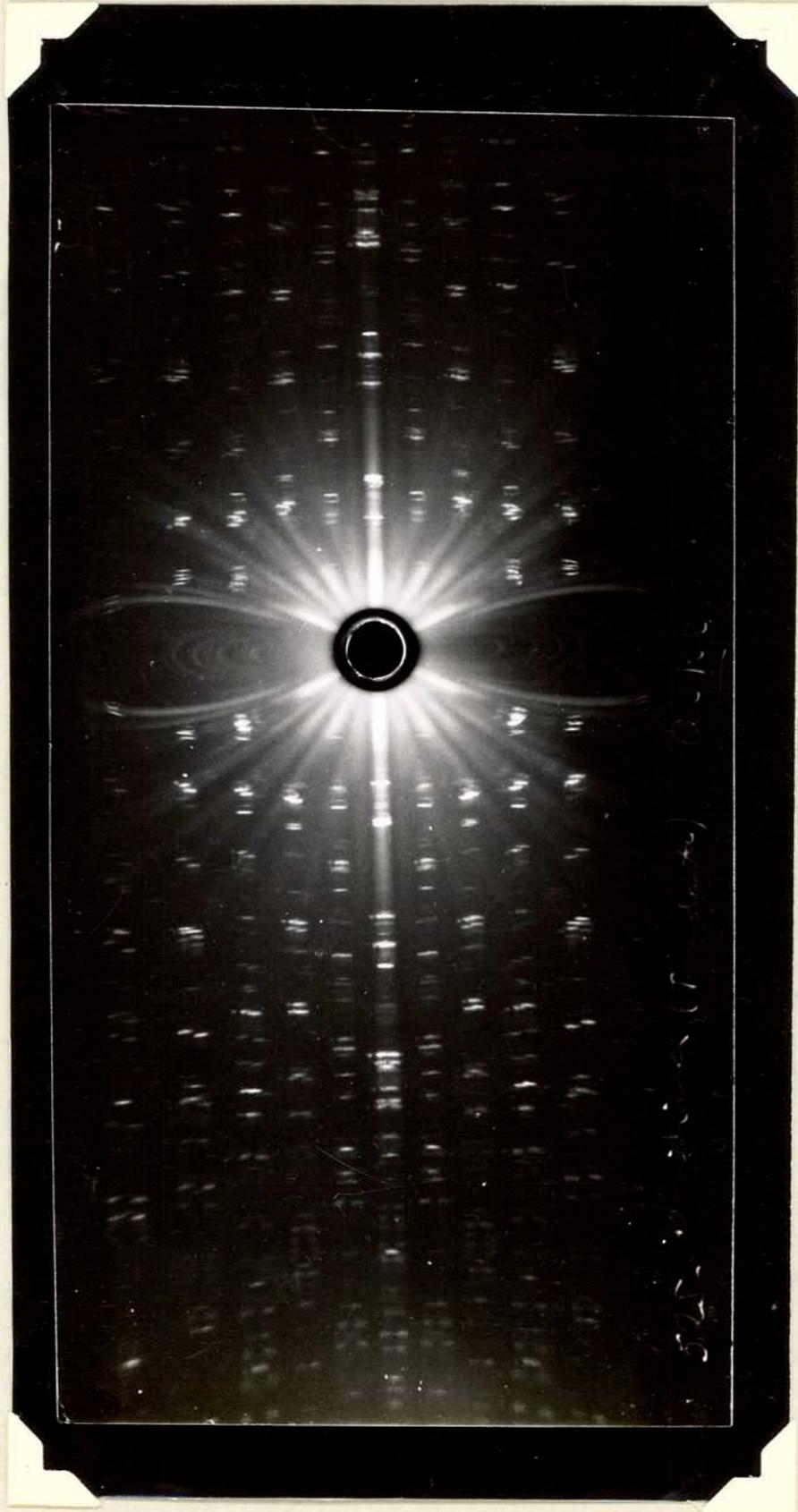


Diagrama giratorio de sanidina alrededor del eje b .- Exposición: 6 horas

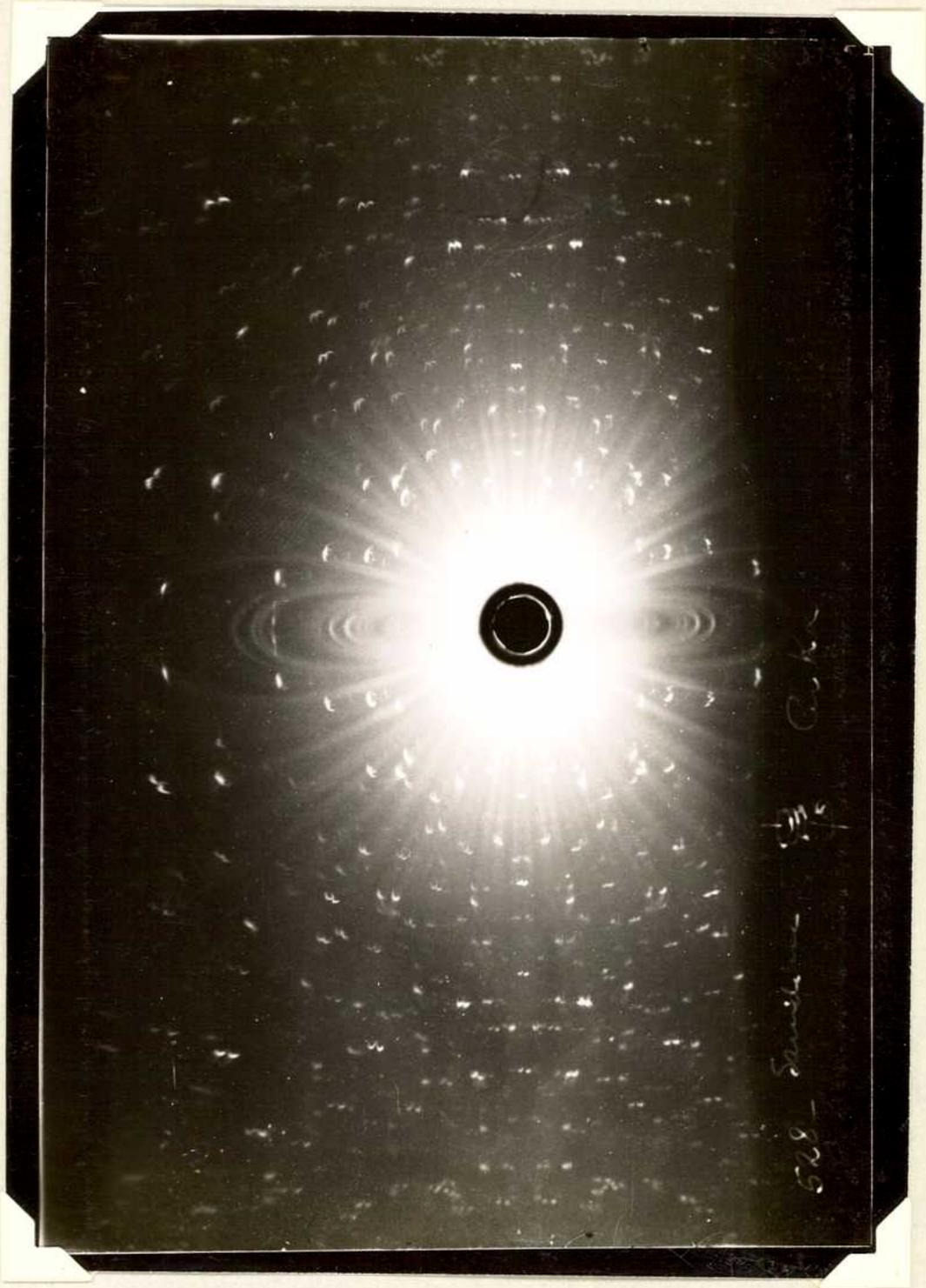


Diagrama giratorio de sanidina alrededor del eje z .- Exposición: 7 horas.

CONCLUSIONES GENERALES

Los esquistos cristalinos formados en el Paleozoico inferior, entre los que predominan las micacitas, micacitas gnéissicas y filitas, integran el basamento de ésta región.

En general la posición de estas rocas esquistosas es vertical y con dirección N-S predominante. Las interposiciones intrusivas son esencialmente de granito, y sus derivaciones aplíticas y pegmatíticas. Estas se presentan en filones cortos y gruesos, o en vetas largas y entrecortadas paralelas a la línea general de los esquistos. En algunos lugares las penetraciones pegmatíticas son tan pequeñas que se reducen a finos rellenos de inyección silícea.

Debido a la intensa erosión que soportó esta región, no encontramos restos de la cubierta sedimentaria paleozoica y mesozoica. Los depósitos mas antiguos que se observan en esta zona son areniscas calcáreas duras del mioceno superior, las cuales se han acumulado en discordancia sobre el basamento.

Sobre estas areniscas se depositan los sedimentos cuaternarios, integrados por limos y loess, en mantos de espesor variable.

En esta región se observan los efectos de dos regimientos tectónicos de diferente edad, los cuales dieron lugar a la formación de fracturas de rumbo E-W y otras N-S.

Las primeras pertenecen a la tectónica antigua y cortan perpendicularmente a las rocas del basamento.

Las de rumbo N-S han tenido lugar en el Terciario, como consecuencia de los movimientos andinos. Se han producido así, una serie de fracturas paralelas, escalonadas y a través de las

cuales han tenido lugar las efusiones volcánicas. Estos volcanes presentan una doble alineación, además de la N-S, siguen una línea general NW-SE, debido a otra gran fractura que corta la sierra en esa dirección. Estamos pues ante un típico caso de fracturas "en echelón".

Los tipos de volcanes que predominan en esta zona son los cúmulo-volcanes y los domos volcánicos, existiendo además algunos "necks"; han sido, por lo tanto, efusiones tranquilas las que dieron origen a estos cerros. Salvo en algunos casos aislados ha habido fases explosivas con emisión de "lapilli". También se observan pequeñas coladas de lava en el Cerro Los Mellizos.

Las rocas que integran estos cerros han sido clasificadas como traquitas y traquiandesitas, por lo tanto, las ha originado un magma mesosilícico.

En la falda del cerro Tomolasta, en su terminación meridional, se observa perfectamente bien, como el magma traquítico ha abierto los esquistos cristalinos en forma de abanico para salir a la superficie.

Las traquitas, con sus numerosos y bien desarrollados cristales de sanidina, representan a las rocas efusivas modernas de las sierras pampeanas, podemos, por lo tanto, decir que estas efusiones han tenido lugar al final del Plioceno, principios del Cuaternario.

Para atribuir esa edad a los cerros volcánicos, nos basamos:

- 1). En que los volcanes están situados sobre fracturas, las cuales se han originado ó a lo sumo reactivado en el plioceno y como consecuencia de la tercera fase de los movimientos andinos. Los cerros volcánicos no se encuentran afectados por tales movimientos.

- 2). En que no se han encontrado rodados de roca volcánica en areniscas calcáreas duras del mioceno superior. La edad de estas areniscas fué determinada por el Dr. Pastore en un material similar a éste hallado 6 km al W de La Toma.
- 3). En que los bancos de mármol ónix y travertina que se encuentran en las proximidades del volcán Tiporco y cuyo origen es hidrotermal y está relacionado con la actividad de dicho volcán, se han depositado sobre sedimentos pliocenos (Araucano). La edad de estos sedimentos fué determinada por Bordas de acuerdo a fósiles hallados (restos de *Pseudotyrone*). Por lo tanto, estos bancos se han depositado al principio del Cuaternario y como la actividad postvolcánica no puede haber durado tanto, las efusiones deben haber comenzado al final del Plioceno.

Resumiendo, y para determinar, diremos que en ésta región se observa el basamento cristalino integrado por micacitas, micacitas gnéissicas y filitas; intrusiones graníticas con sus correspondientes derivaciones aplíticas y pegmatíticas.

Las efusiones volcánicas terciarias, que han tenido lugar a lo largo de fracturas paralelas de rumbo N-S y sobre una línea general de efusiones NW-SE, y cuya edad es Plioceno superior, principio del Pleistoceno.

Y por último la cubierta sedimentaria cuaternaria, integrada por limos y loess y donde se encuentran por primera vez rodados provenientes de material de las erupciones traquiandesíticas de la sierra.



Susana E. Bickmann

MAYO 1948

BIBLIOGRAFIA

- ANGELELLI, V. Los yacimientos de minerales y rocas de aplicación de la República Argentina. Bol. Nº 50, Dir. Minas y Geología, Bs. As., 1941.
- AVE LALLEMANT, G. Apuntes sobre la geognosia de la Sierra de San Luis, Act. Ac. Nac. Cienc. Córdoba. I, 1875.
- BARRIE, G. Informe sobre el estado de la minería en la Prov. de San Luis. An. Minist. Agric. Secc. Geol. T IV, Nº 3, Bs. As., 1910.
- BRACKEBUSCH, L. Informe sobre un viaje geológico por las sierras de Córdoba y San Luis. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba. T II, 1876.
- BRAGG, W., L. Atomic Structure of Minerals, New York, 1937.
- BODENBENDER, G. Comunicaciones mineras y mineralógicas, Bol. Ac. Nac. Cs. Córdoba. T XVI, 1899.
- CASTELLANOS, A. y PEREZ MOREAU, R. Los Tipos de vegetación de la República Argentina. Tucumán, 1914.
- CLOSS, H. Einführung in die Geologie, Berlín, 1936.
- GERTH, E. Constitución geológica, hidrogeología y minerales de aplicación de la Prov. de San Luis. An. Minist. Agric. Secc. Geolog. T X, Nº 2, Buenos Aires, 1914.
- GEZ, J. W. Geografía de la Provincia de San Luis, T I, Buenos Aires, 1936.
- GROUT, F. Petrography and Petrology, New York and London, 1932.
- IDDINGS, J. P. The Problems of Vulcanism. Yale University Press, 1914.
- JOHANNSSEN, A. A descriptive Petrography of the Igneous Rocks, V III, Chicago, 1937.
- KITTL, E. Estudios geológicos en la Provincia de San Luis, An. Mus. Arg. Cs. Nat. T 38, Buenos Aires, 1934-1936.
- KITTL, E. El yacimiento de mármol verde de la Cantera Santa Isabel (Prov. de San Luis). An. Mus. Arg. Cs. Nat., T 37, Buenos Aires, 1931-1933.
- LACROIX, A. La Montagne Pelée, Masson. Paris, 1904.
- LOBECK, A. K. Geomorphology, New York and London, 1939.
- PASTORE, F. Estudio geológico y petrográfico de la Sierra del Morro (San Luis), Fac. Cs. Ex. Fis. y Nat., Buenos Aires, 1914.

- PASTORE, F. Mapa geológico hoja 23g San Francisco (inédito).
- PASTORE, F. Hoja 201 del mapa geológico de la Argentina. Min. Agric. de la Nac. Bol. Nº 36, Buenos Aires, 1932.
- ROGERS, A. y KERR, P. Optical Mineralogy, New York and London, 1942.
- SALOMON, W. Über metamatische Vorgänge. Geologische Rundschau. Bd. I, Heft 1, 1910.
- SAPPER, K. Vulkankunde. Engelhorn, Stuttgart, 1927.
- SCROPE, G. Cones and Craters. Journ. Geol. Soc., V 15, London, 1859.
- STELZNER, A. Beiträge zur Geologie und Paleontologie der argentinischen Republik, Berlin, 1876-1878.
- STELZNER, A. Comunicaciones sobre la Geología y Mineralogía de la Rep. Arg., Ac. Nac. Cs. Córd., Acta T 1, Buenos Aires, 1875.
- STOCES, B. and WHITE, G. Structural Geology, London, 1935.

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Mapa

Alto: 39

Ancho: 57

Descripción: Geología de la región La Carolina-La Toma.
Prov. San Luis

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Mapa

Alto: 32

Ancho: 53

Descripción: Ubicación de muestras

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Esquema

Alto: 33

Ancho: 64

Descripción: Perfil N°1

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Esquema

Alto: 35

Ancho: 73

Descripción: Perfiles N°3 y N°4

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

Tesis de Posgrado

Página no digitalizada

Tipo de material: Esquema

Alto: 33

Ancho: 67

Descripción: Perfiles N°5 y N°6

Esta página no pudo ser digitalizada por tener características especiales. La misma puede ser vista en papel concurriendo en persona a la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir.

This page could not be scanned because it did not fit in the scanner. You can see a paper copy in person in the Central Library Dr. Luis Federico Leloir.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires