

NUEVOS ANTECEDENTES SOBRE LA GEOLOGIA DE LA QUEBRADA EL WAY

Boris Alarcón Farías

Mario Vergara Martínez

CONTENIDO

RESUMEN	101
ABSTRACT	102
INTRODUCCION	103
RASGOS GEOMORFOLOGICOS	105
Fisiografía	105
Clima y vegetación	107
ESTRATIGRAFIA	107
Generalidades	107
Formación Coloso	107
Formación Way	112
Formación La Negra	116
DEPOSITOS CLASTICOS	120
ROCAS INTRUSIVAS	121
ESTRUCTURA	123
Rasgos Generales	123
Pliegues	125
Fallas	126
CONCLUSIONES	127
REFERENCIAS	128
ANEXO	
Descripción de láminas	129
Descripción de perfiles.	
Mapa geológico 1:50.000.	

NUEVOS ANTECEDENTES SOBRE LA GEOLOGIA DE LA QUEBRADA EL WAY

por

Boris Alarcón Farías*

Mario Vergara Martínez**

RESUMEN

El área queda ubicada aproximadamente 10 kilómetros al sur de Antofagasta. Se estudió la estratigrafía, litología y estructura de la región, teniendo la quebrada La Negra como límite norte y Caleta Coloso como límite sur.

Las formaciones geológicas se pueden dividir en las siguientes unidades:

FORMACION	EDAD
Formación La Negra Brechas, tobas y porfiritas rojizas con intercalaciones de sedimentos clásticos continentales.	{ Cretáceo. (por correlación litológica con unidad semejante de la región central del país). Jurásico (según Mapa Geológico de Chile 1:1.000.000) }
Formación Way Calizas, areniscas calcáreas fosilíferas de carácter marino.	Aptiano medio a Hauteriviano.
Formación Coloso Unidad superior. Arenisca y lutitas continentales. Unidad inferior. Conglomerado y brechas continentales.	Pre-Hauteriviano.
Rocas Intrusivas Rocas Filonianas. Batolito Coloso.	

Resumiendo, la sucesión estratigráfica comprende rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico.

Se concluye que el grupo Coloso-El Way se pone en contacto por falla con la formación La Negra por el norte, y con el Batolito Coloso por el sur, suroeste.

La unidad inferior de la formación Coloso se caracteriza por la abundancia de material granítico. Se infiere que estas rocas graníticas provengan de la denudación del basamento, el cual habría sido levantado como consecuencia de la orogénesis correspondiente al Jurásico superior, afectando a todas las rocas en la cuenca Andina. En la unidad Superior de esta formación se evidencia una mayor participación de elementos volcánicos, los que serían los precursores de la intensa actividad volcánica desarrollada en el Cretáceo medio a superior.

Según lo expresado verbalmente por don Jorge Muñoz Cristi, se hace ver la analogía existente entre las rocas sedimentarias del Neocomiano, presentes en la provincia de Tarapacá y Antofagasta, con las equivalentes en la Cordillera Andina de la Zona Central del país.

*Jefe de trabajo del laboratorio de mineralogía de la Escuela de Geología de la U. de Chile.

**Geólogo investigador del Instituto de Geología de la Universidad de Chile.

Las rocas intrusivas presentes en esta área pertenecen a ciclos diferentes en el tiempo de emplazamiento. El más importante corresponde a las rocas graníticas denominadas Batolito Coloso, que de acuerdo a evidencias petrográficas son muy similares a las de la Cordillera de la Costa en la zona Central, de edad Paleozoica. El otro tipo intrusivo corresponde a las porfiritas rojizas o los pórfidos dioríticos que estarían en relación con los ciclos volcánicos del Cretáceo medio a superior y que intruyen a la unidad inferior de la formación Coloso.

Como consecuencia del plegamiento cretácico superior, la región quedó afectada por estructuras EW y NW e importantes fallas horizontales izquierdas.

En último término se tienen los depósitos clásticos de terraza con fósiles actuales, los cuales se encuentran entre los niveles correspondientes a la cota 150-250 (s.n.m.), lo que estaría indicando un movimiento ascendente durante el cuaternario.

A B S T R A C T

This area is located about 10 kilometers south of Antofagasta City. The northern boundary is Quebrada La Negra and the southern is Caleta Coloso. The stratigraphy, lithology and general structure were studied.

The geologic formations may be divided in the following units:

FORMATION	AGE
La Negra Formation Breccias, tuffs and reddish porphyritic rocks with some intercalations of continental clastic sediments.	Cretaceous? or Jurassic??
Way Formation Limestone (fossiliferous), calcereous sandstone of marine origin.	Middle Aptian to Hauterivian.
Coloso Formation Upper Units: Continental shale and sandstone.	Pre-Hauterivian.
Inferior Units: Continental conglomerate and breccias.	
Intrusive Rocks: Veins rocks. Coloso Batholith.	

In summary, it can be said that the stratigraphic sequence is composed by Mesozoic sedimentary and volcanic rocks.

The northern contact between Coloso-El Way and La Negra Formation is a fault zone, while the southern contact is the Coloso Batholith.

The inferior Unit of the Coloso Formation is characterized by the abundance of granitic materials. It is suggested that rocks were derived from denudation of the basement, which was uplifted in the Upper Jurassic. All kind of rocks from Andean trough were involved. Volcanic materials are more common in the upper units, which heralded the beginning of intense volcanic activity during the Middle to Upper Cretaceous.

According to J. Muñoz C., "there are some analogies between the sedimentary rocks from Neocomian at Tarapaca and Antofagasta Province and those from Andean Cordillera in Central Chile.

Two cycles of intrusion affected the area. The most important is the granite Coloso Batholith, which on petrographic evidence is very similar to the coast's Cordillera of Paleozoic age. The second intrusive consists of reddish porphyritic rocks and porphyritic diorite which are related to Middle to Upper Cretaceous volcanic cycle. Both series of igneous rocks intrude the lower unit of the Coloso Formation.

As a consequence of upper Cretaceous folding, the region was affected by a system of E-W and N-W faults. Most important are the strike slip faults (sinistral type).

Most recent are the clastic terrace deposits with contemporaneous fossils. The fossiliferous beds are located in levels 15 to 250 m. above sea level, which indicates uplift during the Quaternary.

INTRODUCCION

Situación, acceso y objeto del estudio.

La región estudiada en el presente informe, corresponde a la zona delimitada por la quebrada El Way (Fig. 1), ubicada en la Cordillera de la Costa aproximadamente 10 kilómetros al sur de la ciudad de Antofagasta, capital de la provincia del mismo nombre. Con el fin de dar al trabajo un carácter no tan unitario, se hizo extensivo el estudio en forma más general, a las áreas directamente adyacentes, abarcando en total la parte comprendida por los paralelos 23° 40' y 23° 50' latitud sur y los 70° 20' a 70° 30' longitud oeste. Es decir, es la región costera cuyo límite norte coincide con la quebrada La Negra, principal vía de acceso a la ciudad de Antofagasta, el borde austral corresponde a la zona de Caleta Coloso y el oriental a la alta meseta denominada "pampa" o valle longitudinal.

Las vías de acceso a la región de estudio corresponden al desvío ripiado que sale de la carretera Panamericana y que cruza de este a oeste la quebrada El Way hasta llegar al mar, de aquí existe un camino pavimentado costero que conduce a la misma ciudad de Antofagasta; este mismo camino se prolonga por el sur hasta Caleta Coloso en forma ripiada. Existen otros diversos caminos de segunda clase que siguen las quebradas tributarias a El Way, que hacen bastante accesible el estudio de los afloramientos rocosos ahí existentes.

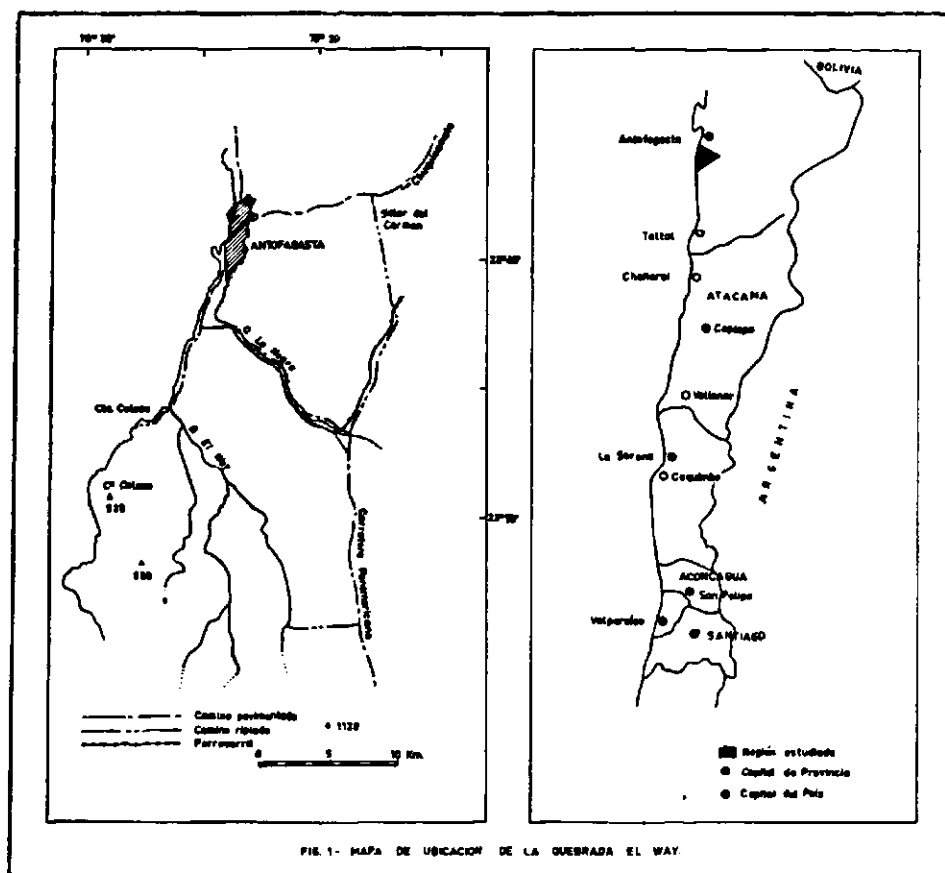
El presente informe forma parte de los trabajos de reconocimientos geológicos que el Instituto de Geología de la Universidad de Chile considera indispensable realizar en algunas áreas claves, con el objeto principal de obtener un mejor conocimiento de la estratigrafía de las unidades geológicas presentes y de esclarecer los rasgos más importantes de las estructuras.

La parte correspondiente a geología económica no ha sido considerada en este estudio.

Estudios previos.

Los primeros antecedentes geológicos de la región quebrada El Way —Caleta Coloso— se encuentran en Fundamentos de la Geología de Chile (1950, p. 98) del Dr. JUAN BRUGGEN. Este estudio contiene un esquema geológico de la región y secciones que muestran las relaciones estructurales entre el paquete de calizas asignado al Cretáceo inferior y las areniscas y lutitas rojas del yacente. Bruggen describe esta unidad como la parte superior de la formación roja de Caleta Coloso. Posteriormente WENZEL en el volumen correspondiente a Chile del Léxico Estratigráfico Internacional, fijó en dos unidades diferentes las Calizas del Way, y la formación roja subyacente de Caleta Coloso.

Entre las investigaciones más recientes están los trabajos inéditos realizados por los geólogos de la Empresa Nacional del Petróleo, cuya dirección nos ha facilitado todos los datos pertinentes que inciden en el presente estudio, y el



trabajo de Horacio Harrington "Geology of parts of Antofagasta and Atacama provinces, Northern Chile" publicado en el Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist (volume 45, p. 189). Muestreos paleontológicos han sido realizados por JUAN TAVERA y el Dr. BRUGGEN, cuyas listas de fósiles se incluyen en el trabajo.

Antecedentes y métodos de trabajo.

El trabajo de terreno tuvo una duración de 15 días y fue realizado en el mes de agosto de 1962. Como base topográfica para la exploración geológica de la región se utilizó la carta a escala 1:100.000 del Instituto Geográfico Militar y las fotografías aéreas verticales ampliadas a una escala aproximada de 1:25.000. Se recolectaron alrededor de 150 muestras petrográficas incluyendo el material fosilífero y se confeccionaron cerca de 60 secciones delgadas que fueron estudiadas en el laboratorio por los autores.

Para la confección del plano geológico definitivo, se utilizó la carta 1:100.000 ampliada a 1:50.000 por métodos fotográficos; los perfiles que acompañan esta publicación tienen escala similar y están basados en los mapas referidos.

El material fosilífero recolectado durante esta campaña fue estudiado por el Sr. Juan Tavera, paleontólogo del Instituto de Geología.

Este trabajo fue presentado al Simposium sobre el Geosinclinal Andino que la naciente Sociedad Geológica Chilena programó a fines de 1962. Con este fin, dejamos de lado detalles para ocuparnos sólo de los aspectos más distintivos y sobresalientes que significaran un aporte más al conocimiento de las relaciones estratigráficas y estructurales de la región en estudio. Guiados por este mismo principio hicimos correlaciones basadas más que nada en conocimientos bibliográficos y que de acuerdo a la magnitud de este trabajo no son plausibles, con la finalidad de encender la llama de la discusión constructiva que nos lleve a un mejor conocimiento de esta Cuenca Geosinclinal Andina.

Agradecimientos.

Los autores agradecen la cooperación prestada a los profesores don Humberto Fuenzalida V., Director de la Escuela de Geología de la Universidad de Chile, y a don Jorge Muñoz Cristi, Director del Instituto de Geología, quien nos permitió la realización combinada de este informe; a don Adrián Meléndez Ingeniero Provincial de la Empresa Nacional de Minería en Antofagasta, quien gentilmente cooperó para el mejor desempeño de la campaña en terreno. También a la Empresa Nacional del Petróleo por proporcionarnos sus antecedentes geológicos de la región.

RASGOS GEOMORFOLOGICOS

Fisiografía.

En la región cartografiada se presentan dos unidades morfo-estructurales bien definidas: la Cordillera de la Costa en el cual afloran las rocas estratificadas e intrusivas objetos de estudios del presente informe, y la parte occidental del valle longitudinal o "pampa", considerada esta última como una planicie aluvial pedemontana SEGERSTROM (1962). Ambas unidades son importantes rasgos fisiográficos que caracterizan a la mayor parte del área norte del territorio nacional (Norte Grande).

La Cordillera de la Costa tiene las características correspondientes a un paisaje maduro acentuado localmente en la parte en que la superficie se desarrolló en rocas sedimentarias clásticas como la zona que bordea a la quebrada El Way. Serranías más abruptas se han desarrollado en rocas volcánicas e intrusivas, ya sean estas últimas hipabisales o plutónicas, como son las zonas que comprenden a la quebrada La Negra (al norte del mapa) y el área de Caleta Coloso al sur de la quebrada El Way. La influencia del fallamiento en la densidad y distribución de las quebradas es importante. Estas últimas corresponden a cauces de desagües secos que cruzan las estructuras casi normalmente con pendientes variables hacia la zona costera, permitiendo fácil acceso al estudio total de los afloramientos. Quebradas tributarias de las más importantes, que se presentan profundas y angostas, delimitadas por acantilados abruptos son frecuentes cerca de la desembocadura en el mar, en cambio aguas arriba las quebradas tribu-

tarias se hacen más amplias con pendientes accesibles, con una cubierta de grava, como es el caso de la quebrada la Viuda.

Las cumbres más altas y que sobresalen del paisaje corresponden al espolón de cerros graníticos ubicados en el extremo suroeste del mapa geológico, constituido por los cerros Coloso, Bolfin y Jarón, y los cerros ubicados más al oriente de estos últimos, cuyas cumbres alcanzan los 1.000 metros sobre el nivel del mar. Esta alta cadena cierra por el sur el paisaje de rocas estratificadas y delinea varias cuencas endorreicas secas cubiertas por una gruesa capa de material detrítico derivado de la exfoliación granular de las rocas de la subsuperficie.

Siguiendo por el talweg de la quebrada El Way aguas arriba, los cerros comienzan en forma paulatina a hacerse más elevados hacia el este, hasta alcanzar en el nacimiento mismo de la quebrada (donde están ubicadas las calizas), alturas sobre los 750 metros, constituyendo el *divortium acuarium* entre las líneas de drenaje que van hacia la pampa y las que siguen en dirección de la quebrada El Way.

Mirando desde las alturas se observa una extensa superficie de erosión a ambos lados de la quebrada El Way, con altura promedio de 150 metros alcanzando hasta los 250 metros s.n.d.m., sobre el cual se depositaron los sedimentos clásicos de terraza que contienen fósiles marinos actuales. Estos depósitos en gran parte han sido y continúan siendo erosionados, quedando sólo algunos restos de ellos al sur de la quebrada El Way. Por lo tanto, esta superficie de deposición de los sedimentos de terraza tiene que haber correspondido a una antigua zona de playa que ha sido levantada a la altura actual, probablemente por movimientos de bloques cuaternarios.

La delimitación entre las principales unidades fisiográficas de la zona de estudio es causal directa de importantes sistemas de fallas de tensión de rumbo aproximado norte-sur que tienen gran extensión longitudinal a lo largo de la provincia de Antofagasta y que se señalan por abruptos y visibles escarpes de falla.

El esquema de drenaje predominante en la zona de estudio corresponde al tipo dendrítico y los desagües principales son generalmente quebradas secas subsecuentes siguiendo líneas de fallas o de fracturas.

Clima y Vegetación.

La región estudiada está comprendida en la llamada zona del desierto, ALMEYDA Y SÁEZ (1958, p. 9) con carencia casi absoluta de lluvias y vegetación nula o muy escasa en la mayor parte de su superficie. El promedio anual de lluvia para 40 años fue de 11 milímetros, SEGERSTROM Y RUIZ (1962, p. 12). La temperatura media anual en la región costera es de aproximadamente 18° con contraste entre el día y la noche especialmente en el borde oriental de los cerros que forman la Cordillera de la Costa. La influencia benéfica de la corriente marina fría de Humbolt y los vientos predominantes hacen que la temperatura media sea menor que la correspondiente a su latitud, produciendo las camanchacas y los nublados que suplen en pequeña porción la falta de lluvias, caracterizando a este clima por una alta humedad relativa, FUENZALIDA, (1950, p. 216).

De acuerdo a las zonas geográficas para la distribución de las especies animales, esta región también queda incluida en la llamada zona de los desiertos.

De acuerdo a la división del país en zonas fitogeográficas, la región cartografiada corresponde a la zona xenomórfica del desierto costero, caracterizado por escasas plantas espinosas, que en la actualidad prácticamente han desaparecido.

ESTRATIGRAFIA

Generalidades.

En el área de la quebrada El Way afloran rocas sedimentarias clásticas continentales y marinas muy bien expuestas a lo largo de toda la quebrada. Por el norte la sucesión de sedimentitas se pone en contacto por falla con el conjunto de brechas, tobas y lavas pertenecientes a la formación la Negra, que tiene su mejor representación en la quebrada la Negra, ubicada aproximadamente 5 kilómetros al sur de la ciudad de Antofagasta. Por el sur el Batolito de Coloso se pone en contacto por falla con los conglomerados brechosos pertenecientes a la unidad inferior del conjunto El Way. Por el este el conjunto queda cortado por importantes fallas de gravedad de rumbo aproximado norte-sur.

El denso cuadro tectónico que afecta a las rocas aquí expuestas, produce ciertas complicaciones en el levantamiento general de la zona, pero este problema se solucionó mediante el estudio litológico detallado de las unidades que afloran y que muestran en sí características bien definidas. Por las razones expuestas, hemos subdividido la formación Coloso en dos unidades litológicas que nos permiten mostrar con mayor claridad las relaciones estructurales entre las diversas formaciones. De este modo la columna estratigráfica presente en la quebrada El Way es la siguiente: (Fig. 2).

Formación Coloso.

Definición, relaciones estratigráficas, litología y espesor.

Se designa con el nombre de formación Coloso, a la unidad estratigráfica más antigua presente en la región. BRUGGEN (1950, p. 96) denominó formación roja de Caleta Coloso, al conjunto de sedimentitas rojas, conglomerados, lutitas y calizas que afloran en la quebrada El Way y se extienden por el sur hasta Caleta Coloso. Es decir, consideró bajo este nombre al conjunto de sedimentos continentales y marinos que allí se presentan. Posteriormente WENZEL (1957, Hoffstetter et al. . .) denominó Coloso únicamente al conjunto de areniscas y lutitas rojas finamente estratificadas que aparecen bajo el paquete de calizas, neocomiano.

La base normal de la formación no aparece expuesta; su techo constituye un contacto concordante con los sedimentos marinos de la formación Way.

Basados en diferencias litológicas y estructurales y con el fin de facilitar la solución a los problemas de relaciones estratigráficas, hemos dividido la formación Coloso en dos unidades, una inferior (A), compuesta preferentemente

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

SECCIONES PRESENTES EN
QUEBRADA EL WAY (Sur) QUEBRADA LA NEGRA (Norte)

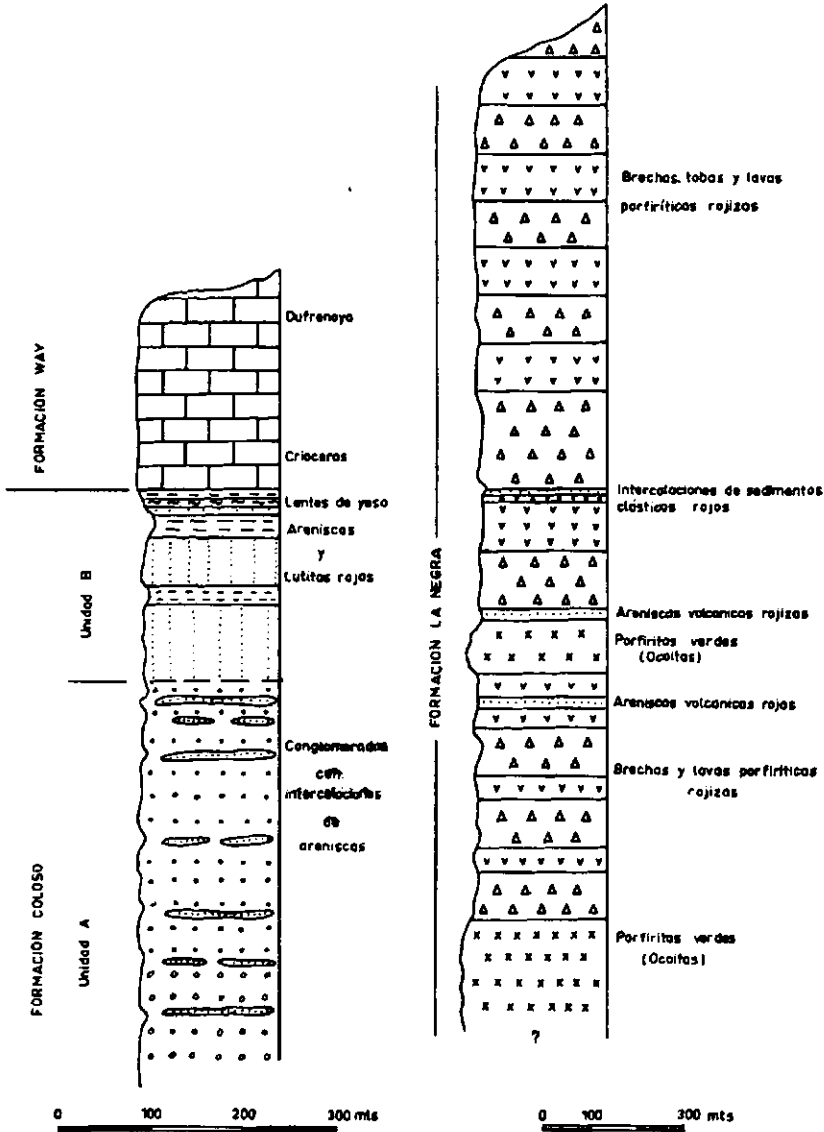


FIG. 2

M.G.I.R.

por conglomerados brechosos y otra superior (B) constituida esencialmente por areniscas y lutitas rojas.

Unidad A: Este miembro está compuesto aproximadamente por más de 400 metros de conglomerados brechosos con lentes de areniscas y limolitas en forma de canales, con estratificación bastante gruesa y a veces mal definida, pero siempre se observa cierta orientación en la dimensión mayor de los clastos, paralelos al rumbo de las capas. Característica distinguida de esta unidad es la uniformidad en la calidad y forma de los tipos litológicos incluidos, y en la periodicidad de las intercalaciones de lentes de sedimentos finos rojizos. Los rodados que componen los conglomerados brechosos son subangulares y alcanzan hasta 0,5 metros de diámetro. Con el fin de fijar un criterio acerca de la proveniencia o posible fuente de origen de los clastos se hizo un estudio petrográfico detallado en los 150 metros iniciales que forman la base de los conglomerados brechosos de la unidad inferior de esta formación. Este estudio permitió identificar los siguientes tipos de rocas: a) Granitos (48%). Corresponden preferentemente a microgranitos leucocráticos de color rosado claro. Bajo el microscopio se observan con textura hipidiomorfa a panalotriomorfa granular fina a media compuesta por ortoclasa, plagioclasa, micropertita, pertita, cuarzo y biotita subordinada; a veces también algo de anfíbola; en ciertos casos se observa una granulación en los bordes de los granos. El feldespato potásico ($2V_x = 75^\circ$) se presenta arcillizado y profundamente seritizado, maclado según CARLSBAD; generalmente en entrecrecimiento micropertítico con plagioclasa. También es frecuente como inclusiones poikiliticas dentro de los granos de cuarzo. Microclina sólo se observó en un ejemplar, en proporción muy reducida como microclina-pertita. La plagioclasa corresponde a una oligoclasa sódica arcillizada y sericitizada en individuos subidiomorfos maclados polisintéticamente según (010) en gemelos finos y en combinación con CARLSBAD. En algunos ejemplares se presenta una estructura zonar marcada por la profunda alteración del núcleo de los cristales. El cuarzo se presenta preferentemente en entrecrecimientos micropegmatíticos con los feldespastos en proporciones variables hasta constituir verdaderas runitas; también se observa en granos alotriomorfos intersticiales con extinción ondulosa e inclusiones de rutilo. En forma subordinada aparecen biotita cloritizada y desferriada, incluyendo granitos de zircón con halos pleocroicos muy variables. Como minerales accesorios aparecen magnetita, titanita, apatita y zircón.

Microscópicamente estos granitos son diferentes a los granitos paleozoicos, MUÑOZ CRISTÍ (1962, p. 15), milonitizados de microclina y moscovita que aparecen en los rodados de los conglomerados Triásicos y que aflora en la costa de la zona central del país.

b) Dioritas (20%). Son rocas de grano fino a medio de color gris claro. Petrográficamente son variaciones más básicas de las rocas graníticas anteriores y corresponden más bien a dioritas cuarcíferas, constituidas principalmente por andesina sódica profundamente arcillizadas y en parte sericitizadas, y cuarzo en proporción menor, en entrecrecimiento grafo-granítico con los feldespastos y también en forma intersticial. Se observan abundantes manchas de clorita asociadas a óxidos de hierro de donde se deduce que corresponden a productos de alteración de minerales ferromagnesianos originales.

c) **Pórfidos diorítico (20%)**. Son rocas porfídicas con masa fundamental afanítica verde claro y rojizas. Bajo el microscopio se observan fenocristales de andesina idiomorfa zonada, profundamente arcillizadas y en parte sericitizada incluyendo granitos de epidota. La masa fundamental está constituida por un agregado feldespático alotriomorfo granular, clorita hipocristalina, epidota y prismas de hornblenda cloritizada, con tendencia a formar textura diabásica. En un ejemplar se observa en la masa fundamental una abundante granulación de óxidos de hierro que le confiere a la muestra el color rojizo. En cantidades menores aparece titanita.

d) **Porfiritas (12%)**. Se tratan en general de rocas porfídicas con masa fundamental afanítica gris azulada con manchas verdes, en la cual se destacan fenocristales de feldespatos blanco lechoso y verdes con longitudes de hasta 4 mm. Bajo el microscopio la masa fundamental varía entre pilotaxítica a un agregado muy confuso de feldespato, clorita, sericita, epidota, cuarzo y calcita. El primer tipo está constituido por microlitas de feldespatos de 0,03 mm de contornos difusos con un material criptocristalino intersticial, granos de clorita y de óxidos de hierro diseminados. Los fenocristales corresponden a oligoclasa-andesina, maclado polisintéticamente según Albita, Carlsbad y Periclino, arcillizados y algo sericitizados especialmente en las fracturas.

Dentro de ese conjunto un solo ejemplar corresponde a una porfirita rojiza con fenocristales de andesina idiomorfa entre 0,2 y 0,4 mm con estructura zonar poco desarrollada, maclados polisintéticamente según (010) y según CARLSBAD. La masa fundamental presenta color negro a luz paralela y rojo intenso a luz reflejada y consiste en un agregado de material feldespático y de pigmento rojo diseminado irregularmente, formando a veces concentraciones. Sobre esta pasta se observan nadando algunas microlitas de andesina.

De acuerdo al conocimiento petrográfico de este tipo de rocas en otras regiones del país, el primer grupo de porfiritas verdes podría corresponder a rocas filonianas y las porfiritas rojizas serían las únicas que podrían considerarse como verdaderas lavas.

El color predominante de toda esta sucesión es pardo rojizo a diferencia de la unidad superior que es rojo intenso. Su base normal no es visible, sólo se observa un contacto muy confuso por el fallamiento con las brechas y tobas de la formación La Negra, en los cerros frente a la Estación de Radio, en el camino costero que conduce de Antofagasta a Caleta Coloso (Perfil B-B y Fig. 3). Su límite superior está marcado por un cambio gradacional más o menos rápido a las areniscas y lutitas rojas del miembro (B).

El estilo tectónico de estas capas es bastante ondulante, los buzamientos son tanto al oeste como al este, pero el cuadro general es con buzamiento al este. Por el sur el batolito interrumpe su extensión en la quebrada de Caleta Coloso, poniéndose en contacto por falla con una franja de alteración hidrotermal, complicada por numerosas fallas menores.

Unidad B: Esta unidad está constituida por areniscas muy gruesas a finas y lutitas de color rojo intenso a violeta, finamente estratificada (Lám. I, Fot. 2. Lám. II, Fot. 3) en capitas de aproximadamente 30 cm, con delgados lentes de conglomerados con rodados subangulares de hasta 10 cm, cuyos tipos litológicos corresponden principalmente a porfiritas rojizas, aplitas y microgranitos rosados. Una muestra obtenida en la parte media del perfil de esta uni-

dad corresponde a una arenisca volcánica gruesa, constituida por granos subredondeados de rocas volcánicas de texturas hialofíticas e hialopiliticas con microlitas de plagioclasa idiomorfas nadando en una base hialina hematítica, negra con luz paralela y roja intensa con luz reflejada. También se encontraron andesina muy arcillizada en estado fragmental, granos de micropertita algo sericitizados, cuarzo con extinción ondulosa, calcedonia, clorita, vidrio pardo silíceo, calcita y epidota. El material cementante consiste en un agregado arcilloso con siderita y hematita cubriendo con una delgada película a los granos.

Como se ve, existe un incremento en la cantidad de material volcánico que participa como fuente de nutrición de estos sedimentos.

Hacia el pendiente de esta unidad, comienzan a aparecer guías y lentes de yeso de 3 a 5 cm de espesor, que paulatinamente comienzan a hacerse más densos hasta formar un lente de yeso de espesor visible cercano a los 10 metros, que ha servido de base para la explotación a rajo abierto de este mineral en la zona. También aparecen lentes de calizas estériles, con silicificación incipiente en el contacto con el intrusivo porfirítico que aparece al final de la quebrada El Way.

Característica de esta unidad es la presencia de interesantes estructuras primarias del tipo "flow-cats", "load-cats", estratificación cruzada y pliegues de deformación contemporáneos.

La base de la unidad (B) la constituye el paso gradual de los conglomerados brechosos de la unidad inferior hacia las areniscas y lutitas rojas de esta sucesión. En el techo se apoyan concordantemente los estratos sedimentarios marinos El Way.

El espesor máximo aproximado de esta unidad es de 200 metros. La variación en potencia observada cerca del núcleo fracturado del sinclinal de las calizas El Way (ver mapa geológico), se puede explicar por una multitud de planos de cizalle, paralelos entre sí, y más o menos paralelos a planos de cizalles mayores. Estos micro-planos de cizalle se pierden en los conglomerados brechosos de la unidad subyacente y han servido para que el conjunto de lutitas rojas (de calidad menos competente) por efectos de clivaje de fractura se adapte al espacio dejando durante el plegamiento que afectó a la serie total. Producto de esto es la interdigitación irregular y aparente entre los conglomerados brechosos y las lutitas y areniscas rojas, y el ángulo agudo que forma la unidad (B) con las calizas superpuestas cerca del núcleo sinclinal de estas últimas.

Edad, correlaciones y condiciones de sedimentación.

No se han encontrado fósiles en esta formación. Por la edad asignada a la formación marina fosilífera superpuesta (ver edad, correlación y condiciones de sedimentación de la formación Way), la formación Coloso sería pre-Neocomiano, o bien se ubicaría en los niveles inferiores de esta época. HARRINGTON (1962, p. 189), le asigna una probable edad barremiana superior, basado en la edad por él asignada a la formación Way.

Esta unidad es directamente correlacionable con la formación Atajaña, descrita por CECCIONI y GARCÍA (1960, p. 17), en la Cordillera de la Costa de la provincia de Tarapacá. Su litología y marco estratigráfico semejante no hacen dudar en tal correlación. Por semejanzas litológicas ha sido correlacionada con

los conglomerados de Purilactis, las lutitas bituminosas de El Pular y la Formación Sigilia, situada en la Cordillera Andina de la provincia de Antofagasta.

A pesar que la base de esta formación no aparece expuesta, los sedimentos de la Formación Coloso son muy semejantes a los descritos por varios autores por debajo de las calizas neocomianas (Cretáceo inferior), en la Cordillera Andina de la zona central del país. En cambio la falta absoluta de volcanitas intercaladas, hace a esta formación muy diferente a las que forman el yacente de las calizas neocomianas en la Cordillera de la Costa de la zona central. En la región al N. O. de Vallenar, describe MUÑOZ CRISTI (1958, p. 128), volcanitas queratófidicas sobre las cuales se apoyan sedimentos hauterivianos y barremanianos. "Por lo tanto, se puede considerar que la facies de los sedimentos neojurásicos de la Cordillera de la Costa de las provincias de Tarapacá y Antofagasta, coinciden con las correspondientes a la Cordillera Andina de la Zona Central del país". (MUÑOZ CRISTI, inf. inédito, 1962, p. n-30).

Formación Way.

Definición, relaciones estratigráficas, litología y espesor.

Se ha designado como formación Way una sucesión de estratos marinos fosilíferos compuestos principalmente por calcilutitas, calcarenitas, margas y calizas abundantemente fosilíferas. Se presentan en el techo de la formación lutitas amarillas y café amarillentas, finamente estratificadas. Esta unidad fue referida por BRUGGEN (1950, p. 97), quien la estudió como parte integrante de la formación roja de Caleta Coloso, y señaló bajo la denominación de Calizas del Way, en el croquis geológico realizado en la zona de la quebrada El Way. Posteriormente, WENZEL (Hofftetter, et al., 1957), fijó el nombre de formación Way, al paquete de calizas que forman el pendiente de la serie sedimentaria clásica que aflora a lo largo de la quebrada El Way. Geólogos de la Empresa Nacional del Petróleo también han efectuado levantamientos geológicos en esta zona y han conservado la denominación ya en uso.

En la región que se estudia, los afloramientos de esta sucesión se encuentran muy bien expuestos en la parte superior de la quebrada El Way y quebrada Mal Paso, formando un cordón que sirve de "divortium aquarum" entre las quebradas que siguen la dirección de El Way y las que corren al oriente.

La geometría de los afloramientos ha determinado una faja sinclinal irregular, destrozada y muy comprimida por presiones normales al plano axial del pliegue, cuyo eje presenta una dirección N. O.-S. E. con buzamiento aproximadamente 45 al S.E. Como consecuencia del plegamiento que afectó a esta unidad se originaron una serie de fallas con desplazamiento horizontal tipo izquierdo y también en la vertical que incidieron en la distribución de los afloramientos de esta formación.

Las Calizas La Viuda, constituidas por areniscas calcáreas, margas y calizas gruesamente estratificadas, aparecen como un bloque aislado tumbado hacia el N.O. y parecen representar una parte del ala norte del sinclinal calcáreo que ha sido desplazado horizontalmente de su posición original. Fallas evidentemente paralelas a éstas y más o menos paralelas al rumbo axial han produci-

do sucesivos desplazamientos semejantes en los afloramientos que representan a las calizas de El Way.

La base de la formación está constituida por aproximadamente 50 metros de areniscas en parte conglomerádicas muy calcáreas, margas y calizas amarillentas con abundante faúna constituida principalmente por equinoideos, *Exogira coultoni* y corales. Hacia arriba siguen unos 150 metros constituidos casi enteramente por calizas arenosas con intercalaciones de lutitas de color gris oscuro y verde, en potencia de no más de 10 m, con carácter bastante fisible. La parte superior del perfil está constituido por aproximadamente 40 m de calizas y lutitas amarillas y café amarillentas calcáreas abundantemente fosilíferas.

La base de la formación Way está en contacto concordante con la unidad superior de la formación Coloso. El techo de esta formación corresponde a la actual superficie de erosión. El espesor total reconocido para la formación Way alcanza un valor aproximado de 240 metros.

Fósiles, edad, correlaciones y condiciones de sedimentación.

De los antecedentes que disponemos, el Dr. BRUGGEN fue el primero que recolectó fósiles en la zona, en un intento de definir los niveles de calizas dentro de la antigua "Formación Porfirítica". Los fósiles por él recolectados y estudiados por Tavera, son los siguientes:

Trigonia cf. *transitoria*, STEIN y WILCK; *Exogira coultoni* D'ORB; *Pecten* cf. *lc*.

Aunque el material recolectado por el Dr. BRUGGEN contiene formas como *Trigonia* cf. *transitoria* y *Exogira coultoni* que permiten, en general, fijar la edad del conjunto en el Cretáceo inferior, faltan formas más definidas que permitan una mayor precisión estratigráfica. Posteriormente, TAVERA, recolectó y definió la siguiente lista de macrofósiles:

Cefalópodos, *Crioceras* sp. 1, *Crioceras* sp. s, *Bivalvos*; *Exogira coultoni*, D'ORB, ¿Var; *Exogira* cf. *coultoni*, D'ORB; *Crassatella* (*Plionema*) *aequalis*, GERHARDT VAR?; *Pecten* aff. *discor* PHIL.; *Lucina* cf. (*Chlamys*) *robinaldinus*, D'ORB; *Lucina* cf. *porrecta*, GERHARDT; *Cardita* aff. *subparalela*, GERHARDT; *Perna stolpi*? PHIL. *Gastrópodos*; *Turritella* sp. aff. *Turritella* sp. (Copiapó). *Braquiópodos*; *Corales*, *Isastrea* sp.

Las formas de *Crioceras* y de *Lucina* cf. *porrecta* GERHARDT, indicarían una edad entre Hauteriviense superior y Barremiano, según las correlaciones posibles de establecer con las divisiones del perfil de las capas del neocomiano del valle del río Copiapó.

HARRINGTON (1961, p. 19), da la siguiente lista de fósiles por él recolectados y que fueron estudiadas por LEANZA, separadas en tres grupos de estratos que de abajo hacia arriba, son los siguientes:

a) Lutitas café amarillentas a amarillas con:

Rhynchonella sp. nov., *Douvilleiceras* sp., *Corbula bodenbenderi* Behr, *Lucina subporrecta* Leanza and Cast., *Eriphyla argentina* Burck, *Astarte notica*

Leanza and Cast., *Homomya antofagastensis* Leanza and Cast., *Homomya subandina* Leanza and Cast., *Chlamys subvacaensis* Leanza and Cast., *Chlamys wayensis* Leanza and Cast. *Trigonia nepos* Paulcke, *Exogira couloni* (Defr.) *Cucullea gabrielis* Leym, *Cretirhynchia transatlántica* Leanza and Cast., *Serpula occidentalis* Leanza and Cast.;

b) Lutitas verdes con:

Tellina sp. cf. *T. andina* Gerh, *Pleuromya harringtoni* Leanza and Cast., *Chlamys subvacaensis* Leanza and Cast., *Trigonia nepos* Paul;

c) Calizas gris, en estratificación gruesa con:

Stromechinus andinus Stein, *Heteraster* sp. aff. *H. lorioli*, *Trigonia nepos* Paulcke, *Ostrea minos* Coq.

De acuerdo a la presencia de *Douvilleiceras*, Harrington propone para la formación Way una edad albiense. La presencia de este ammonite es bastante dudosa porque no ha sido encontrado hasta el momento por ningún investigador en los múltiples muestreos practicados en estas calizas.

La lista de fósiles, recolectados por los autores durante los trabajos de terreno que demandó este estudio y que ha sido estudiada por Juan Tavera, es la siguiente:

Calizas EL WAY:

Ammonoideos.

Dufrenoya sp. aff. *Joserita Stoyanow* (Lám. III-Fots. 5-6-7).

Dufrenoya ? sp.

Kasanskyella ? sp.

Bivalvos.

Trigonia nepos Paulcke.

Crassatella (*Plionema*) *aequalis* Gerhardt.

Panapaea sp.

Lima sp.

Pecten (*Chlamys*) *wayensis* Leanza y Castellaro.

Nucula sp. ¿pusilla Phil var?

Gastrópodos.

Tylosoma sp. aff. *subponderosa* Schloss.

Braquiópodos.

Rhynchonella sp. aff. *sulcata* Dav.

Equinodermos.

Enalaster Taxanum Roemer (var?).

Corales.

Placocoenia neuquensis (Gerth) Weaver (Colonias).

Vermes.

Serpula occidentalis Leanza y Castellaro.

Serpula sp. *zincta* Goldf?

De acuerdo a TAVERA, "la posición estratigráfica del material de muestreos, puede ser precisada con relación al material de ammonites y por ello momentáneamente sólo con referencia al horizonte de procedencia de éste. De acuerdo con las zonas amonitíferas standard, el horizonte con *Dufrenoya*, permite reconocer en el punto del hallazgo, un equivalente de las zonas de este género, con ubicación en el Aptiano Medio (zonas). El material muestreado precisaría el límite superior al Aptiano Medio.

"El resto de la fauna muestreada por los señores Alarcón y Vergara es integrado por elementos Aptianos y de afinidades Albianas. De los primeros, *Placocoenia neuquensis* (Gerth) Weaver, *Trigonia nepos* Paulke en el perfil Biese (Copiapó) y dudosos *Crassatella* (*Plionema*) *aequalis* y entre los segundos, *Rhynchonella* sp. aff. *sulcata* Dar. (Madagascar) y *Enalaster texanum* Roemer".

En cuanto a la presencia de *Douvilleiceras* determinada por Leanza y Castellaro, acota Tavera en su informe: "Dada la incompatibilidad cronológica de *Douvilleiceras* con la presencia de *Dufrenoya* en el mismo punto de muestreo, de acuerdo con la zonación standard, deducimos que siempre que se confirmara la existencia de *Douvilleiceras* en El Way, se trataría de diferentes horizontes de procedencia".

De este modo el marco estratigráfico inferior para la serie El Way quedaría definido con *Crioceras* y *Lucina* cf. *porrecte* Gerhardt que fijarían una edad máxima hauteriviana y el marco superior por *Dufrenoya* sp. aff. *Joserita Stoyanov* que precisaría el límite superior al Aptiano Medio. Es muy posible que los niveles bajos del Neocomiano también se encuentren presentes, pero que no estén representados por fauna que permita precisar esos niveles.

Las calizas La Viuda, ubicadas al norte de los afloramientos de rocas calcáreas denominadas El Way, representan un paquete sedimentario que ocupa la actual posición debido a desplazamientos de origen tectónicos. La fauna recolectada en esta localidad y estudiada por Tavera es la siguiente:

Trigonia nepos Paulcke (Lám. III, Fot. 9); *Isocardia* cf. *neocomiensis* Ag; *Volsella weaveri* Leanza y Castellaro; *Pecten* (*Chlamys*) *wayensis* Leanza y Castellaro; *Perna* sp. *plotensis* Weaver?; *Crassatella* (*Plionema*) *aequalis* Gerhardt; *Homomya antofagastensis* Leanza y Castellaro; *Homomya* sp.; "*Venus*" sp.; *Panopea* sp.; *Lyosoma* aff. *squamosa* White (=Gen. y sp. indt. Leanza y Castellaro (Lám. III-Fot. 10); *Enalaster texanum* Roemer; *Serpula occidentalis* Leanza y Castellaro; *Serpula* sp. *occidentalis* Leanza y Castellaro?

De las formas descritas sólo *Homomya* y *Lyosoma*, representan individuos nuevos y que Leanza y Castellaro ya describen asociados a *Douvilleiceras*. De este modo la edad del conjunto se conservaría, y "si conferimos a las formas mencionadas valor cronológico restringido, sobre la base de estos solos muestreos, debemos asimilarlas de acuerdo con la presencia de *Douvilleiceras* al Albiano medio" (Tavera).

La formación Way es correlacionable con la formación Blanco, CECCIONI y GARCÍA (1960, p. 20), de la Cordillera de la Costa de la provincia de Tarapacá. A pesar que a esta última formación se le ha asignado una edad neocomiana basal basado en ammonites del género *Argentiniticeras* ahí encontrados, ambas formaciones representan en sus rasgos generales al Cretáceo Inferior marino transgresivo en el Geosinclinal Andino.

Por el sur la formación Way, podría correlacionarse con las formaciones superiores (Pabellón, Totoralillo y Nantoco) del grupo Chañarcillo definido por SEGERSTROM y RUIZ (1962, p. 21), en el valle medio y superior del río Copiapó, provincia de Atacama.

Desde el punto de vista de asociación litológica para el Grupo Coloso-Way y con un criterio tectónico sedimentario para la corrida del Neocomiano marino a lo largo del país, podríamos correlacionar a la formación Way con las formaciones del Cretáceo inferior marino de la Cordillera Andina de la zona central del país; formación San José (Valanginiana) de AGUIRRE, en la provincia de Aconcagua; formación Baños del Flaco (Titoniano superior-Hauteriviense), de KLOHN, para la Cordillera Andina de Santiago a Curicó, extendiéndose hasta Talca, punto más austral del país donde afloran sedimentos neocomianos, GONZÁLEZ y VERGARA (1961).

Posiblemente en la zona del valle del río Copiapó se defina el área de transición, durante el Cretáceo inferior, entre el borde occidental del Geosinclinal Andino, con abundantes volcanitas intercaladas entre los sedimentos neocomianos (Formación Bandurrias de SEGERSTROM) y los sedimentos del yacente, respecto al borde oriental de la cubeta sedimentaria Andina (Grupo Chañarcillo de SEGERSTROM) carente casi completamente de rocas volcánicas intercaladas.

Las condiciones de sedimentación de acuerdo a la fauna presente serían la de un ambiente poco profundo (litoral nerítico) y de aguas relativamente cálidas.

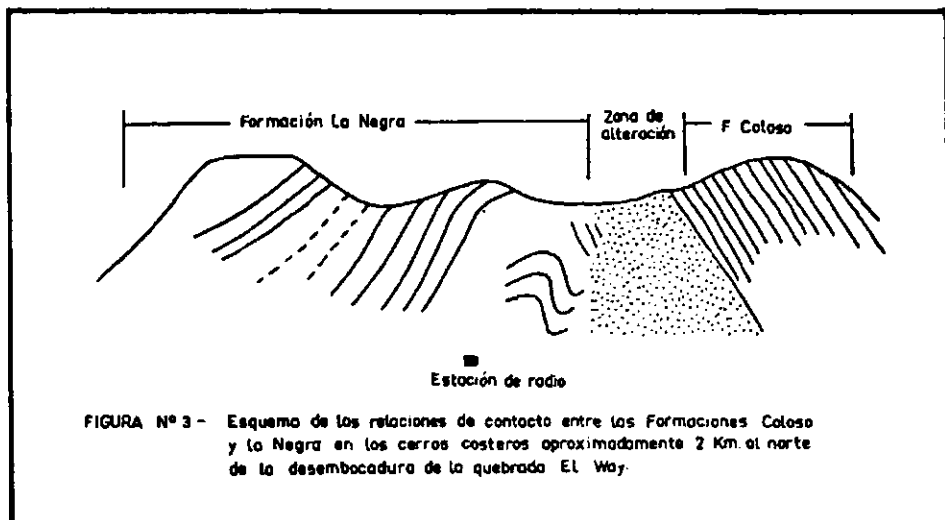
Formación La Negra.

Definición, relaciones estratigráficas, litología y espesor.

Con el nombre de formación La Negra se designa un conjunto clástico volcánico continental que tiene amplia distribución a lo largo de la Cordillera de la Costa de las provincias de Antofagasta y Tarapacá. La denominación La Negra ha sido propuesta por los geólogos de la Empresa Nacional del Petróleo, ya que en la quebrada La Negra, ubicada aproximadamente 5 kilómetros al sur de Antofagasta, afloran a lo largo de ésta en forma más o menos continuada, gruesos paquetes de volcanitas con algunas intercalaciones de sedimentos clásticos pertenecientes a esta formación.

En la región que se estudia los afloramientos de esta sucesión rebalsan los límites del mapa por el norte. Por el sur quedan interrumpidos por el contacto por falla con los sedimentos del grupo Way-Coloso (Fig. 3), y por el oriente se interrumpe en la falla con rumbo aproximado norte que delimita la pampa de los cerros que constituyen la Cordillera de la Costa. Los afloramientos de esta serie aparecen en forma bien estratificada en bancos medianos a gruesos con colores y tonalidades diferentes entre sí, lo que hace resaltar a la distancia la estratificación. Bancos gruesos masivos, sin ninguna estratificación, sólo con des-

arrollo de un sistema de diaclasa paralelo a la estratificación general, constituidos de porfiritas verdes en partes epidotizadas, y que aparecen con bastante frecuencia en medio de las anteriores, seguramente corresponden al enjambre de porfiritas intrusivas que incrementan la potencia real de la secuencia.



Según los geólogos de la ENAP y del Instituto de Investigaciones Geológicas, esta formación estaría cubierta discordantemente por la formación Coloso, en la región de quebrada El Way-Caleta Coloso. Según los mismos geólogos, la base de esta formación se apoyaría concordantemente en el miembro superior de la formación Posada Los Hidalgos de edad Liásica media, en el área de la Cordillera de la Costa al sur de Taltal y en la región de Tarapacá La Negra engranaría con sedimentos marinos hasta del Oxfordiano.

En el presente estudio se ha determinado que las relaciones estratigráficas existentes entre la formación La Negra y la formación Coloso no son normales. Ambas formaciones se ponen en contacto por fallas, como lo demuestra la relación tectónica existente entre las unidades inferior y superior de la formación Coloso con las rocas volcánicas pertenecientes a la formación La Negra (ver perfiles), la única otra posibilidad de explicar esta situación sería la de pensar en un brusco acuñaamiento, lo que al parecer resulta demasiado forzado; además, la gran abundancia de rodados graníticos en la base de la formación Coloso, muy cerca del contacto con La Negra, hace más plausible la idea de pensar en un área de denudación continental granítica, que en una región cubierta por gruesos flujos de lavas.

Una ancha zona cubierta parcialmente por material de acarreo y sedimentos clásticos modernos, cubre superficialmente la franja de contacto tectónico entre ambas formaciones. En lugares de esta zona donde las quebradas han logrado exponer algunos afloramientos se observa un caos en la disposición y fracturamientos de los estratos; esto está muy bien expuesto en los cerros que quedan frente a la Estación Radio, en el camino de Antofagasta a Caleta Coloso (Fig 3).

Basados en estos antecedentes no hay datos seguros para suponer a la formación La Negra bajo la formación Coloso o sobre la formación Way:

La litología será descrita a continuación mediante un perfil muy generalizado integrado por varias secciones realizadas en el curso de la quebrada La Negra, y también fuera del área cartografiada, al norte de la ciudad de Antofagasta, entre la estación Prat y C. Moreno. El perfil de abajo hacia arriba es el siguiente:

- a) Andesita porfídica (ocoíta) con fenocristales de plagioclasas brillantes de hasta 1 cm y de máficos negros o verdes cloritizados, dispuestos en una masa fundamental microgranular de color gris verdoso a gris azulado con grandes amígdalas de calcita o clorita. Bajo el microscopio se distinguen fenocristales de An_{50} (alta t^o) y augita. Los primeros se presentan en individuos bastantes idiomorfos con maclas polisintéticas gruesas de Albita, en partes fracturados incluyendo granitos de augita, clorita, epidota y material criptocrystalino pertenecientes a la masa fundamental. Los fenocristales de augita ($2V_x = 59^o$) corresponden a individuos subidiomorfos de hasta 1 mm, con alteración variable hasta un completo reemplazo con segregación de óxidos de fierro; a veces también incluyen poikiliticamente cristallitos de plagioclase. La masa fundamental varía entre intergranular a variedades diabásicas formadas por microfenocristales de plagioclase de bordes difusos, granitos de augita en parte uralitizados, clorita y pigmentación férrica. Este paquete presenta una estratificación bien marcada a la distancia por la epidotización y cloritización de algunas de las capas de la serie.
Es interesante observar, que no se pudo notar en todo este grueso paquete la presencia de material piroclástico o autobrechado . . . ~ 800 m (aproximadamente).
- b) Brecha fina a media con matriz cenicienta morada, constituida por fragmentos líticos afaníticos oscuros dispuestos fluidalmente, en capas de potencia máxima 15 metros. Lava morada fluidal afanítica en capas de 10 metros. Intercalaciones de areniscas volcánicas rojizas en parte bien estratificadas de 5 metros de espesor. Bajo el microscopio la matriz de la brecha corresponde a una lava de textura hialofítica constituida por microlitas de plagioclase indefinidas nadando en un material criptocrystalino con abundante pigmentación férrica, formando a veces concentraciones para formar cristallitas de diversas formas. Los fragmentos incluidos corresponden a porfiritas hialofíticas semejantes, existiendo en la masa fundamental de éstos, mayor cantidad de pigmento rojo y observándose sobre ellos una calcificación regular . . . ~ 530 m
- c) Andesita porfídica (ocoíta) con fenocristales brillantes de plagioclase y verde oscuro de augita en una masa fundamental verde claro. Los fenocristales alcanzan hasta 2 mm . . . ~ 100 m
- d) Areniscas volcánicas y lutitas rojizas finamente estratificadas con intercalaciones en forma irregular de andesitas porfídicas (ocoítas) con masa fundamental verde oscuro . . . ~ 150 m

Porfiritas de color rosado claro fluidales, con intercalaciones de areniscas volcánicas rojizas en paquetes de hasta 10 metros. Bajo el microscopio las porfiritas rosadas fluidales se observan porfídicas, con fenocristales de oligoclasa en individuos de hasta 0,6 mm, algo arcillizados. La masa fundamental es bastante abundante y está constituida por microlitas de oligoclasa dispuestos fluidalmente alrededor de los fenocristales, en una base hialina roja por reflexión y negra a la luz paralela. Sobre la muestra se observa una calcificación incipiente ~ 100 m

- e) Brechas finas a muy gruesas, del tipo explosivo, con matriz tobífera constituida por fragmentos líticos de hasta 2 metros y clastos cristalinos de plagioclasa de color blanco amarillento. Intercalaciones de volcanitas rosadas clara aparecen en diferentes niveles . . . ~ 900 m

Frente a la estación ferroviaria La Negra, en la parte superior de esta quebrada, aparece una serie sedimentaria continental rojiza que desafortunadamente no fue visitada por los autores, y cuya relación con el perfil general, por lo tanto, se desconoce.

El espesor total reconocido para la formación La Negra, mediante las secciones anteriormente descritas, no representa la potencia total de esta formación, debido a la falta de continuidad en el reconocimiento de algunas secciones. A pesar de todo, la potencia total de esta formación no alcanzaría los valores máximos de 15.000 metros, asignados en un comienzo por los geólogos de la ENAP. Es indudable que gran parte de las porfiritas gris verdosas (ocoíñas) que aparecen seudoestratificadas o masivas, cubierto sus afloramientos por el mismo material y con relaciones dudosas con las rocas del yacente y del pendiente, corresponden, por los antecedentes de que disponemos en otras partes del país, a rocas intrusivas.

Edad, correlaciones y condiciones de depositación.

No se han encontrado fósiles en los estratos que constituyen esta formación volcánica continental, razón por la cual su ubicación cronológica es desconocida. De acuerdo a la posición estratigráfica irregular en la región de estudio, tampoco es posible asignarle una edad relativa.

Los geólogos de la ENAP, basados en observaciones por ellos realizadas, han supuesto para esta última unidad una edad pre-neocomiana. Siguiendo este criterio, la base de la formación La Negra se manifestaría en la región de Chañaral, donde se apoyaría sobre el miembro superior de la formación Posada Los Hidalgos del Lías medio, acuniándose rápidamente hacia el norte para engranar en la región del Morro de Arica-Quebrada Los Tarros (provincia de Tarapacá), con sedimentos marinos del Oxfordiano. Así, el marco estratigráfico de la formación La Negra sería post-Liásico medio pre-Cretáceo inferior. De acuerdo a tal hipótesis, quedaría por explicar cómo en la región de Caracoles ubicada sólo aproximadamente 200 kilómetros al NE, de la ciudad de Antofagasta, el perfil Jurásico marino, según HARRINGTON (1961, p. 18), abarcaría

desde un Bajociano medio hasta un Kimmeridgiano, sobre el cual discordantemente se apoyarían coladas andesíticas del Andico (Titoniano-Neocomiano). Lo mismo puede decirse para la localidad de Cerritos Bayos, ubicados directamente al norte de Caracoles donde, según BIESE (1961), el Jurásico se iniciaría con calizas de Arietites y terminaría en el Titoniano. Es difícil imaginarse a una formación volcánica de espesor tan inmenso como La Negra, acuñándose hasta desaparecer en un espacio tan relativamente cercano. En la Cordillera de la Costa de la provincia de Tarapacá, CECCIONI y GARCÍA (1960) mencionan sólo en forma bastante reducida (Form. Playa Los Verdes) intercalaciones de volcanitas andesíticas en los sedimentos marinos Jurásicos. La falta de un estudio más detallado de la región de Chañaral y Taltal, donde estaría la base de la formación La Negra, produce más complicaciones y dudas en la aceptación de tal idea.

Creemos oportuno seguir el criterio propuesto por MUÑOZ CRISTI (1962, informe inédito), de considerar a todos los afloramientos Jurásicos y Neocomianos marinos de Antofagasta como pertenecientes al borde oriental del Geosinclinal Andino, ya que la litología de estas formaciones es muy semejante a la expuesta en la Cordillera Andina de la zona central. De acuerdo a todos los antecedentes expuestos, y siguiendo este último razonamiento podríamos concluir tentativamente en una edad cretácica media a superior para la formación La Negra; de este modo podría correlacionarse (?) con la formación Porfirítica que cubre discordantemente al Jurásico marino en Caracoles y con la formación Cerrillos de la provincia de Atacama, SEGESTROM y PARKER (1959). Es indudable que estas correlaciones son meramente especulativas y deben ser consideradas como tales hasta que tengamos un mayor conocimiento de la geología regional del Norte Grande.

La depositación de la formación volcánica continental La Negra habría tenido lugar durante un período de intensa actividad volcánica, con interrupciones ocasionales que habrían dado lugar a los depósitos de sedimentación clásticos intercalados.

DEPOSITOS CLASTICOS

Depósitos de terrazas.

Llamamos depósitos clásticos de terraza a la unidad constituida por conglomerados y areniscas muy seleccionadas y con muy buena estratificación que cubren una extensa superficie al N de la quebrada El Way. Manchas de estos depósitos aparecen también en la parte sur de la quebrada. La superficie de los depósitos es casi plana, localmente presenta suaves declives y donde las quebradas han logrado cortar todo el conjunto muestra un gran espesor; su posición varía en altura desde los 150 m s.n.d.m., hasta cerca de los 250 m en el cerro Costino. Los sedimentos están bastante cementados por calcita y los tipos litológicos que forman los rodados de los conglomerados son similares a las rocas cercanas expuestas.

Los depósitos más al interior han sido profundamente erosionados por las avenidas ocasionales y el viento, de modo que se han esparcido superficialmente desde las alturas cubriendo gran superficie, como material de acarreo y aluvium.

En las terrazas altas, ubicadas en el cerro Costino sobre la Mina Manuel Rodríguez, se ha encontrado material de microfósiles marinos actuales, lo que

indica el origen marino de estos sedimentos cuya depositación debe estar íntimamente ligada a movimientos epirogénicos Cuaternario. Las rocas que subyacen a las terrazas forman generalmente discordancias con estos depósitos.

Depósitos clásticos continentales.

Bajo este nombre hemos agrupado a los depósitos aluviales, eólicos, y maicillo derivado de las rocas graníticas que han sufrido algún transporte, y que cubren extensas superficies, pero cuya separación en unidades independientes es imposible de realizar.

Los mismos materiales que forman los sedimentos de terrazas, se están depositando actualmente, ya sea por acción eólica o gravitacional en las bases de los faldeos de los cerros o en las bases de las quebradas, para constituir abanicos de materiales detríticos.

El maicillo derivado de la exfoliación granular de las rocas graníticas, ha producido una arena o grava que normalmente está siendo removido por el viento de su posición original, extendiéndose sobre grandes superficies para engranar con otros depósitos aluviales cuaternarios.

ROCAS INTRUSIVAS

Las rocas intrusivas de la región de estudio se componen principalmente de:

1. Rocas Filonianas;
2. Batolito Coloso.

1. Rocas filonianas: Se incluyen aquí todas aquellas rocas intrusivas que cortan en forma neta a las rocas encajadoras, y aparentemente no están directamente relacionadas con las rocas del Batolito Coloso. Por lo tanto, no consideraremos las porfiritas gris verdosas (ocoísta) tan frecuentes en la columna de las rocas volcánicas de la formación La Negra, cuya diferenciación y separación en el mapa requeriría un estudio mucho más detallado.

Dentro de esta unidad petrográficamente es posible distinguir dos tipos de rocas:

- A. Porfiritas rojizas;
- B. Pórfidos dioríticos.

A. Las porfiritas rojizas corresponden a las rocas intrusivas que aparecen al final de la quebrada El Way intruyendo con contacto irregular y neto a la unidad superior de la formación Coloso. Macroscópicamente corresponden a porfiritas con masa fundamental afanítica gris oscura a rojiza y escasos fenocristales blancos o rosados de plagioclasa. Bajo el microscopio se observan porfídicos con fenocristales de An_{25-30} y biotita encorvada y cloritizada. La plagioclasa se presenta en individuos idiomorfos de hasta 2 mm, bastante arcillizados con tendencia glomeroporfídica e inclusiones de la masa fundamental en su periferia. La masa fundamental es hialopilitica-felsítica a pilotaxítica con microlitas de An_{25} , cuarzo secundario y abundante pigmento vítreo rojo intenso a la luz reflejada y negro a luz paralela, el cual forma a veces concentraciones irregulares.

Este macizo intrusivo está a su vez intruido por filones de hasta 1 m, de potencia de porfiritas rojizas muy similares a las anteriores con masa funda-

mental pilotáxica fluidal. También incluimos en esta unidad a las porfiritas rojizas que intruyen por el sur a las calizas El Way, y que se presentan con bastante alteración hidrotermal. De acuerdo a las características que muestran estas rocas, existe una gran similitud con las verdaderas volcanitas rojizas pertenecientes a la formación La Negra. Por esta razón estas rocas pueden estar íntimamente relacionadas con las posibles fuentes de nutrición de esta formación.

B. Pórfidos dioríticos.

Pórfidos intrusivos aparecen en las inmediaciones de Caleta Coloso, intruyendo a los conglomerados brechosos pertenecientes a la unidad inferior de la formación Coloso. Este cuerpo filoniano se extiende desde el cerro Lombri/ hacia el oeste, hasta ponerse en contacto, por falla con el Batolito de Coloso. Macroscópicamente corresponden a rocas holocristalinas microgranulares de colores gris verdoso, exteriormente rojizos.

Bajo el microscopio se observan porfídicas con fenocristales de andesina subidiomorfa hasta de 3 mm con maclas gruesas polisintéticas según (010), a veces zonadas, mostrando ciertos efectos cataclásticos. Los feldespatos están arcillizados e incluyen granos de epidota; cristales de augita de hasta 1 mm uralitizados y con segregaciones de óxidos de fierro con su periferia. La masa fundamental está constituida por un agregado feldespático alotriomorfo con contornos bostoníticos, cuarzo intersticial, granitos de augita diopsídica y clorita. Como accesorios aparecen magnetita granular y prismas de apatita.

Batolito Coloso.

En el extremo suroeste de la región tienen una amplia distribución las rocas graníticas, pertenecientes al Batolito Coloso, que constituyen un cordón de serranías altas que encierra a las rocas estratificadas que aparecen a lo largo de la quebrada El Way.

La zona de contacto entre las rocas graníticas y las rocas sedimentarias del grupo Way-Coloso se presenta bastante confusa por la tectónica misma de la región y por una ancha zona de alteración hidrotermal que coincide con el contacto. Del estudio petrográfico de algunas muestras (M 15-66-69), ubicada dentro del contacto, se ha concluido que no existen señales de metamorfismo de este tipo, sólo se nota una fuerte alteración hidrotermal. Además, de acuerdo al carácter petrográfico íntimo de estas rocas, podrían ser de edad paleozoica. Por lo tanto, basados en las características estructurales predominantes, en la carencia de una zona de metamorfismo de contacto y el carácter litológico que presentan las rocas graníticas, hemos concluido que las relaciones entre el Batolito y las rocas sedimentarias corresponden a una zona de falla que ha sufrido una profunda alteración hidrotermal posterior.

En el área de Punta Coloso, en la zona cercana a la costa, se recolectó una muestra que corresponde a diorita-hipidiomorfa de grano medio y de color gris oscuro con los feldespatos rosáceos constituidos por: andesina en individuos hasta 3 mm subidiomorfa a alotriomorfa, muy fracturada con bordes granulados y endentados con los otros cristales, profundamente sericitizada y a veces el núcleo sausuritizado. Se observan tipos de maclas polisintéticas finas según (010) dobladas debido a marcado efecto de cataclasis.

En menor proporción aparecen hornblenda, en prismas hasta de 3 mm, frac-

turada con alteración a clorita y epidotita; augita en granos generalmente uratizados. Como accesorios se presentan titanita y magnetita.

En la misma región existen diques de variado espesor constituidos por rocas de colores claros (rosados), correspondientes a granitos de albita miloníticos. Macroscópicamente están compuestas por feldespatos y escasos ferromagnesianos; bajo el microscopio se observa que está constituido por albita alotriomorfa, con bordes granulados y presentando maclas "tipo tablero de ajedrez" dispuesta en un agregado sericítico que penetra a través de las fracturas y clivajes de los cristales. Probablemente el agregado sericítico provenga de la destrucción del feldespato-potásico original debido a efectos cataclásticos.

Aproximadamente 2 Km al sur de Punta Coloso se recolectaron muestras que corresponden a diorita gnésica; macroscópicamente son de color gris verdoso oscuro con franjas leucocráticas que a veces son tan densas que reemplazan completamente a las anteriores. La base oscura está constituida por hornblenda y actinolita con textura lepidoblástica y anillos de reacción clorítica en los bordes de los cristales y en menos proporción, como accesorios, aparecen pirita y magnetita. Las bandas claras están formadas por un agregado granoblástico de An_{40} , sericita, moscovita, calcita y epidota.

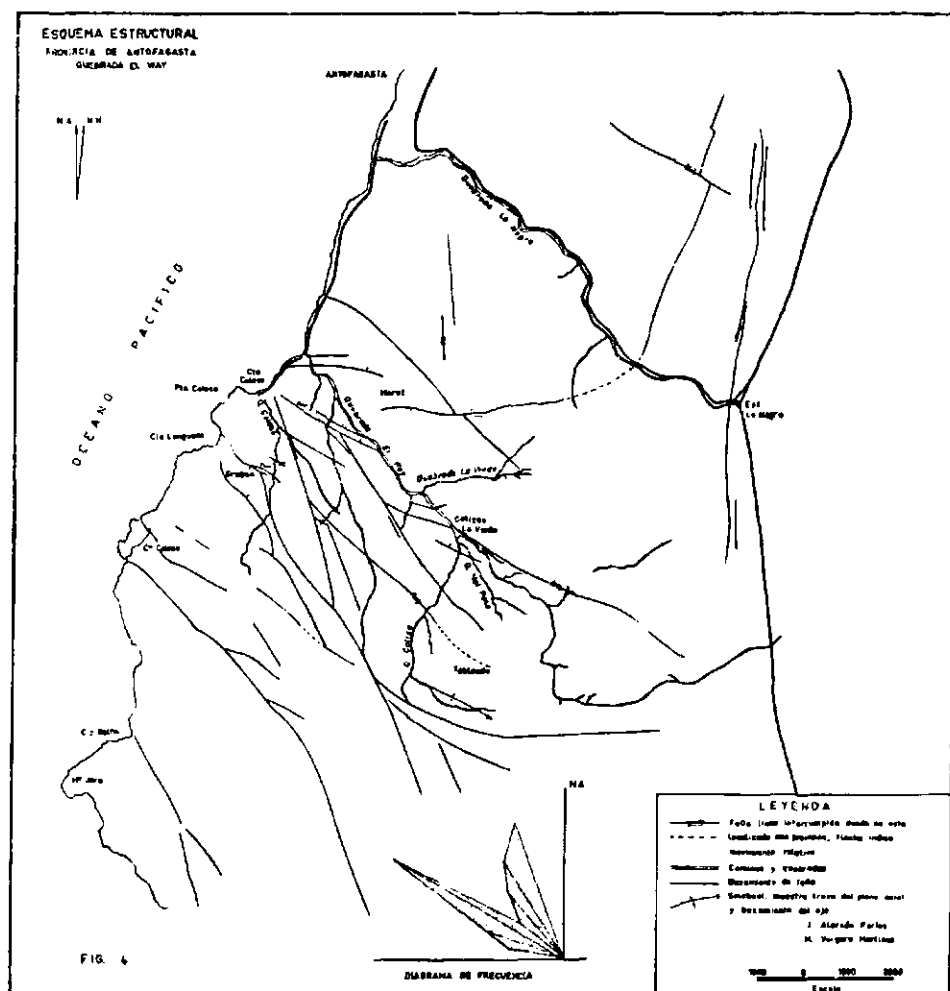
Según opinión verbal de don JORGE MUÑOZ CRISTI, estas rocas graníticas son muy semejantes macro y microscópicamente a los granitos hercínicos que afloran en la costa de la zona central del país. Su acentuado carácter milonítico señala una marcada similitud entre ellos, por esta razón hemos supuesto una edad permotriásica para esta unidad.

ESTRUCTURA

Rasgos generales.

El área estudiada en el presente informe fue afectada por los movimientos orogénicos del Cretáceo medio superior, sufriendo compresiones y tensiones que causaron estructuras más o menos complejas en relación directa con la competencia individual de cada unidad geológica. El denso cuadro tectónico se podría explicar tal vez, por la presencia del basamento o zócalo continental representado por el macizo plutónico del cerro Coloso que habría servido de duro contrafuerte en el tiempo de la revolución orogénica.

El estilo tectónico entre las diversas unidades geológicas como asimismo la dirección general y principales rasgos estructurales son completamente diferentes, además, las relaciones de contacto entre ellos no son normales, y si lo fueron ahora aparecen completamente oscurecidas por fallas. De este modo el grupo Coloso-Way limita al sur en un contacto de falla con el Batolito del cerro Coloso, y al norte con la formación La Negra, en un contacto al parecer también de falla. Sobre este último las siguientes observaciones nos han permitido formular esta hipótesis: a) en la playa, en las cercanías de la estación de radio aparecen bloques de la formación Coloso en aparente superposición sobre las brechas volcánicas de La Negra (Lám. I foto 1); sin embargo, en los cerros situados al frente, después de una observación cuidadosa se presenta una situación bastante caótica (Fig. 3) con intensos fracturamientos y contorsiones y pequeños sobreescurrecimientos. De este modo no podemos pensar en un contacto discordante normal basado solamente en un afloramiento no muy convincente; b) Abundancia de rocas graníticas en la base de la formación Coloso,



muy cerca del contacto con la formación La Negra, y c) Las relaciones directas y similares a la explicada en la figura 3, observadas en el terreno entre las unidades inferior y superior de la formación Coloso con los estratos volcánicos de la formación La Negra. Otra explicación para este último caso, que nos parece demasiado forzada, podría ser un rápido acuñamiento de más de 400 m de los conglomerados brechosos del miembro inferior de la formación Coloso en aproximadamente 2 Km. horizontales.

Así postulamos, como una hipótesis de trabajo, que el contacto entre las formaciones Coloso y Way con la formación volcánica La Negra en la localidad aquí estudiada es por fallas.

Pliegues.

Descripción de las clases y orientaciones de los pliegues.

El rasgo estructural regional más notable corresponde a un relicto sinclinal, cortado en su flanco sur y sur-occidental por importantes fallas, ubicado

en las calizas El Way, cuyo plano axial parece correr aproximadamente EO, con desviaciones debido a las fallas que lo atraviesan (Fig. 4).

En segundo lugar hay que mencionar estructuras extendidas braquisinclinales y anticlinales, donde en general los ejes axiales corren EO, y se caracterizan por ser muy suaves y cuya amplitud es pequeña. También existen pliegues de menor envergadura, pequeños sinclinales y anticlinales de tercer orden, donde se pueden apreciar la estratificación y los sistemas de clivaje característicos a este tipo de estructura. El conocimiento de estos detalles estructurales menores permitió determinar la constitución estructural global de la región en estudio. Para la mejor comprensión de esta área, se han efectuado diversos perfiles, los cuales se describirán a continuación.

El perfil A-A' fue trazado a lo largo y paralelo a la quebrada El Way, en una dirección NO, comprende las formaciones Coloso-El Way. En el borde poniente aparece el miembro inferior de la formación Coloso, con conglomerados brechosos los cuales tienen un rumbo EO, y un manteo aproximadamente de 25° al SE, concordantes, y superpuestos aparece una secuencia sin interrupción de areniscas y lutitas rojas correspondientes al miembro superior de la formación con igual dirección que el anterior; los estratos tienen en muchos lugares muy poca inclinación, son casi horizontales, por lo cual sus afloramientos aparentan mayor potencia. El contacto con las calizas La Viuda es por falla; esta última corresponde a un cerro aislado en el cual los estratos están manteniendo en dirección opuesta al resto, y sin embargo pertenecen por su litología y fauna a la formación El Way. Continuando con el perfil, aparece en contacto también por falla una sucesión normal de conglomerado-brecha-arenisca-lutitas rojas y por último las calizas El Way; a esta altura del perfil aparecen porfiritas rojizas filonianas que intruyen a la formación Coloso.

La sección B-B' está ubicada paralela a la línea de costa y cercana a ella. En primer plano tenemos afloramientos del Batolio Coloso, puesto en contacto por falla con los conglomerados brechosos de la formación Coloso. Al norte de la quebrada El Way estos conglomerados se ponen en contacto también por falla con la formación La Negra con una zona de alteración hidrotermal y profundo fracturamiento (Fig. 3).

Perfil C-C'; esta sección con dirección aproximada norte-sur se inicia por el norte con el contacto tectónico entre formación La Negra y las areniscas y lutitas rojas (Unidad B) de la formación Coloso. Estos últimos sedimentos sufren pequeños pliegues de compresión, sobreescurrecimientos y fallas de gravedad en las cercanías del contacto con las rocas volcánicas de La Negra, donde existe una zona de alteración caracterizada por los colores irisados. Este perfil atraviesa y corta las calizas presentes en esta área (Calizas La Viuda por el norte y calizas El Way por el sur), perteneciendo ambas a la misma formación; el rumbo en ambos paquetes es más o menos similar, pero el manteo es completamente opuesto por lo que ha hecho suponer una estructura tipo anticlinal (BRUGGEN, 1950, p. 98), pero esta idea queda descartada cuando se estudian los sistemas de fallas y la geometría estructural de la región. Las calizas La Viuda corresponden a un bloque que aparece aislado, debido principalmente a desplazamiento horizontal que lo ha movido de su posición original. Hacia el sur, estos sedimentos calcáreos se ponen en contacto por falla con la formación Coloso y las calizas El Way en el yacente. La variabilidad en el rumbo de las areniscas y lutitas rojas de la parte superior de la forma-

ción Coloso en el contacto con las calizas (formación Way) superpuestas, se debería a la diferente competencia de los estratos durante la comprensión sufrida por el plegamiento. El contacto sur del Batolito Coloso queda definido por un pequeño graben, como lo muestra el mapa estructural y geológico.

Fallas.

El área cartografiada se caracteriza por la densidad de fallas que han originado importantes desplazamientos horizontales y verticales, estructurando un cuadro bastante complejo.

Generalizando podemos distinguir dos sistemas de fallas diferentes en cuanto a origen y edad; el más antiguo y que afecta el área citada, sería consecuencia de los plegamientos del Cretácico, y el otro sistema lo constituyen las fallas más modernas que corren aproximadamente norte a sur bordeando la pampa, y corresponden probablemente en edad al Terciario superior o Cuaternario; son principalmente fallas de gravedad y tensión.

Ejemplos que corroboran esta situación los tenemos, en primer lugar, en el desplazamiento horizontal de las calizas La Viuda que se han trasladado más de 5 kilómetros de su posición original, y los desplazamientos de este mismo tipo, pero con menor intensidad, que se pueden observar en el ala norte del sinclinal calizas El Way, también se han observado en el terreno estructuras indicadoras menores en minas cercanas al Batolito Coloso, donde se han determinado estrías de desplazamiento horizontal. Además también se han desarrollado estructuras del tipo horst y graben que afectan tanto al Batolito Coloso como al paquete de rocas sedimentarias calcáreas El Way.

Conclusiones.

Los principales rasgos estructurales que caracterizan a la formación La Negra y al Grupo Way-Coloso son completamente diferentes. Mientras en la primera predomina un plegamiento principalmente en dirección norte-sur, en la última tiene una marcada dirección noroeste-sureste. Características menores como el número de fallas y el diámetro de los pliegues, acentúan las diferencias estructurales entre estas dos formaciones. En el Grupo Way-Coloso, debido a su calidad litológica representada principalmente por sedimentos clásticos, se observa una mayor densidad en el fallamiento complicado con una diferenciación cuando las trazas de los planos de fallas penetran en las calizas. Pliegues de diámetro menor, con numerosas fracturas asociadas se presentan especialmente en el contacto norte con la formación La Negra.

Las principales diferencias estructurales de estas dos formaciones podrían ser explicadas por una estructura primaria desigual, directamente relacionada con el medio móvil de depositación; las líneas direccionales actuales podrían señalar los ejes de las cuencas deposicionales correspondientes. Sobre estas diferencias genéticas se superpondrían las diferencias litológicas y, además aquellas resultantes de una resistencia al esfuerzo, distinta.

Se manifiesta un tectonismo Terciario superior-Cuaternario muy intenso, con numerosos ejemplos de trazas de planos de fallas bien conservados que limitan el macizo de la costa con la pampa central. En la región costera, a pesar de que

no se observan estructuras indicadoras de fallas modernas se deduce una intensa vida tectónica por la presencia de depósitos de playa en alturas cercanas a los 150 metros sobre el nivel del mar.

El Batolito Coloso limita por el sur, en un contacto de falla, a la serie estratificada. Dada sus características litológicas podría ser equivalente a los granitos Paleozoicos de la Cordillera de la Costa de la zona central del país. Un rasgo estructural muy interesante es que el estilo de fallamiento y fracturamiento que se puede observar en este macizo plutónico, coincide con los rasgos principales que han afectado al Grupo Way-Coloso.

Las relaciones estructurales entre la formación La Negra, Grupo-Coloso-Way y el Batolito Coloso son tectónicas. No existen antecedentes estratigráficos directos para suponer un orden cronológico en estas formaciones. Por consiguiente mientras no se realicen estudios geológicos regionales de más detalle, es impracticable desde el punto de vista científico, establecer una columna estratigráfica.

Las relaciones estratigráficas entre la formación La Negra y la formación Coloso son tectónicas. No hay antecedentes directos para suponer a la formación La Negra bajo la formación Coloso, como hasta el momento ha sido supuesto. El estudio petrográfico de los rodados que forman parte de conglomerados brechosos de la unidad inferior de la formación Coloso, indica la activa participación de rocas graníticas provenientes de la denudación de macizos graníticos.

Se hace ver la analogía existente entre los sedimentos que forman el yacente de las calizas neocomianas y las rocas similares de la Cordillera Andina de la zona central del país. Siguiendo la idea propuesta por MUÑOZ CRISTI, se considera a todos los afloramientos Jurásicos y Cretáceos de las provincias de Tarapacá y Antofagasta, como pertenecientes al borde oriental del Geosinclinal Andino.

La participación de andesitas porfídicas verdes tipo ocoitas en la formación La Negra, es bastante marcada, y de acuerdo al conocimiento que se tiene de estas rocas en otras regiones del país, la mayor parte corresponde a rocas filonianas. Por lo tanto, el espesor real de la formación La Negra, es mucho menor de lo que hasta el momento se conocía.

La edad mínima para la formación sedimentaria marina Way, es aptiana y representa los niveles más altos (conocidos en Chile), de la transgresión del Titoniano-Neocomiano.

REFERENCIAS

- ALMEYDA, E. y SAEZ, F. (1958) : Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Santiago. Ministerio de Agricultura.
- BIESE, W. (1961) : El Jurásico de Cerritos Bayos. Santiago. Instituto de Geología, Universidad de Chile. Publicación N° 19.
- BRUGGEN, J. (1950) : Fundamentos de la Geología de Chile. Santiago. Instituto Geográfico Militar.
- CECIONI, G. y GARCIA, F. (1960) : Observaciones Geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá. Santiago, Instituto de Investigaciones Geológicas, Bol. 6.
- FUENZALIDA, H. (1950) : Geografía Económica de Chile. Santiago, Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Tomo II.
- GONZALEZ, O. y VERGARA, M. (1961) : Reconocimiento Geológico de la Alta Cordillera entre los paralelos 35 y 38 lat. Sur. Santiago. Memoria de Prueba para optar al título de Geólogo de la Universidad de Chile.

- GONZALEZ, O. (1962): Perfil Geológico del Valle del río Volcán. Soc. Geológica de Chile, Santiago.
- HARRINGTON, H. (1961): Geology of parts of Antofagasta and Atacama provinces, Northern Chile. Bull. of the American Ass. of Petroleum Geologist. Vol. 45 Nº 2.
- HOFFTETTER, R. et al. (1957): Lexique stratigraphique international, Amerique Latine, Fasc. 7, Chile. Paris, Centre Nat. Recherche Sc.
- MUNOZ CRISTI (1958): Reconocimiento geológico de la parte S.W. de la provincia de Atacama. Santiago, Instituto de Geología, Universidad de Chile. Publicación Nº 11.
- MUNOZ CRISTI (1962): Manual de la Geología de Chile. Inf. inédito. Instituto de Geología, Universidad de Chile.
- RUIZ, C. et al. (1960): Edades plomo, alfa y marco estratigráfico de granitos chilenos, con una discusión acerca de su orogénesis. Santiago, Instituto de Investigaciones Geológicas. Bol. 7.
- SEGERSTROM, K. y PARKER, R. L. (1959): Cuadrángulo Cerrillos. Santiago, Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile, Vol. 1 Nº 2.
- SEGERSTROM, K. y RUIZ, C. (1962): Cuadrángulo Copiapó. Santiago, Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile. Vol. 3 Nº 1.
- SEGERSTROM, K. (1962): Paisaje maduro que se extiende al Sur de la Pampa del Norte de Chile y su relación con los depósitos minerales. XVI Convención del Instituto de Ing. de Minas. Santiago.
- TAVERA, JUAN (1954): Informe sobre resultados obtenidos en la determinación de un material Paleontológico recolectado por el Dr. Bruggen en las calizas del Way Cta. Coloso, Antofagasta, Santiago, inédito, Instituto de Geología, Universidad de Chile.
- TAVERA, J. (1954): Informe sobre material de fósiles obtenido en las calizas del Way, Cta. Coloso, Antofagasta. Santiago, informe inédito, Inst. de Geología, Universidad de Chile.

DESCRIPCION DE LAMINAS

LAMINA I.

- Foto 1:** Aparente discordancia angular entre estratos pertenecientes a las formaciones Coloso y La Negra. Frente a la Estación de Radio, al sur de Antofagasta. En el extremo derecho los sedimentos basales de la formación Coloso se apoyarían sobre las brechas volcánicas de la formación La Negra.
- Foto 2:** Areniscas y lutitas volcánicas rojizas finamente estratificadas, mostrando suaves inflexiones en su actitud. Pertenecen a la Unidad Superior (B) de la formación Coloso. Curso inferior de la Quebrada El Way.

LAMINA II.

- Foto 3:** Clivaje y estratificación en las areniscas rojas de la formación Coloso. Los estratos han sido doblados contra el obstáculo debido a la compactación del sedimento. Curso medio a superior de la Quebrada El Way.
- Foto 4:** Rocas graníticas con estructura neísica, pertenecientes al Batolito Coloso. Aproximadamente 2 kilómetros al sur de Pta. Coloso.

LAMINA III.

- Foto 5:** *Dufrenoya* sp. El Way. Fragmento tamaño natural.
Dufrenoya aff. *joserita* Stoyanow. El Way. fragmento ejemplar juvenil, tamaño natural.
- Foto 6:** *Dufrenoya* aff. *joserita* Stoyanow. El Way. vista mostrando contorno vuelta en fragmento ejemplar juvenil, tamaño natural.
- Foto 7:** *Dufrenoya* sp. El Way. Traza línea lobal en fragmento ejemplar maduro, tamaño natural.

LAMINA IV.

- Foto 8:** *Homomya antofagastensis* Leanza y Castellaro. Calizas La Viuda, tamaño natural.
- Foto 9:** *Trigonia nepos* Paulcke. Calizas La Viuda, tamaño natural.
- Foto 10:** *Lyosoma* aff. *squamosa* White.
(= Gen y sp. indt. Leanza y Castellaro).
Calizas La Viuda, tamaño natural.



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

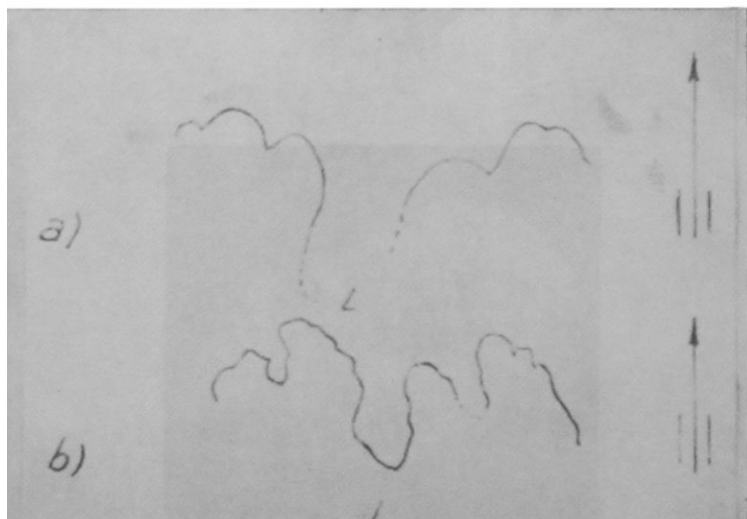


Foto 7



Foto 8



Foto 9



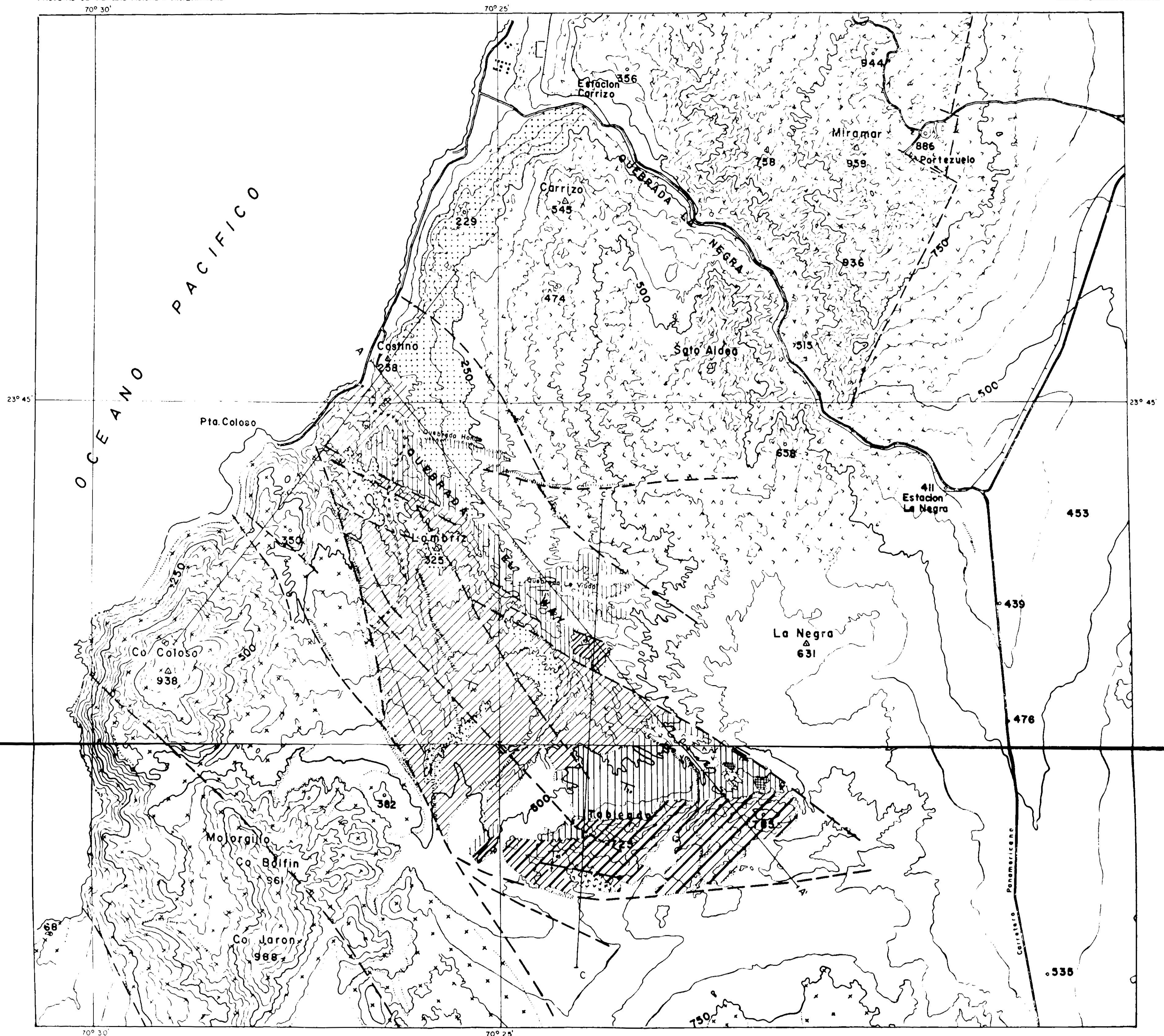
Foto 10

NUEVOS ANTECEDENTES SOBRE LA GEOLOGIA DE LA QUEBRADA EL WAY

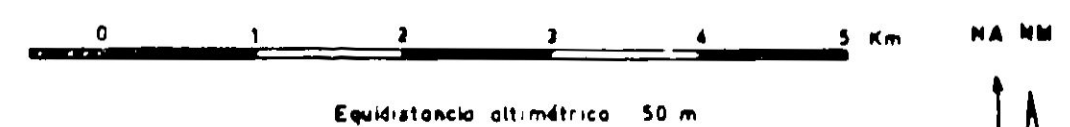
UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
70° 30'

INSTITUTO DE GEOLOGIA

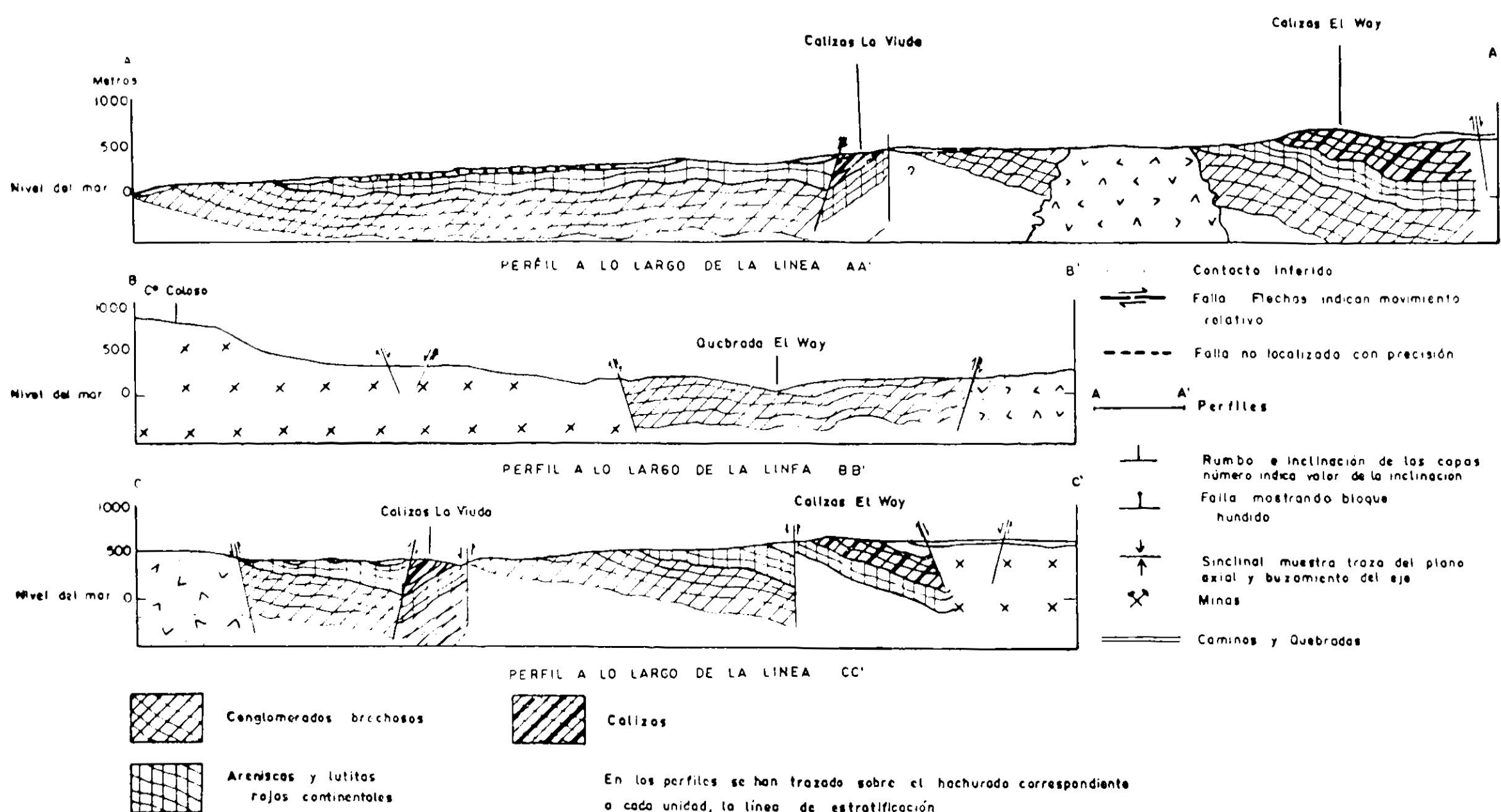
JOSE ALARCON FARIAS
MARIO VERGARA MARTINEZ



Base topográfica mapa 1:100 000 del Instituto Geográfico Militar
ampliado por medio fotográfico



LEYENDA



En los perfiles se han trazado sobre el hachurado correspondiente a cada unidad, la línea de estratificación

Declinación magnética
5° 25'

CUATERNARIO

SEDIMENTOS DE TERRAZA

Sedimentos clásticos marino fosilíferos

CRETACIO SUPERIOR

ROCAS FILONIANAS

Porfiritos rojizos
Párfidos dioríticos

Alteración hidrotermal

CRETACIO MEDIO SUPERIOR

FORMACION LA NEGRA

Volcanitas porfiriticas rojizas con intercalaciones de sedimentos clásticos continentales
(Edad hipotética asignada solo por correlación litológica)

CRETACIO INFERIOR

FORMACION WAY

Areniscas, lutitas y calizas
fosilíferas marinas

JURASICO SUPERIOR

FORMACION COLOSO

Areniscas y lutitas rojas continentales,
(unidad superior) Y e intercalaciones de yeso
Conglomerado brechoso con intercalaciones
de areniscas, (unidad inferior)

JURASICO INFERIOR

BATOLITO COLOSO

Recas graníticas

PERMIANO SUPERIOR

PERMIANO INFERIOR

TRIASICO

JURASICO ?

GEOLOGIA Y TRABAJO DE LABORATORIO
REALIZADO EN 1962