REPUBLICA DE CHILE
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION
DE RECURSOS NATURALES — CORFO

MANUEL MONTT 1164 · FONO 236641 · CASILLA 14995 · SANTIAGO

AVANCE GEOLOGICO DE LAS HOJAS RANCAGUA-CURICO, TALCA - LINARES, CHANCO, CONCEPCION - CHILLAN.

IREN - CORFO.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

E74A
979
c.1

Propiedad del
Instituto de Investigaciones Geológicas
para uso exclusivo de
IREN-CORFO con autorización por escrito de CCHEN
1-10-80

AVANCE GEOLOGICO DE LAS HOJAS RANCAGUA - CURICO, TALCA - LINARES, CHANCO, CONCEPCION - CHILLAN.

BIBLIOTECA IREN

Fernando Escobar T.
Ricardo Guzmán S.
Camilo Vieira G.

06 NOV. 1981

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
Octubre de 1977.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	1
UBICACION Y ACCESOS	1
METODO DE TRABAJO	2
LIMITACIONES	2
MARCO FISIOGRAFICO	4
ESTRATIGRAFIA	7
BASAMENTO METAMORFICO	7
TRIASICO SUPERIOR MARINO SEDIMENTARIO Y VOLCANICO	10
Formación El Cisne	10
Formación Crucero de los Sauces y Formación Estero de la Higuera	11
Estratos de El Guindo	11
Sector Huerta del Maule	12
Sector Pocillas	12
JURASICO INFERIOR MARINO	14
Formación Laguna de Tilicura	15
Formación Rincón de Nuñez	15
Estratos de El Guindo	15
FORMACION RIO DAMAS	17
FORMACION CURA MALLIN	18
FORMACION BAÑOS DEL FLACO	19
FORMACION LA LAJUELA	20
FORMACION COLIMAPU	23
ROCAS SEDIMENTARIAS MARINAS DEL CRETACICO SUPERIOR	24
Formación Quiriquina	24
Estratos de Chanco	25
Estratos de Topocalma	27
FORMACION COYA-MACHALI, ABANICO Y PLAN DE LOS YEUQUES	28
SEDIMENTOS MARINOS Y CONTINENTALES DEL TERCIARIO INFERIOR	29

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Pág.

FORMACION MALLA-MALLA 31
FORMACION FARELLONES 32
FORMACION CORONA DEL FRAILE 34
FORMACION NAVIDAD 34
SERIE DE LA CUEVA 35
FORMACION COLA DE ZORRO 37
" GRUPO " DEL DESCABEZADO GRANDE 38
LAVAS Y FLUJOS PIROCLASTICOS DE PLANICIES Y VALLES 39
VOLCANITAS RECIENTES 40
SEDIMENTOS CUATERNARIOS MARINOS 40
SEDIMENTOS CUATERNARIOS CONTINENTALES 41

ROCAS INTRUSIVAS 43

BASAMENTO GRANITICO 43
INTRUSIVOS MESOZOICOS 44
BATOLITO ANDINO 45

ALTERACION HIDROTERMAL 47

REFERENCIAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

INTRODUCCION

OBJETIVOS

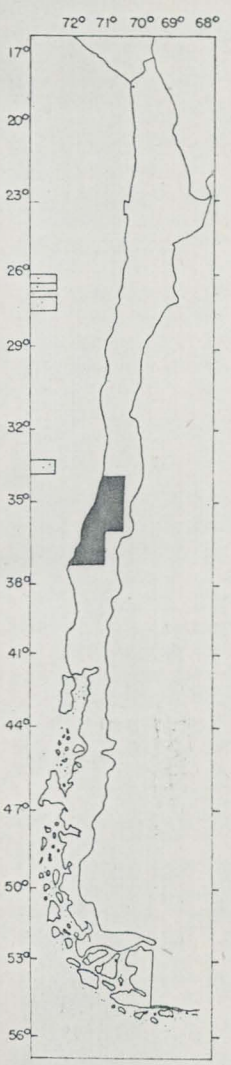
El presente trabajo corresponde a un avance geológico a escala 1:250.000 de la VI, VII y VIII Región del país, llevado a cabo por el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG), según un convenio suscrito con la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

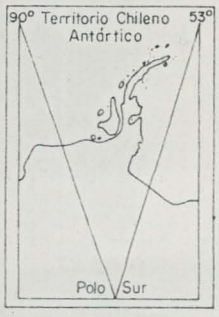
Para tal objeto el IIG designó al geólogo Camilo Vieira para la compilación y levantamiento 1:250.000 de la hoja Rancagua-Curicó, al geólogo Fernando Escobar para las hojas Chanco y Talca - Linares y al geólogo Ricardo Guzmán para la hoja Concepción-Chillán.

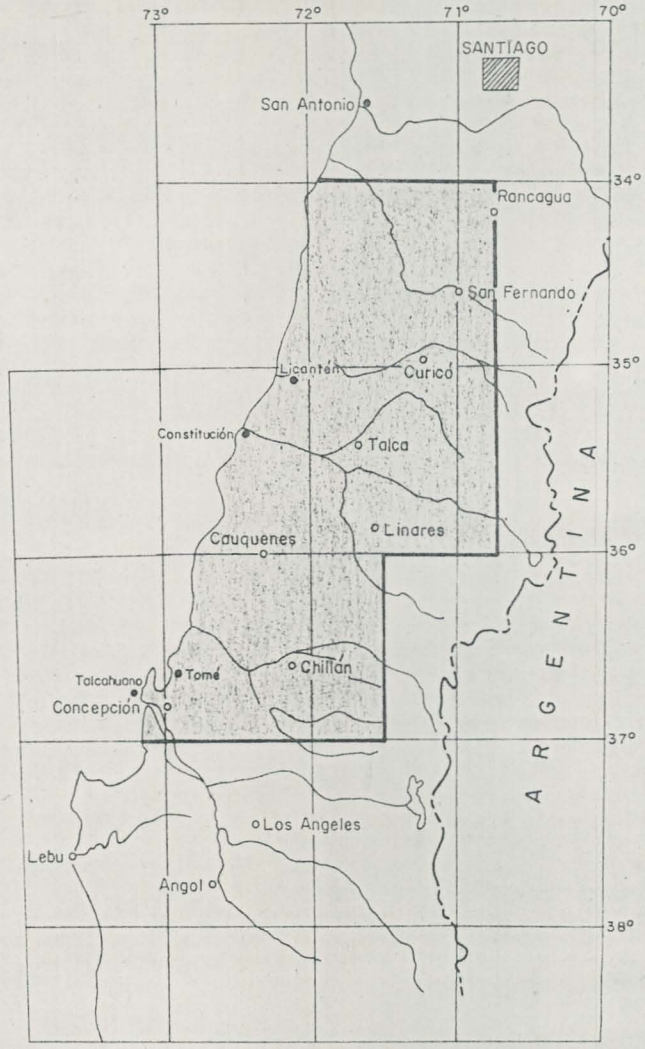
UBICACION Y ACCESO

El área estudiada está ubicada entre los paralelos 34°y 37°de Lat. sur y entre los meridianos 73°15' y 70°45' de Long. oeste, abarcando de este modo un sector de Chile Central, al sur de Santiago, que comprende desde la costa al occidente hasta la alta Cordillera de los Andes al oriente, con un total aproximado de 45.000 km^2 (Fig. 1).

La principal vía de acceso es la Carretera Longitudinal Sur, que cruza el área de norte a sur por el Valle Central. De ésta se desprende una profusa red caminera, principalmente hacia el sector de la costa, que permite el acceso expedito a las ciudades y pueblos principales. No obstante, para alcanzar muchos sectores suburbanos o rurales, existen numerosas dificultades en temporada de invierno, consistiendo







Escala 1:4.530.000

Area estudiada

MAPA DE UBICACION

Fig 1.-

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

éstas en caminos de muy difícil tránsito, solo aptos para vehículos de doble tracción, y en varios casos vías intransitables por inundaciones, puentes cortados o profundas cárcavas.

METODO DE TRABAJO

Este estudio fue hecho mediante la compilación de mapas e información geológica a diversas escalas, a trabajo geológico en terreno y a análisis fotogeológico de las áreas de las que no se tenía información.

El levantamiento geológico se llevó a cabo durante Junio, Julio y Agosto del año en curso, completando un total de 95 días de terreno. La información se elaboró durante Septiembre y parte de Octubre del presente año.

LIMITACIONES

La principal dificultad en la realización de este estudio, consistió en las limitadas posibilidades de acceso a las localidades de interés para el levantamiento geológico. Estas se debieron a los fuertes temporales de lluvia y viento que azotan el área en los meses de invierno, los que provocan cortes en los caminos por cárcavas, crecidas de arroyos o barro profundo, puentes cortados, balsas transbordadoras fuera de servicio, etc. (Fig. 2).

Una segunda limitante muy importante, consistió en el corto tiempo que se dispuso, tanto de terreno como de elaboración, para concluir este trabajo.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Fig. 2. Estado habitual de los caminos durante los meses de invierno.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

MARCO FISIOGRAFICO

Desde los 34°a los 37°de latitud sur, en las hojas Rancagua - Curicó, Talca-Linares, Chanco y Concepción-Chillán, el país presenta dos unidades mayores que se manifiestan en forma continua y una tercera que aparece ocasionalmente interrumpida por las otras dos. Se trata de la Cordillera de los Andes, la Cordillera de La Costa y el Valle Central. Estas unidades presentan una elongación mayor que varía en rumbo entre N y NNE.

La Cordillera de los Andes es la unidad que presenta las mayores alturas relativas y se encuentra principalmente formada por bloques levantados en fallamiento normal, que posteriormente fueron erosionados por la acción glacial y fluvial. Sin embargo han permanecido gran cantidad de mesetas y lentes de rocas volcánicas implantados sobre el relieve primitivo (González y Vergara, 1964) y además imponentes conos volcánicos.

En la parte norte destaca el Cerro Chueco (2.077 m s.n.m.) y el Cerro La Justana (2.254 m s.n.m.). Los edificios volcánicos alcanzan alturas considerables, así el Descabezado Grande llega a 3.800 m s.n.m. y el Quizapú a 3.050 m s.n.m.

El Valle Central, unidad fisiográfica mayor que se dispone paralelamente y hacia el oeste de la Cordillera de los Andes se encuentra interrumpido por prolongaciones de las Cordilleras de la Costa y de los Andes en el sector comprendido entre Rengo y San Fernando.

Aún cuando se ha afirmado que el Valle Central corresponde a una depresión tectónica (J. Frutos, 1967), últimamente, al menos en

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

algunos sectores, al oeste, se reconoce que esta situación no está completamente aclarada (R. Charrier, 1973).

El sector en que el Valle Central se encuentra ininterrumpido comienza desde San Fernando al Sur, ciudad situada a 330 m s.n.m. La altura en general disminuye a 154 m s.n.m. en Linares y a 83 m s.n.m. en Bulnes, observándose así una marcada pendiente decreciente hacia el sur.

Localmente el drenaje presenta una configuración en la que se aprecian notables desviaciones en los ríos mayores en su paso por el Valle. Así, el río Itata y Perquilauquén se desvían hacia el norte y el río Ñuble hacia el sur. Este efecto es también visible en los esteros y ríos menores.

El ancho de esta unidad fisiográfica aumenta también desde San Fernando al sur, así en Molina el ancho es 20 km y en Pemuco 60 km.

La Cordillera de la Costa que se extiende al oeste del Valle Central, constituye una unidad montañosa de alturas poco espectaculares con un ancho que oscila entre 100 y 120 km en la parte norte, pero que se angosta hasta 35 ó 40 km en el sector de Chillán.

La altura promedio en la parte norte es de alrededor de 400 m s.n.m., que desciende a un promedio de 300 ó 350 m s.n.m. en las inmediaciones del río Bío-Bío. Sin embargo, en algunos lugares las alturas pueden ser mayores, del orden de 800 y 1.000 m s.n.m., localizándose generalmente los cerros con alturas descollantes en la parte central y este de la cordillera salvo algunas pocas excepciones.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

En la parte oeste de la cordillera se encuentra evidencias citadas por autores recientes (F. Hervé, 1974) de estructuras tectónicas de cierta importancia que condicionan la costa y que muy probablemente tengan alguna relación con terrazas de erosión y abrasión de extensiones importantes que se encuentran a todo lo largo de ella.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

ESTRATIGRAFIA

BASAMENTO METAMORFICO

El Basamento Metamórfico en la región estudiada, está compuesto en general por pizarras, filitas, esquistos, metareniscas y rocas corneanas (Fig. 3).

Fig. 3. Excelente exposición del Basamento Metamórfico en la carretera San Javier-Constitución.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Este complejo metamórfico ha sido analizado, entre otros autores, por González-Bonorino (1970), quien divide la faja que aflora al norte del paralelo 36°30' en tres series de metamorfismo progresivo: Serie de Curepto, Serie de Nirivilo y Serie de Pichilemu (Fig. 4).

La Serie de Curepto, que es la más extensa de ellas, se reconoce desde el paralelo 34°30' hacia el sur. Esta serie muestra un metamorfismo de tipo dínamo-térmico con un gradiente creciente hacia el oeste y condiciones de formación de presión alta. En ella se han individualizado tres zonas de asociaciones mineralógicas, todas comprendidas dentro de la facies de esquistos verdes. Estas zonas mineralógicas corresponden en grandes rasgos con tres zonas texturales, que son sucesivamente de este a oeste, zona de pizarras, de filitas y de esquistos.

Inmediatamente al este de la Serie de Curepto, aflora la Serie de Nirivilo. Esta presenta un metamorfismo de tipo térmico, producto de la intrusión del granito paleozoico emplazado hacia el este, y por lo tanto su gradiente metamórfica es creciente en esta dirección. Las condiciones generales de formación son de baja presión.

En la Serie de Nirivilo, González-Bonorino (1970) ha diferenciado dos fases petrográficas: La fase Purapel, mejor desarrollada en la parte norte de la aureola del batolito, al suroeste de Constitución, sector del río Purapel; y la fase Itata en el sector del río Itata.

La Serie de Pichilemu se manifiesta en el extremo norte de la faja que constituyen los afloramientos del Basamento Metamórfico, en un radio de aproximadamente 20 km alrededor de la ciudad de Pichilemu. El

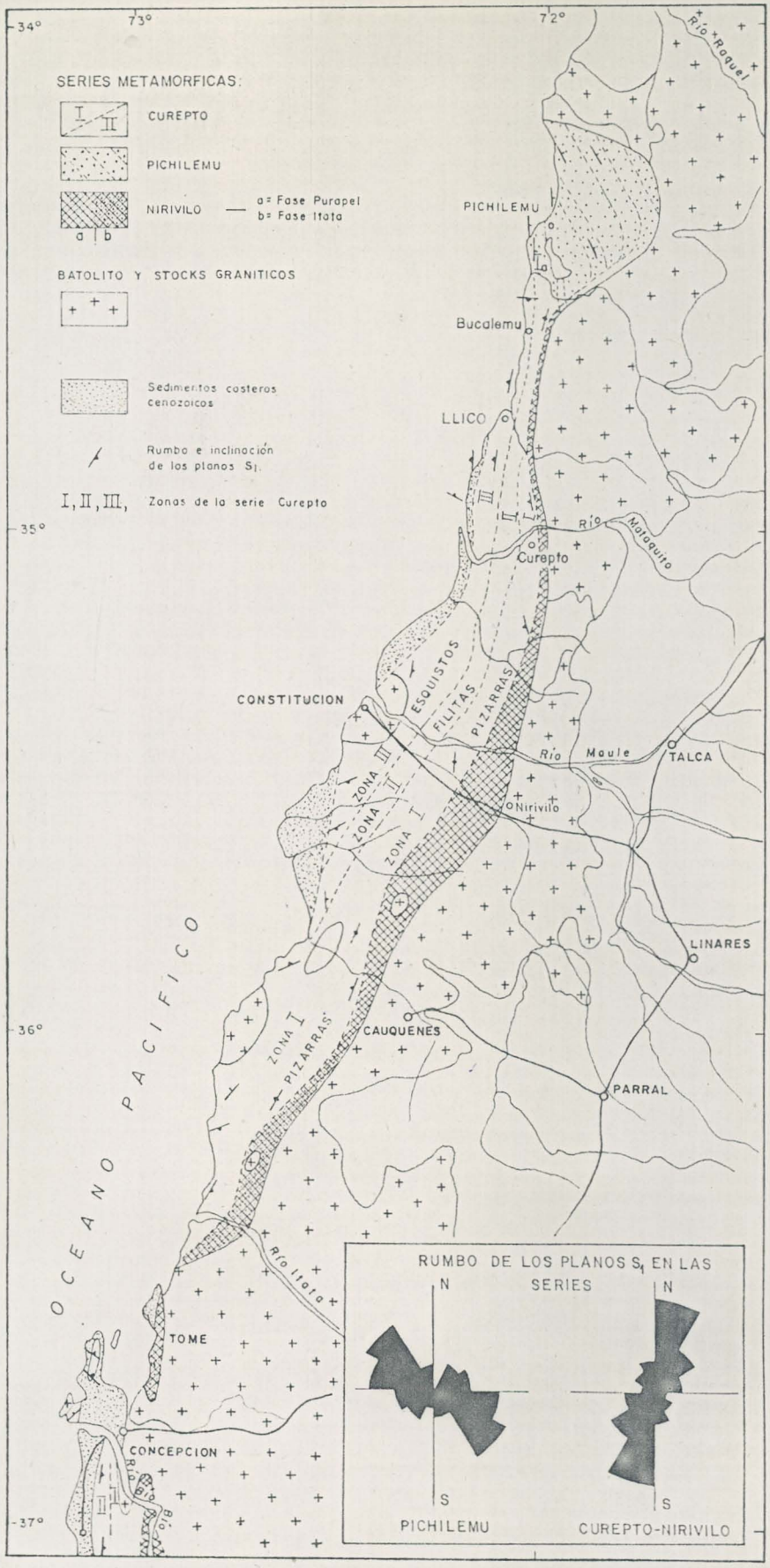


Fig. 4. Distribución de las series metamórficas en el basamento de la Cordillera de la Costa entre Pichilemu y Concepción. Modificado de González-Bonorino (1970).

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

metamorfismo en este sector es de tipo dínamo-térmico al igual que en la serie de Curepto, pero en este caso la gradiente es creciente hacia el este y se originó encondiciones de presión intermedia-baja (metamorfismo tipo Buchan).

El citado autor divide la Serie de Pichilemu en cinco zonas de asociaciones mineralógicas, de las cuales las dos extremas se dividen a su vez en dos subzonas. Estas cinco zonas están comprendidas entre las facies de esquistos verdes al oeste y de granulitas, o al menos una intermedia entre ésta y la de anfibolita, al este.

Las isógradas en las Series de Curepto y Nirivilo y la faja misma de afloramientos, están orientadas al nornoreste, es decir, aproximadamente paralelas al litoral y al Batolito Paleozoico que las intruye. En el caso de la Serie de Pichilemu, las isógradas tienen rumbo entre nornoreste y noreste.

En 1972, Aguirre y otros dividen el basamento en dos series: La Serie Oeste y la Serie Este. Basándose en asociaciones de minerales, identifican dos series metamórficas. La Serie Este de intermedia a baja presión y la Serie Oeste de intermedia a alta presión, que ocurren paralelamente de norte a sur.

Posteriormente (Hervé, 1974) en un trabajo que incluye la parte sur de la Provincia de Concepción asigna al menos una porción occidental del Basamento Granítico a la Serie Este y define una zona de contaminación de las rocas graníticas por fusión parcial en las rocas cercanas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

Según este último autor la Serie Oeste está representada por esquistos micáceos y cloríticos que afloran en la Península de Tumbez y en el sector de Hualpén entre la desembocadura del río Bío - Bío y la Bahía de San Vicente. A su vez, la Serie Este está representada en el basamento metamórfico de las provincias de Concepción y Ñuble esencialmente por filitas, meta grauvacas, hornfels, gneiss e intrusivos granitoides.

TRIASICO SUPERIOR MARINO SEDIMENTARIO Y VOLCANICO

Estos depósitos se disponen en contacto transgresivo sobre el Basamento Cristalino, con excepción de algunos sectores donde esta relación es mediante falla. Desde el sector de Curepto hacia el norte, están suprayacidas en forma aparentemente concordante por sedimentos marinos liásicos.

Formación El Cisne

En el sector de Vichuquén - Tilicura ha sido definida la Formación El Cisne (Corvalán y otros, 1975) la que está representada en la localidad tipo por 550 m de lutitas fisibles, subgrauvacas de grano medio a fino y ortoconglomerados cuarcíferos. Esta columna descansa en contacto transgresivo sobre el granito paleozoico, y está suprayacida pseudoconcordantemente por la Formación Laguna de Tilicura (Jurásico

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Inferior marino). La presencia de Pseudomonotis, Monotis y Halobia (?) en los miembros medios de esta formación, permite asignarle una edad triásica superior.

Formación Crucero de los Sauces y Formación Estero de la Higuera

En el sector del pueblo de Hualañe, ribera norte del río Mataquito, se definen la Formación Crucero de los Sauces y la Formación Estero de la Higuera (Corvalán y Dávila, en preparación, fide Corvalán, 1976). La primera muestra en su localidad tipo, 80 m de ignimbritas y tobas brechosas y la segunda 300 m de areniscas cuarcíferas de grano fino a medio y conglomerádica, con fauna de Monotis y Halobia (?). Estos fósiles enmarcan esta última formación en el Triásico Superior.

La Formación Crucero de los Sauces está en contacto depositacional con el granito paleozoico, e infrayace pseudoconcordantemente a la Formación Rincón de Nuñez del Jurásico Inferior (Corvalán, 1976).

Estratos de El Guindo

Frente a Hualañe en la ribera sur del río Mataquito, en los valles Domulgo y Docamávida, los sedimentos marinos del Triásico constituyen la base de los llamados " estratos de El Guindo " (Escobar, 1976). Hacia la base están en contacto por falla con el Batolito Paleozoico y hacia el techo, las capas altas de esta secuencia, llamadas por Thiele (1965) " areniscas de transición al Lías ", se disponen en concordancia

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

aparente bajo el Jurásico Inferior.

Estos niveles triásicos son fundamentalmente lutíticos hacia la base y arenosos hacia el techo, con algunas intercalaciones volcánicas en el sector de la quebrada Oñolco. Desde el área de Docamávida se prolongan hacia el sur en una faja continua hasta el estero Batuco, pudiendo hacerse buenos perfiles en las localidades de Higuerillas y de Gualleco.

Sector Huerta del Maule

En las cercanías de esta localidad (cuadrángulos Melozal y Villa Seca) sobre el Basamento Metamórfico, afloran rocas triásicas volcánico-sedimentarias, destacandose principalmente en cuatro sectores (Abad y Cucurella, 1977):

- Cerro Tabón Tinaja
- Cerro Gupo
- Cerro Pillay
- Cerro Colimávida

En la carretera San Javier - Constitución, sector Tabón Tinaja, Abad y Cucurella (1977) describen una secuencia de areniscas con intercalaciones de arcillolitas y lutitas negras, sin comunicar presen

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

cia de fósiles. Más al sur, en el Cerro Gupo, estos mismos autores observan conglomerados brechosos, areniscas y lutitas fosilíferas intercaladas. Esta secuencia ha sido descrita también en detalle por Muñoz Cristi (1973). Tavera (fide Abad y Cucurella, op. cit.) encontró flora fósil en los niveles inferiores, y una impresión de Nevadites intanensis Jaworsky y Pseudomonotis en los superiores. por lo cual estos afloramientos pueden ser con seguridad asignados al Triásico Superior.

Ya en el cuadrángulo Villa Seca (Abad y Cucurella, 1977) mapearon en los cerros Pillay y Colimavia, una secuencia volcánico-sedimentaria que correlacionan con los " estratos de Pocillas " (Hervé y otros, 1976) ubicados más al sur y sugieren para ella un ambiente de depositación continental (comunicación verbal).

Sector Pocillas

Esta localidad está ubicada al sur del paralelo 36°S, entre las ciudades de Parral y Cauquenes. En ella aflora una secuencia estratificada definida como Formación Patagua (Muñoz Cristi, 1973) (= estratos de Pocillas (Hervé y otros, 1976)). Esta formación comprende fundamentalmente cuatro unidades:

a. Lutitas de Lucachorro
b. Pedernal de Quilhue
c. Lutitas Centinela
d. Conglomerados y areniscas superiores.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Esta secuencia según Hervé y otros (1976) descansaría en discordancia de erosión sobre rocas graníticas paleozoicas y estaría intruída hacia el norte por un cuerpo granodiorítico-diorítico y por otros plutones hipabisales dacíticos que se reconocen en el área.

Estos mismos autores encontraron flora fósil en lutitas del cerro Quilvo, las que corresponden a las siguientes especies (Corvalán, comunicación verbal, fide Hervé y otros, 1976) :

Taeniopteris mareyesiaca Geint.
Taeniopteris sp.
Thinfeldia (T. lancifolia ?)

Esto permitió datar esta secuencia en una edad rética, para la que anteriormente sólo se había sugerido una edad triásica (Muñoz Cristi, 1973).

JURASICO INFERIOR MARINO

Los afloramientos marinos fosilíferos del Lías, se presentan en la Cordillera de la Costa, aproximadamente entre los paralelos 34°15' y 35°10'. Estos aparecen en continuidad estratigráfica sobre las rocas del Triásico Superior, destacándose que en sector al norte del río Mataquito, Corvalán (1976) indica que este contacto es pseudoconcordante.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Formación Laguna de Tilicura

En el área de Vichuquén - Tilicura, sobre el Triásico Superior, Corvalán y Dávila (fide Corvalán, 1976) definen la Formación Laguna de Tilicura, que está representada en su localidad tipo por 1.250 m de lutitas fisibles, arcosas y ortoconglomerados cuarcíferos. A esta secuencia se le atribuye una edad hettangiana a sinemuriana por la presencia de Psiloceras y Schlotheimia en los miembros bajos y de Arietites y Weyla, en los altos.

Formación Rincón de Nuñez

Más al sur, en las proximidades de la ribera norte del río Mataquito, en la cuenca de Hualañe (Corvalán, 1976) nuevamente sobre el Triásico Superior aparecen rocas del Jurásico Inferior representado por el Hettangiano y por el Sinemuriano. Esta secuencia configura la Formación Rincón de Nuñez (Corvalán y Dávila, fide Corvalán, 1976) que en su localidad tipo presenta 130 m basales de lutitas fisibles con fauna de Psiloceras y Schlotheimia, fósiles característicos del Hettangiano, y 80 m superiores de areniscas arcósicas a subgrauvacas con intercalaciones de lutitas.

Estratos de El Guindo

Aproximadamente en la misma longitud en la ribera sur del río Mataquito, el Jurásico Inferior está presente nuevamente sobre el Triásico Superior (Thiele, 1965; Escobar, 1976). En este sector la secuencia ha recibido el nombre de estratos de El Guindo (Escobar, 1976) y está representada por 1.200 m de lutitas (pizarrosas y con restos carbonosos en algunos niveles), areniscas de grano medio a grueso y algunas capas de conglomerados, no habiéndose precisado el techo. La fauna presente, per-

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

mite asegurar para estos depósitos una edad Hettangiano-Sinemuriano. Esta a grandes rasgos consiste en:

Phylloceras sp.
Psiloceras (Caloceras) ex gr. P. johnstoni (Sowerby)
Psiloceras (Discamphiceras) sp.
Psiloceras spp.
Schlotheimia cf. angulata (Schlotheim)
Coroniceras (?) sp.
Megarietites cf. gallicum (Guerin-Franiatte)
Euagassiceras sp. A (sp. nov?)
Arnioceras semiscostatum (Young y Bird)
Nuculites sp. A (sp. nov. ?)
Pteroperna sp. A (sp. nov. ?)
Gervillia cf. angusta von Münster
Gervillia cf. aviculoides (Sowerby)
Gervillia spp.
Inoceramus sp.
Leptochondria sp.
Otapiria cf. tailleri Imlay
Otapiria cf. marshalli (Trechmann)
Oxytoma münsteri (Bronn)
Oxytoma (Hypoxytoma) cf. substriata (Münster)
Weyla cf. unca (Philippi)
Astarte sp.
Frondicularia sp. A (sp. nov ?)

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

FORMACION RIO DAMAS

" Se ha denominado Formación Río Damas a un característico complejo de sedimentos clásticos, finos y gruesos, con intercalaciones de potentes series de rocas volcánicas, efusivas y piroclásticas y de esporádicos sedimentos químicos, que tienen su mayor desarrollo en la zona del río Damas, que constituye el curso superior del río Tinguiririca. Los materiales componentes de esta formación han sido depositados esencialmente en un ambiente terrestre subaéreo y lagunar " (textual: Klohn, 1960).

Según Klohn (1960) esta formación que alcanza unos 3.000 m de potencia en promedio, habría sido depositada principalmente durante el Kimmeridgiano. Se le ha asignado esta edad, ya que a pesar de no haberse encontrado fósiles en ella sus relaciones estratigráficas verticales así lo indican: está apoyada concordantemente sobre la Formación Nacientes del Teno (Klohn, 1960) cuyo miembro superior (Miembro Santa Elena) tendría una edad oxfordiana superior o kimmeridgiana inferior; y está suprayacida por estratos marinos titonianos-neocomianos, como por ejemplo en el sector de río Leñas, de Baños del Flaco y de La Mina en el curso superior del Maule.

Dentro del área revisada en este trabajo, González y Vergara (1962) asignan con reservas a esta formación, rocas que afloran en el curso superior del río Maule. Los afloramientos en este sector, no serían fácilmente identificables, dada la profunda alteración, e intrusión de pórfidos andesíticos.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

FORMACION CURA MALLIN

Esta formación ha sido definida (González y Vergara, 1962) como una sucesión de sedimentos clásticos continentales e intercalaciones de volcanitas, queratófiros y porfiritas para la que se acepta una potencia de 1.300 m. Algunos autores (Felch, 1915) la han asimilado a la Formación porfirítica y la extienden hasta la región de Lonquimay. Sus afloramientos más típicos se encuentran en el estero Cura Mallín en las nacientes del río Queuco.

La unidad aparece expuesta en el sector sur del área considerada en forma de una franja discontinua que se extiende ocupando las partes bajas de los valles. Hacia el sur podría llegar hasta Lonquimay y hacia el oriente hasta la República Argentina.

En el sector Cauñicú - Termas de Nitrato la formación subyace discordantemente a la Formación Malla-Malla (terciaria) y a la Formación Cola de Zorro (neoterciaria-cuaternaria). Las formaciones cretácicas clásticas continentales la cubren en transición paulatina; en cambio se superpone discordantemente a las rocas metamórficas del basamento (González y Vergara, 1962).

Basándose en especulaciones micropaleontológicas, características tectónicas, litológicas y en su posición subyacente a la Formación Plan de los Yeuques, González y Vergara (1962) definen esta unidad como las facies constaneras del conjunto de sedimentitas y volcanitas depositado entre el Jurásico Superior y el Neocomiano, inclusive.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

FORMACION BAÑOS DEL FLACO

" Con el nombre de Formación Baños del Flaco se distingue una secuencia de estratos marinos fosilíferos, compuesta principalmente de calizas, calizas arenosas, margas y areniscas calcáreas, predominantemente de color gris. Se presentan también conglomerados, areniscas glauconíticas, lutitas y lutitas carbonosas hojosas; las rocas efusivas son muy escasas. Esta unidad estratigráfica tiene buen desarrollo en el área de Baños del Flaco, ubicados en el valle del río Tinguiririca, a 1.700 m de altura ". (textual: Klohn, 1960).

Según Klohn (1960) la base se dipone en contacto concordante aunque irregular sobre los sedimentos continentales de la Formación río Damas, y el techo está suprayacido en forma concordante también, por la Formación Colimapu.

En el área considerada en este estudio, González y Vergara (1962) correlacionan con esta formación rocas marinas fosilíferas que afloran en el curso superior del río Maule, en el sector de La Mina y al sur de la Laguna de la Invernada.

Estos autores citan la siguiente lista de fósiles provenientes de la quebrada de La Mina y clasificados por Tavera (1948, 1951, fide González y Vergara, 1962):

Holcoptychites neuquensis Douvillé
Odontoceras aff. ellipsostomum Steuer
Pholadomya cf. elongata Munst. (= gigantea Sow)
Ptychomia koeneni Behr. var. leufuensis Weaver

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Lucina corbisoides var. lotenoensis Weaver
Trigonia sp.
Eryphila sp.
Isocardia sp.
Eriphyla aff. lotenoensis Weaver
Trigonia aff. cohuicoensis Weaver
Panopea cf. dupinimia d'Orb.
Gervillia cf. pseudorostrata Nagae
Perna sp.
Harpagodes oceani Brongt,
Pleurotomaria sp.

Según Tavera (fide Corvalán, 1959) la posición cronoestratigráfica de las calizas del Maule, estría definida por la presencia de Holcoptychites neuquensis Bouvillé , forma característica del Hauteriviano. Sin embargo, Corvalán (1959) sugiere que en esta secuencia podría estar representado el Neocomiano más antiguo, a juzgar por el fósil clasificado por Tavera como Odontoceras aff. ellipsostomum Steuer.

FORMACION LA LAJUELA

Se ha denominado Formación La Lajuela al conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias marinas y continentales definidas por Muñoz Cristi y Karzulovic (1958 , fide Charrier y Lillo, 1973) como Estratos de La Lajuela.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Esta unidad está constituída por andesitas y volcanitas que ratofíricas, con potentes intercalaciones sedimentarias de calizas, lutitas, areniscas, y conglomerados. En el sector norte del área, se han reconocido niveles riolíticos constituídos por coladas y brechas.

En general, los estratos que conforman esta unidad tienen un rumbo aproximado entre 7°y 30°al noreste, mientras que mantean en alrededor de 50°al noreste. El espesor de esta unidad ha sido estimado en 13.000 metros por Vergara (1969), pero debido a que no existe un perfil estructural detallado, Charrier y Lillo (1973) estiman que este valor tan alto debería atribuirse a repeticiones por fallas de partes de esta formación.

Las rocas que forman esta unidad se distribuyen en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, desde el límite norte del área hasta la latitud de Linares por el sur.

En general, la Formación La Lajuela se presenta en contacto discordante sobre el granito paleozoico, esto último especialmente notorio en sus márgenes occidentales. El techo de esta unidad está cubierto en discordancia angular por la Formación Farellones.

La Formación La Lajuela está intruída en diversas localidades por cuerpos pertenecientes al Batolito Andino.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

Los estratos sedimentarios de la Formación La Lajuela han entregado abundante fauna fosilífera (Tavera, 1958, fide Charrier y Lillo, 1973) los que en vista de lo cual han sido asignados al Valanginiano Superior. Sin embargo, Charrier y Lillo (1973) proponen una edad comprendida entre el Hauteriviano y el Titoniano para esta unidad.

Tavera (1958) determinó los siguientes fósiles:

Paradontoceras sp. (¿ P. calistoides Behrendsen ?)

Spiticeras sp. (¿ S. tripartitus Huppé ?)

Substeuroceras sp. (¿ S. fasciatum Koeneni ?)

Neocomites sp. (¿ Cuyaniceras ?)

Aucellina sp.

Anomia sp.

Isocardia sp.

Pecten sp.

Exogyra sp.

Cerithium sp.

Rhynchonella (?) sp.

Lingula sp.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

FORMACION COLIMAPU

Esta formación fue definida por Klohn (1960), y posteriormente estudiada por González y Vergara (1962). Estos últimos autores indican que está representada por un conjunto de sedimentos clásticos continentales constituidos principalmente por lutitas y areniscas tobíferas rojas en su parte inferior, y areniscas finas a gruesas alternando con capitas de calizas estériles, areniscas oolíticas y sedimentos de granulometría más gruesa, con algunos lentes de calizas lagunares grises claras e intercalaciones de tobas grises moradas, en su parte media y superior.

Esta serie se dispone concordantemente sobre la Formación Baños del Flaco, mientras que sobre su techo se apoyan las unidades que conforman la Formación Coya-Machalí y su equivalente, la ormación Plan de los Yeuques. Según Charrier y Lillo (1973) existiría una fuerte discordancia entre la Formación Colimapu y la Formación Coya-Machalí, en cambio González y Vergara (1962) afirman que la Formación Plan de los Yeuques se dispone concordantemente sobre la Formación Colimapu.

Las rocas que componen esta formación se distribuyen en el borde oriental del área, en el sector central y sur, aflorando en diversos sectores de la Cordillera Principal.

La edad de la Formación Colimapu, fue muy discutida ántes de haberse encontrado fósiles en ella. Así por ejemplo, González y Vergara (1962) la asignaban como hipótesis de trabajo al Neocomiano Medio a Superior. El año 1963, Martínez y Osorio, en base al hallazgo de Carófitas fósiles, pueden finalmente fijar con bastante seguridad la edad de esta formación como albiana. Esto permitió además, estimar en forma más

concreta las edades de las unidades suprayacentes.

ROCAS SEDIMENTARIAS MARINAS DEL CRETACICO SUPERIOR

A lo largo de la costa del país, entre los paralelos 33°y 37° de Lat. S., se registran en cuatro sectores afloramientos de rocas sedimentarias marinas depositadas durante el Cretácico Superior. Dentro del área considerada en este trabajo, se hará referencia solo a tres de estas localidades: Sector de Isla Quiriquina, sector de Chanco o Faro Carranza y sector de Topocalma.

Formación Quiriquina

La Isla Quiriquina constituye una de las localidades fosilíferas mejor estudiada, alcanzando renombre mundial. Desde la publicación de los primeros trabajos sobre esta fauna por d'Orbigny (1842 y 1847) y Darwin (1846) se han llevado a cabo gran número de investigaciones sobre diferentes aspectos geológicos de esta isla y de la costa adyacente, cuya sucesión histórica está muy bien expuesta por Wetzel (1930) y por Hoffstetter y otros (1957).

Una de las últimas y más importantes revisiones de la secuencia que en esta localidad aflora, está hecha por Wetzel (1930) quien la describe a grandes rasgos de la siguiente manera:

- Grundconglomeral. Conglomerado basal que se apoya sobre la superficie irregular del Basamento Metamórfico. Contiene glauconita, fosfato de calcio y mica. Su mayor desarrollo es de 15 m en la localidad de Los Chilcos.

- Cardienbank o Hauptmuchelbank. Banco rico en moluscos fósiles, que en algunos sectores, hacia la base, contiene gran cantidad de huesos fosilizados. Tiene 0,2 m en La Cucaracha y se divide hacia el sur en varios horizontes fosilíferos.

- Baculitenknollenzone. Zona de nódulos con Baculites. Alcanza su máxima expresión en la localidad de La Cucaracha, con 10 m de potencia. Por encima se observan las areniscas transgresivas del Terciario que empiezan a veces con un conglomerado.

Para la Formación Quiriquina se han citado alrededor de 150 especies fósiles que corresponden a peces, reptiles, aves, cefalópodos, gastrópodos, escafópodos, bivalvos, crustaceos, briozoarios, anélidos, hexacorálidos, foraminíferos y plantas. Esta fauna está tratada por Wetzel (1930) y es característica del Senoniano y fundamentalmente del Maastrichtiano (Hoffstetter y otros, 1957).

Hünicken y Covacevich (1975) indican para esta secuencia (" Capas de Quiriquina ") una potencia de 75 m en la bahía Las Tablas, señalando contactos discordantes para base y techo, con el Basamento Metamórfico y el Terciario marino, respectivamente. Precisan además para estos afloramientos, una edad maastrichtiana, posiblemente inferior, en base a la presencia de Eubaculites lyelli (d' Orbigny).

Estratos de Chanco

En la región de Chanco los sedimentos cretácicos fueron depositados discordantemente sobre el Basamento Metamórfico, en lo que al parecer es una amplia ensenada excavada en éste. Los esquistos micáceos

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

constituyentes de este basamento, afloran en varios puntos del área, lo cual en la mayoría de los casos sucede por efecto de fallas.

Según García y Valdivia (1970) estos sedimentos están constituídos " por banco de limolita gris azuleja-verdosa, glauconítica, en parte fosilífera y en la que se intercalan a lo menos cuatro bancos de areniscas gris clara, de cuarzo, porosa y permeable ". Habría que destacar además, como importantes, los niveles de areniscas verdosas gruesas con gran cantidad de concreciones fosilíferas, que afloran en la localidad de Santos del Mar.

Tavera (in Floreal y Valdivia, 1970) correlaciona estos niveles con la Formación Quiriquina y les asigna una edad cretácica superior, en base a una abundante fauna fósil, algunas de cuyas especies son las siguientes:

Mactra araucana d'Orb.
Cardium (Ringicardium) acuticostatum d' Orb.
Inoceramus cf. sagensis Owen
Trigonia cazadoriana Wilck.
Cytherea (Callista) auca d'Orb.
Kossmaticeras (Gunnarites) spinosissimum Wetzel.
Pseudophyllites indra Forbes.
Puzosia darwini (Phill.) Steinm.
" Lytoceras " (Anagaudriceras) kayei Forbes.
" Neophylloceras " (Hypophylloceras) ramosum Meek

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Estratos de Topocalma

En la localidad de Topocalma se han reconocido depósitos marinos correspondientes al Cretácico Superior. Charrier y Lillo (1973) los describen como areniscas cuarzosas de color amarillento, de las cuales se puede observar 30 m de espesor. Según Covacevich (comunicación oral) estas areniscas, que son de grano gureso, contienen intercalaciones de areniscas calcáreas fosilíferas; todo este conjunto estaría apoyado sobre los granitoides de la costa, y suprayacido en aparente discordancia de erosión por un conglomerado seguido por una potente serie de limolitas de edad aún no precisada. Una determinación preliminar de los fósiles encontrados en las areniscas calcáreas mostraría la presencia de:

Pacitrigonia hanetiana (d'Orb.)
Cardium acuticostatum d'Orb.
Baculites sp.
Otros bivalvos y gastrópodos

Tavera (comunicación oral in Charrier y Lillo, 1973) enumera los siguientes fósiles procedentes de las capas mencionadas:

Parapachydiscus quiriquinae (Philippi)
Trigonia hanetiana d'Orb.
Cardium acuticostatum d'Orb.

Esta fauna es característica del Cretácico Superior (Campaniano - Maastrichtiano) y los estratos que las contienen se pueden correlacionar con la Formación Quiriquina.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

FORMACIONES COYA-MACHALI, ABANICO Y PLAN DE LOS YEUQUES

Las rocas que conforman estas formaciones afloran en diversas localidades de la Cordillera Principal en toda el área en estudio. En el sector norte del área, han sido tratadas por Charrier y Lillo (1973) bajo la denominación de Formación Coya-Machalí. En el sector central y sur se ha seguido en cambio las denominaciones de Formación Abanico y Formación Plan de los Yeuques empleadas por González y Vergara (1962). Charrier y Lillo (1973) emplean el nombre de Formación Coya-Machalí basado en que Klohn (1960) denomina formalmente a las rocas que componen esta unidad en su localidad tipo, bajo este nombre, siguiendo así las normas de nomenclatura estratigráfica. Anteriormente, este último autor había empleado el nombre de ormación Chilense y Muñoz Cristi el de Formación Abanico para referirse a esta unidad, pero ninguno de ellos había seguido las normas de nomenclatura estratigráfica. Otros autores como González y Vergara (1962) prefieren utilizar el nombre de Formación Abanico debido al arraigo que tiene este término en la literatura geológica chilena, y al mismo tiempo definen la Formación Plan de los Yeuques, la cual es correlacionable con los estratos inferiores de la formación Coya-Machalí, según la definió Klohn (1960).

La ormación Plan de los Yeuques y/o la porción inferior de la Formación Coya-Machalí está constituida por un conjunto de rocas volcánicas continentales, efusivas y piroclásticas de carácter ácido, con algunas intercalaciones de sedimentos continentales. La ormación Abanico y/o la porción superior y media de la ormación Coya-Machalí está constituida por un conjunto de volcanitas piroclásticas y lavas de carácter porfírico, con intercalaciones de sedimentitas clásticas continentales.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

Las rocas que componen estas unidades se distribuyen en general en la vertiente occidental de la Cordillera Principal y afloran a lo largo de toda el área. Estas rocas están intruídas por una serie de stocks y cuerpos mayores pertenecientes al Batolito Andino.

La edad de estas unidades es discutible debido a que en ellas no se han encontrado fósiles de valor cronológico. Sin embargo, la Formación Colimapu que las infrayace, ha sido asignada al Albiano por Martínez y Osorio (1963) en base a Carófitas fósiles. La Formación Colimapu está separada de las formaciones ántes mencionadas por una fuerte discordancia, lo que indica una edad post-Albiano para éstas. Charrier y Vicente (1970, fide Charrier y Lillo, 1973) indican que la Formación Coya-Machalí ha sido plegada durante el Paleoceno, por la Fase Larámica. Según esto, le asignan a esta formación una edad cretácica superior.

SEDIMENTOS MARINOS Y CONTINENTALES DEL TERCIARIO INFERIOR

Las rocas sedimentarias que afloran en la costa desde la Provincia de Concepción al sur, han sido estudiadas desde mediados del siglo XIX.

En el presente siglo, los estudios geológicos han tenido como objetivo servir de base para la explotación y exploración de los recursos carboníferos. Sin embargo, no se dispone de levantamientos conocidos que indiquen separadamente las diferentes unidades en que se ha dividido la secuencia terciaria.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Las últimas modificaciones introducidas al esquema estratigráfico actualmente en uso, establecidas en base a análisis de testigos de sondajes (Chávez y otros, 1977) señalan que la base de la secuencia está constituída por la Formación Pilpilco y la Formación Curanilahue.

La Formación Pilpilco es una unidad sedimentaria de areniscas de grano fino con intercalaciones de arenisca conglomerádica y algunas capas de arcilla, depositada en ambiente marino, para la que se acepta una potencia máxima de 180 m y que se superpone en discordancia a rocas metamórficas y granitoides del basamento cristalino. Se le atribuye en base al contenido fosilífero una edad Paleoceno y/o Eoceno inferior.

La Formación Curanilahue que sobreyace en discordancia a la Formación Pilpilco, consta de tres miembros desde abajo hacia arriba: Miembro Lota, Intercalación y Colico.

El Miembro Lota está constituído por areniscas de grano fino, medio y grueso, en parte conglomerádicos y conglomerados finos. Además de arcillas, carbonatos y mantos de carbón depositados en un ambiente continental lagunar. Se acepta para esta unidad una potencia máxima de 170 m.

El Miembro Intercalación es una secuencia sedimentaria compuesta de areniscas glauconíticas de grano medio a grueso, esencialmente depositada en ambiente marino para la que se acepta una potencia máxima de 100 m.

El Miembro Colico constituye una secuencia sedimentaria formada por areniscas finas y gruesas, con capas de conglomerados, arcillas y mantos de carbón depositado en ambiente continental lagunar. Para esta

unidad se acepto una potencia máxima de 170 m.

Los contenidos fosilíferos permiten asignar la Formación Curanilahue al Eoceno.

Las formaciones Pilpilco y Curanilahue, como el resto de la secuencia terciaria, están constituidas por una alternancia de sedimentos con carácter transgresivo y regresivo en una estructura ciclotérmica no siempre perfectamente clara a causa de eliminaciones locales de parte de la secuencia por erosión.

Chávez y otros (op. cit.) presenta mapas isópacos que indican cuencas con elongación mayor orientada hacia el NNW, uno en el caso del miembro Lota y dos paralelas entre si en el caso del miembro Colico.

FORMACION MALLA-MALLA

La Formación Malla-Malla comprende las unidades definidas inicialmente por Hemmer (1935) y Bruggen (1950). González y Vergara (1962) enmiendan ambas definiciones integrando las dos unidades en la Formación Malla-Malla.

La definición enmendada de esta formación comprende a la sucesión de sedimentitas clásticas continentales en parte bituminosas para la cual se estima una potencia de alrededor de 600 m.

El lugar tipo de esta formación es el curso superior del río Queuco, en las Sierra de Malla-Malla, Provincia de Bío-Bío.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Los afloramientos se encuentran en un pequeño sector entre los ríos Caunicu y Ñiremetún y la Quebrada al poniente de la reducción de Trapa-Trapa. La formación se inicia desde la base con conglomerados, brechas y areniscas de grano grueso constituidos principalmente por cuarzo, cuarcitas y escasos rodados de diorita andina. Posteriormente en un cambio transicional se pasa a una serie de arcillas que alternan con areniscas y lutitas bituminosas sobre las cuales se encuentran brechas, conglomerados y areniscas de grano grueso (González y Vergara, 1962).

Esta unidad se superpone en discordancia angular sobre la Formación Curamallin. La Formación Cola de Zorro suprayace a su vez a la Formación Malla-Malla con una superficie de erosión. Entre ambas unidades hay discordancia angular.

Estos mismos autores estiman que la Formación Malla-Malla habría sido depositada en una gran cuenca al oriente de la Cordillera de los Andes, fisiográficamente pertenecientes a los Andes Argentinos.

Hemmer (1935) postula una correlación entre esta secuencia y los esquistos bituminosos de Lonquimay, deduciendo así para ésta una edad eocena.

FORMACION FARELLONES

Esta formación fué definida por Klohn (1960) como " una potente unidad constituída por sedimentitas clásticas terrígenas, lavas andesíticas, riolíticas y basálticas y rocas piroclásticas que alternan con sedimentos derivados de la descomposición de estas rocas efusivas. Existen además sedimentos lagunares consistentes en arenisca, lutita, tufita y

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

delgadas capas de caliza ".

La base de esta formación se apoya mediante una fuerte discordancia angular sobre las formaciones más antiguas,es decir la Formación La Lajuela en la Cordillera de la Costa y las ormaciones Coya-Machalí y Abanico en la Cordillera Principal. Su límite superior corresponde a la actual superficie de erosión, al menos en el sector expuesto en el área de estudio. La Formación Farellones está frecuentemente intruída por cuerpos de diversos tamaños pertenecientes al Batolito Andino.

Las rocas que conforman esta unidad se distribuyen en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, entre el límite superior del área y las proximidades de Curicó. También afloran rocas de esta unidad en los cerros al este de San Fernando, en los contrafuertes de la Cordillera Principal.

Se han realizado algunas dataciones radiométricas en muestras de rocas de esta formación. Drake y otros (1976, in Vergara, 1977) indican que una muestra de el techo de esta unidad obtenida en su localidad tipo, arrojó una edad de 17,3 millones de años, mientras que una de la base entregó una edad de 18,5 millones de años, ambas por el método K-Ar. Esto permite asignarla al Mioceno Inferior. Anteriormente, Muñoz Cristi (1960) había considerado que esta unidad debería ser por lo menos de edad senoniana, ya que él encontró en el conglomerado de Algarrobo de esta edad, clastos que podrían provenir de ella.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

FORMACION CORONA DEL FRAILE

Esta formación fue definida por González y Vergara (1962) quienes incluyen en ella al conjunto de sedimentitas clásticas y volcánicas que poseen su mayor desarrollo en el área de los cerros situados al este de Los Queñes, entre los ríos Teno y Claro.

Las rocas que conforman esta unidad afloran en una sola localidad, en el borde oriental del área, un poco más al sur del paralelo 35°. Esta formación se dispone sobre la Formación Abanico mediante una suave discordancia angular. El techo de la Formación Corona del Fraile corresponde a la actual superficie de erosión, al menos en los afloramientos que aparecen en el área en estudio. González y Vergara (1962) atribuyen a esta formación un espesor total mínimo de 885 m.

La edad de esta formación es difícil de definir. González y Vergara (1962) estiman que por su disposición tectónica, levemente discordante sobre la Formación Abanico, puede asignársele una edad post-Albiano. Sin embargo, en vista de que Martínez y Osorio (1963) dataron la Formación Colimapu como Albinao, y por consiguiente la Formación Coya-Machalí ha sido asignada al Cretácico superior (Charrier y Lillo, 1973), se ha estimado que la Formación Corona del Fraile tendría una edad terciaria inferior y sería el equivalente cronoestratigráfico de la Formación Farellones.

FORMACION NAVIDAD

Esta formación está constituída por cuatro miembros de areniscas amarillas de grano medio a grueso con intercalaciones conglome-

rádicas y con abundantes concreciones calcáreas. En estratos continentales de esta unidad que afloran en el sector norte del área Cecioni (1970) menciona algunos niveles con detritos carbonosos.

La Formación Navidad se distribuye a lo largo de la costa en el norte del área, en las proximidades de Topocalma, en general formando terrazas que se disponen en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa.

La Base de la Formación Navidad se apoya por discordancia angular y de erosión sobre unidades más antiguas. En el sector norte del área está sobre el granito paleozoico, el basamento metamórfico, y sobre los estratos sedimentarios marinos del Cretácico que afloran en los alrededores del Faro Topocalma.

La edad de la Formación Navidad ha sido asignada al Mioceno Inferior por Tavera (1968) en base a la abundante fauna que ha sido encontrada en ella.

SERIE DE LA CUEVA

La Serie de La Cueva está formada por un conjunto de estratos subhorizontales con leve inclinación al este, que afloran en la Cordillera de la Costa, en el sector norte del área entre las localidades de La Cueva, La Estrella, Rosario de Lo Solis y El Cuzco.

Esta serie está constituída por sedimentos marinos con intercalaciones de conglomerados continentales y algunos niveles de areniscas continentales con estratificación cruzada. Los sedimentos marinos co-

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

rresponden a areniscas finas a medias de color amarillento, las que en general están poco cementadas. Las intercalaciones continentales son conglomerados con matriz friable de color pardo y aspecto terrozo y cuyos bloques están constituídos por basaltos, porfiritas y piedra pómez (Charrier y Lillo, 1973).

La edad de la Serie de La Cueva ha sido determinada como correspondiente al Plioceno Superior en base a la abundante fauna fosilífera que ha sido encontrada en esta unidad (Herm, 1969).

Crepidula dilatata Lam
Tegula cf. atra (Less.)
Tegula luctuosa (d'Orbigny)
Prisogaster niger (Wood)
Calyptraea sp.
Nassariues gayi (Kien)
Chorus doliaris (Philippi)
Nucella crassilabrum crassilabrum (Lam)
Argobuccinum cf. argus (Gmelin)
Argobuccinum sp.
Anadara chilensis (Philippi)
Natica obtectiformis (?) Mor
Oliva peruviana Lam
Chormytilus chorus (Mol.)
Macrocallista domeykoana (Philippi)
Euerhomalea fuenzalidai (Philippi)
Mulinia cf. byronensis (Gray)
Ardeamya n. sp.
Tagelus dombeii (Lam)

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 765 - 6º PISO
SANTIAGO

Ensis macha Mol.

Panope coquimbanas, d'Orbigny

La sucesión litológica demuestra un proceso transgresivo del mar durante el Plioceno Superior y según Charrier y Lillo (1973), " las características típicamente de playa que presentan estos sedimentos y su asociación con intercalaciones conglomerádicas con matriz rica en ceniza volcánica demuestra que estos depósitos se sedimentaron en una región costanera en la cual se engranan, en función de las fluctuaciones del nivel del mar y de los aportes de conglomerados, sedimentos marinos con sedimentos continentales ".

FORMACION COLA DE ZORRO

Se define (González y Vergara, 1962) como Formación Cola de Zorro al conjunto de volcanitas de carácter andesítico-basaltíco que tiene como característica sobresaliente una actitud tectónica horizontal a subhorizontal y una gran extensión areal, para la que se acepta una potencia máxima de 800 m. El lugar de mejor exposición de esta formación se encuntra en la quebrada del río Cola de Zorro, afluente del río Los Sauces que confluye con el río Ñuble.

Los afloramientos de esta formación se extienden hacia la zona fronteriza reduciéndose en la precordillera y Valle Longitudinal.

Desde el punto de vista litológico esta formación está compuesta principalmente por coladas de andesitas basaltícas, basaltos con piroxenos y piroclásticos de similar composición. Se encuentran aglomerados volcánicos , andesíticos , basalticos y en menor proporción diferencia-

dos traquíticos y liparíticos de expresión areal muy reducida. La ausencia de capas guías no permite establecer correlaciones entre los distintos perfiles descritos por González y Vergara (1962).

La Formación Cola de Zorro sobreyace discordantemente a la Formación Malla-Malla, Eocena. Además, se presenta una tectónica que produce fallas de gran ángulo y está afectada profundamente por erosión glacial.

Se acepta para que esta unidad habría sido formada después de un largo período de peneplanización. Posiblemente además su génesis está relacionada con los movimientos que estructuraron la fisiografía actual de la cordillera andina.

En base a las relaciones estructurales y a la erosión glacial para esta unidade se acepta una edad pliocena-pleistocena.

" GRUPO "DEL DESCABEZADO GRANDE

Esta unidad fue definida por González y Vergara (1962) como el conjunto de basaltos gris oscuros a negros, generalmente afaníticos y vesiculares, con brechas del mismo material intercaladas, que se extiende desde el Volcán Descabezado Grande hacia el río Claro.

Las rocas que componen esta unidad afloran en el sector central del área, en el borde oriental, a lo largo del río Claro. Esta unidad ha modificado el relieve primitivo del valle, y en la actualidad el río ha labrado en ella un profundo cajón.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

Esta unidad fue asignada al Cuaternario por González y Vergara (1962) en base a su morfología y a su relación con el cono volcánico del Descabezado Grande.

LAVAS Y FLUJOS PIROCLASTICOS DE PLANICIES Y VALLES

Se incluyen en esta denominación los piroclásticos y lavas que preferentemente rellenan antiguos valles glaciares y fluviales, configurando además, terrazas ubicadas hasta unos 300 m sobre el nivel de dichos valles y que a veces cubren áreas extensas (González y Vergara, 1962).

Las lavas y piroclásticos que conforman esta unidad, se extienden a lo largo de la Cordillera Principal y afloran en el área en diversas localidades del borde oriental entre los paralelos 35°y 37°latitud sur.

En la mayoría de los casos, esta unidad está limitada en su techo por la actual superficie de erosión, aunque a veces está cubierta por lavas más modernas y sedimentos actuales o recientes. Descansa a su vez, sobre depósitos morrénicos o aluviales, o sobre unidades más antiguas, y mediante discordancia de erosión o depositacional.

Estas lavas y flujos piroclásticos han sido asignados al cuaternario por González y Vergara (1962) en base a sus relaciones con las demás unidades de la misma edad.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

VOLCANITAS RECIENTES

Se incluyen aquí las lavas y piroclásticos originados en la actividad volcánica reciente o actual, además de coladas de lavas cordadas, conos volcánicos actuales, escorias y piroclásticos de carácter basáltico, andesítico o riolítico.

Estas volcanitas recientes afloran en el borde oriental del área, en el sector central y sur, y están siempre relacionados a conos volcánicos actuales o a fisuras por cuales se habrían generado las coladas de lavas cordadas. De norte a sur, aparecen relacionados con los siguientes conos volcánicos:

- Volcán Descabezado Grande-Volcán Quizapu
- Volcán San Pedro
- Volcán Nevado Longaví
- Volcán Nevados de Chillán
- Volcán Antuco
- Volcán Callaquén

Han sido asignados al cuaternario por González y Vergara (1962) por constituir conos volcánicos actuales o estarrelacionados espacialmente con ellos.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS MARINOS

En la zona de la costa, los sedimentos transportados desde el interior probablemente se mezclan con los productos de la abra -

sión marina en las rocas igneas, sedimentarias pero mayoritariamente metamórficas, que se encuentran en la costa central sur y se depositan en las amplias playas actuales. Los depósitos de sedimentos cuaternarios en la zona de Concepción presentan evidencias paleontológica de al menos tres niveles diferentes del mar en los últimos 9.400 años (Martínez, 1968).

Por otra parte, se encuentran niveles aterrazados a diferentes alturas en la costa entre Lota y Cobquecura. Las alturas de las terrazas en el norte de la desembocadura del río Bío-Bío son del orden de 150 m s.n.m. En estas terrazas se encuentran sedimentos en parte arcillosos, en parte clásticos gruesos que ocasionalmente presentan fósiles cuaternarios.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS CONTINENTALES

Esta unidad comprende sedimentos cuaternarios aluviales y diluviales, tanto de origen volcánico, glacial, como fluvial y lacustre, siendo la mayor parte material no consolidado. Bruggen (1913) le da categoría de Piso y la describe como una acumulación de sedimentos en su mayoría finos, arcillosos, de origen volcánico, que presentan intercalaciones lenticulares de areniscas conglomerádicas con clastos de obsidiana y subordinadamente andesitas y granitos.

La mayor expresión de esta unidad se encuentra en el Valle Central, donde existe una gran acumulación de material meteorizado " in situ ", además de los aportes laháricos, fluviales y conos de eyección que traen el producto de la denudación de la Cordillera de los Andes, y que frecuentemente aparecen formando terrazas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

A menudo se encuentra en los valles de la Cordillera de los Andes sedimentos fluvioglaciales, que hacia la cabecera de éstos, se continúan en morrénicos, los que están en relación más o menos directa con relictos glaciares del Pleistoceno, los cuales a su vez, comumente aparecen embalzando pequeñas lagunas (González y Vergara, 1962).

En la Cordillera de la Costa, y específicamente hacia la vertiente occidental de esta, Moreno y otros (1976) reconocen al noroeste de la Provincia de Ñuble, los siguientes tipos de sedimentos cuaternarios: a) Gravas y ripios fluviales y b) Depósitos laháricos y flujos de cenizas, al este del río Niguen y Perquilauquén y al sur del río Ñuble.

Depósitos de conglomerados volcánicos, mediante consolidados, con matriz cenicienta (Abad y Cucurella, 1977) forman extensas planicies al sur del río Maule, habiéndoseles reconocido también más al sur, en la confluencia de los ríos Perquilauquén y Purapel, y en los alrededores de Cauquenes. Según Abad y Cucurella (1977) estos conglomerados corresponderían a depósitos laháricos, lo que es arriesgado de asegurar dada la madurez de sus clastos.

Hacia la zona costera, se puede apreciar en grandes extenciones, una faja de sedimentos eólicos. Estos depósitos semiconsolidados, están adosados principalmente al Basamento Metamórfico y engrandes extensiones presentan continuidad areal con los depósitos de playa modernos.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

ROCAS INTRUSIVAS

BASAMENTO GRANITICO

El Basamento Granítico está espacialmente relacionado al Basamento Metamórfico. Ambos forman un conjunto conocido como Basamento Cristalino.

El Basamento Granítico consiste fundamentalmente en tonalitas y granodioritas de grano medio a grueso, los que en general muestran haber estado sometidos a fuertes efectos cataclásticos. Al microscopio el cuarzo se observa muy fracturado y con fuerte extinción ondulosa; los feldespatos también están fracturados y con sus planos de macla desplazados; las biotitas a su vez muestran sus planos de clivaje doblados.

Los granitoides que conforman el Basamento Granítico muestran a menudo grandes cristales de microclina, los que les son característicos, no siendo éstos observados en granitos de otras edades en la región estudiada.

En general las rocas graníticas que conforman esta unidad se distribuyen en el sector occidental del área, en la Cordillera de la Costa, en una franja a grandes rasgos paralela al Basamento Metamórfico y al oriente de éste. El contacto entre ambas unidades es aproximadamente norte-sur.

La edad del Basamento Granítico está suficientemente definida por una serie de dataciones radiométricas. Levi y otros (1963) determinaron una edad máxima de 340 $\pm$ 40 millones de años y una mínima de 292 $\pm$ 35 millones de años, ambas obtenidas por el método plomo-alfa.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Además de esto, el Basamento Granítico más al norte del área intruye rocas metasedimentarias (Formación El Cajón) de edad paleozoica superior, y si se considera que unidades triásicas que afloran en la parte central oriental del área se apoyan discordantemente sobre él, es factible asignarle al Paleozoico Superior.

INTRUSIVOS MESOZOICOS

Algunos de los cuerpos que en oportunidades anteriores han sido asignados al Basamento Granítico, podrían corresponder en realidad a varios eventos intrusivos del Mesozoico.

Estos cuerpos intrusivos están localizados frecuentemente en accidentes topográficos que destacan por su mayor altura con respecto al paisaje general de la región. Este fenómeno, causado por las diferencias texturales y composicionales de las rocas mesozoicas, originan en ellas mayores resistencias a la acción de la meteorización y erosión.

Según Abad y Cucurella (1977), algunos de estos cuerpos ígneos han sido individualizados por relaciones de contacto con secuencias estratificadas del Triásico o mediante dataciones radiométricas, aunque estos autores no establecen ciclos intrusivos diferenciados en el Mesozoico.

Existe una alta probabilidad de que cuerpos asignados al Basamento Granítico, sean en el futuro datados como jurásicos o cretácicos, a medida que aumente la densidad de análisis radiométricos aplicados a estas unidades.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

En el sector central del área en estudio, en los cuadrángulos de Melozal y Villa Seca, aflora un complejo intrusivo constituído por granitos rosados, granodioritas, microgranitos y dioritas gábricas. Estas unidades intruyen a la secuencia estratificada del Triásico (Abad y Cucurella, 1977). En muestras de un gabro del sector de La Puntilla, Hervé y Munizaga (1977, fide Abad y Cucurella, 1977) determinaron una edad entre 205 y 207 millones de años en roca total mediante el método K-Ar. La granodiorita que aflora en el camino entre San Javier y Constitución entregó una edad entre 156 y 170 millones de años en anfíbola, y entre 172 y 175 millones de años en biotita, ambos análisis mediante el método K-Ar. Estas edades radiométricas, junto con sus relaciones de contacto, confirman la edad máxima triásica y mínima jurásica para este complejo intrusivo.

Al oriente de Parral, en el sector de Pocillas, afloran varios diques de composición andesítica que intruyen a las unidades paleozoicas, triásicas y jurásicas (?).

En el área de Concepción, Hervé (1974) menciona la existencia de diques de naturaleza dolerítica en el Basamento Cristalino, que tal como se observa en Península de Tumbez, no intruyen a las rocas Cretácicas.

BATOLITO ANDINO

Se han incluido en este término a las rocas graníticas de edad Cretácico Superior y Terciario Inferior. En general estas rocas son de colores claros a gris medio, de grano fino a medio, y varían en composición entre adamelitas y granodioritas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

Se distribuyen en general en el lado oriental del área, en la Cordillera Principal, aunque también son comunes en la vertiente este de la Cordillera de la Costa. En el borde poniente de esta última, suelen aparecer como pequeños stocks que intruyen las unidades más antiguas.

Las unidades que conforman el Batolito Andino han sido asignadas al Cretácico Superior y al Terciario Inferior en base a dataciones radiométricas (Levi y otros, 1963),y a sus relaciones de contacto. Es así como para estos granitos Levi y otros (1963) obtuvieron edades mediante el método plomo-alfa entre 105 $\pm$ 10 y 90 $\pm$ 10 millones de años y entre 60 $\pm$ 10 y 30 $\pm$ 20 millones de años para los granitos cretácicos superiores y terciario inferiores respectivamente.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

ALTERACION HIDROTERMAL

El carácter preliminar de este estudio, que significó un trabajo de terreno poco detallado, y la abundante cubierta de suelo y vegetal del área, no han permitido determinar en una parte significativa las zonas de alteración hidrotermal. Sin embargo, se entregarán algunos datos obtenidos en terreno durante el presente estudio, además de la información recopilada.

En el área que comprende la Hoja Rancagua-Curicó, en las cercanías del estero Lolol, Charrier y Lillo (1973) señalan la presencia de alteración hidrotermal en una zona de forma irregular de 6,5 km de largo por 0,5 km de ancho aproximadamente, emplazada parcialmente en rocas neocomianas de la Formación La Lajuela y rocas graníticas terciarias.

En la ribera norte del río Mataquito, inmediatamente al oriente del pueblo La Huerta, se puede apreciar un sector con alteración hidrotermal. Las rocas se presentan intensamente silicificadas y con aspecto aborregado. Este fenómeno, que se puede apreciar por unos 2 km a lo largo del camino Curicó-Licantén, compromete rocas volcánicas correlacionables con la Formación La Lajuela y granitoides cretácicos terciarios.

En el sector sureste del cuadrángulo Gualleco, en la ladera oeste del cerro Cardonal, existen manifestaciones de alteración hidrotermal en un radio de aproximadamente 1 km. Las rocas afectadas, al igual que en el sector de La Huerta, son correlacionables con la Formación La Lajuela. En la localidad existe una mina de caolín, en la que hasta hace poco tiempo se desarrollaban labores extractivas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

En la alta Cordillera de los Andes, prácticamente sobre el meridiano 70°45' W., González y Vergara (1962) señalan dos importantes zonas afectadas por alteración hidrotermal. La más septentrional, está ubicada en elcurso superior del río Claro y está afectando rocas volcánicas de la Formación Cola de Zorro; la segunda en la localidad de La Mina, curso alto del río Maule, compromete rocas clásticas jurásicas de la Formación Río Damas y a rocas porfídicas andesíticas cretácicas. Ambas están relacionadas indirectamente con rocas intrusivas del Batolito Andino.

Algo más al sur, en la precordillera andina (36°40' Lat. S.) a unos 15 km al oeste del pueblo Coihueco, González y Vergara (1962) figuran una zona de alteración hidrotermal importante. Esta cubre un área aproximada de 11 km de largo por 3 km de ancho y está afectando parcialmente rocas volcánicas y sedimentarias de la Formación Plan de los Yeuques y de la Formación Abanico, y rocas intrusivas del Batolito Andino.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

REFERENCIAS

ABAD, E. y J. CUCURELLA, 1977. Reconocimiento Geológico de la Cordillera de la Costa entre Curicó y Chillán, con una compilación 1:250.000. En preparación. Comisión Chilena de Energía Nuclear. Santiago.

AGUIRRE, L., F. HERVE y E. GODOY, 1972. Distribution of metamorphic facies in Chile an outline. Krystalinikum N°9, p. 7-19. Praga.

BRUGGEN, J., 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Edit. Nacimiento, 365 p. 108 figs. 1 mapa. Santiago.

CECIONI, G., 1970. Esquema de Paleogeografía Chilena. Edit. Universitaria, 144 p. Santiago.

CORVALAN, J., 1959. El Titoniano del río Leñas, Provincia de O'Higgins, con una revisión del Titoniano-Neocomiano de la parte chilena del geosinclinal andino. Inst. Inv. Geol., Bol. 3, 65 p., 7 láms. 8 figs.

CORVALAN, J., 1976. El Triásico y Jurásico de Vichuquén-Tilicura y de Hualañé, Provincia de Curicó. Implicaciones paleogeográficas. Actas Primer Cong. Geol. Chileno, T. 1, p. A137-A154, 4 figs. Santiago.

CHARRIER, R. y F. LILLO, 1973. Geología regional y geoquímica del drenaje de las provincias de O'Higgins y Colchagua. Inst. Rec. Nat., 87 p., Santiago.

CHAVEZ, L. y R. BONILLA, 1976. La sedimentación cíclica cretaceo-cenozoica y su relación con la geología de los yacimientos carboníferos terciarios en la región de Arauco-Concepción, Chile. XXVIII Convención, Inst. Ing. Min. de Chile, 24 p. 8 figs. El Salvador.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

CHOTIN, P. 1975. Les Andes méridionales et la terminaison du basin andin: Le Lonquimay (Chili) et le Neuquén (Argentina). Thèse, Depto. Geol. Estruct. Univ. P. et. M. Curie, 303 p.

DARWIN, Ch., 1946. Geological observation on South America. London Smith Elder & Co. Edit. 279 p., 5 láms. (= Part III, The geology of the voyage of the Beagle).

ESCOBAR, F., 1976. Paleontología y Bioestratigrafía del Triásico Superior y Jurásico Inferior (Hettangiano-Sinemuriano) en el área de Curepto, Provincia de Talca. Tesis de grado. Dept. Geolg. U. de Chile. 127 p., 5 láms., 15 figs. 1 plano. Santiago.

FELSCH, J., 1915. Las pizarras betuminosas de Lonquimay. Informe preliminar. Soc. Nac. de Minería. Bol. 220, p. 498-509. Santiago.

FRUTOS, J., 1967. Palinología de los niveles carboníferos del Terciario de Arauco. Tesis de prueba para optar al título de geólogo, Universidad de Chile, 132 p.

GARCIA, F. y H. VALDIVIA. 1970. Informe geológico de Chanco, Provincia de Maule. Inédito. Emp. Nac. del Petro. 42 p., 3 planos. Santiago.

GONZALEZ-BONORINO, F., 1970. Series metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. Univ. de Chile, Depto. de Geol., Publ. 37, 68 p., 10 láms. Santiago.

GONZALEZ, O. y M. VERGARA, 1962. Reconocimiento Geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 35° y 38°Lat. Sur.. Univ. de Chile. Inst. Geol. 121 p., 12 láms. 1 mapa. Santiago.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

HEMMER, A., 1935. Informe geológico sobre el Terciario con esquistos bituminosos en la región del curso superior del río Queuco. Prov. de Bío-Bío, Depto. del Laja. Bol. Min. y Petrol. T. 48, p. 311-328, 1 fig. 1 mapa. Santiago.

HERM, D., 1969. Marines Pliozan und Pleistozan in Nord-und Mittel-Chile unter besonderer Berucksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. Zitteliana, 2, 159 p., 18 láms. Munchen.

HERVE, F., 1974. Petrology of the Crustalline Basement of the Nahuelbuta Mountains, South Central Chile. Tesis de Doctorado. Univ. Hokkaido, 53 p., 26 fig., 3 láms. 5 tablas. Hokkaido.

HERVE, F., R. THIELE y M.A. PARADA. 1976. Observaciones geológicas en el Triásico de Chile Central entre las latitudes 35°30' y 40°00' Sur. Actas Primer Cong. Geol. Chileno. T. 1, p. A297-A313, 5 figs. Santiago.

HOFFSTETTER, R., H. FUENZALIDA y G. CECIONI, 1957. Lexique Stratigraphique International. V. Amérique Letine. Fac. VII, Chile, 444 p. Paris.

HÜNICKEN, M. y V. COVACEVICH. 1975. Baculitidae en el Cretácico Superior de la Isla Quiriquina, Chile y consideraciones paleontológicas y estratigráficas. Actas del Primer Congr. Argentino Paleont. y Bioestrat. T. II, p. 141-172, 5 láms. Tucumán.

KLOHN, C., 1960. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central. Provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Inst. Inv. Geol. Bol. 8. Santiago.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

LEVI, B., S. MENECH y F. MUNIZAGA, 1963. Edades radiométricas y petrografía de granitos chilenos. Inst. Inv. Geol. Bol. 12, 42 p. Santiago.

MARTINEZ, R., 1968. Foraminíferos y evolución de la línea de costa holocénica en la zona de Concepción. In: Cecioni, G., E., Symp. Terciario de Chile. Zona Central, p. 211-254. Santiago.

MARTINEZ, R. y R. OSORIO, 1963. Consideraciones preliminares sobre la presencia de Carófitas fósiles en la Formación Colimapu. Rev. Minerales 82, 42 p., 1 lám., Santiago.

MORENO, M., F. HERVE, E. GODOY y M.A. PARADA, 1976. Reconocimiento Geológico del Area de Pocillas (Cauquenes, VII Región). Departamento de Geología, Univ. de Chile, informe interno, inédito. 10 p., 1 mapa, 1 perfil.

MUÑOZ CRISTI, J., 1973. Geología de Chile. Edit. Andres Bello, 209 p., 13 figs., 1 mapa. Santiago.

ORBIGNY, A. D!, 1842. Voyage dans d'Amérique Meridionale. T. III, Part. 4, Paleóntologie, p. 1-188, 22 láms., París.

ORBIGNY, A.D! 1847. In M. J. Dumont-d'Urbille: Voyage an Pole Sud et dans l''Océanic sur les corvettes l'Astrolabe et la Zélée, 1837-40. Geol. (Paléont.) láms. 1-6. París.

TAVERA, J., 1968. Estudio de la Formación Navidad en la Provincia de Santiago con referencia especial a las localidades tipos de Navidad, Matanza, Boca Rapel y Topocalma (Resumen). In: Cecioni, G., Ed. Symp. Terciario de Chile, Zona Central, p. 59-61. Santiago.

THIELE, R., 1965. El Triásico y Jurásico del Departamento de Curepto en la Provincia de Talca. Univ. de Chile, Depto. de Geol., Publ. 28, 46 p., 7 láms. Santiago.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6° PISO
SANTIAGO

VERGARA, M., 1969. Rocas volcánicas y sedimentario-volcánicas, mesozoicas y cenozoicas en la latitud 34°30' S, Chile. Depto. de Geología, Univ. de Chile, Publ. N°32, 36 p. 8 figs., 5 tablas, Santiago.

VERGARA, M., 1977. Comentario sobre la Formación Cola de Zorro y Formación Farellones. En prensa. Rev. Geol. de Chile N°4. Santiago.

VEYL, C., 1960. Contribución al conocimiento de la geología regional en la Provincia de Concepción. Chile. Rev. Min. 72, p. 21-71, 43 figs., 1 mapa.

WETZEL, W., 1930. Die Quiriquina-Schichten als Sediment und Paläontologishes Archiv. Palaeontographica 73, p. 49-105. láms. 9-14.

BIBLIOTECA IREN