

ANTECEDENTES RADIOMETRICOS PARA UNA EDAD CRETACICA INFERIOR DE LA FORMACION LAS CHILCAS

SERGIO RIVANO G.
PATRICIO SEPULVEDA H.
RICARDO BORIC P.
MIGUEL HERVE A.
ALVARO PUIG G.

Servicio Nacional de Geología y Minería,
Casilla 10465, Santiago, Chile.

RESUMEN

Aun cuando en la definición original de la Formación Las Chilcas su asignación al Cretácico Superior es dudosa, dicha edad se ha mantenido por casi 30 años en la literatura geológica. En este trabajo se presentan nuevas evidencias radiométricas de edades mínimas de 92, 96, 117 y 118 Ma, para intrusivos que cortan a la Formación Las Chilcas, en sus localidades más clásicas, hecho que sugiere una edad más bien cretácica inferior para la formación.

ABSTRACT

The original Upper Cretaceous age of the Las Chilcas Formation, in spite of being doubtful, has been unquestionably maintained during the last 30 years in the Chilean geological literature. Radiometric evidences of minimum ages of 92, 96, 117 and 118 Ma are here shown for plutons that cut the Las Chilcas Formation in its most classical localities, thus suggesting a possible Lower Cretaceous age for this volcanoclastic formation.

INTRODUCCION

Actualmente, a casi 30 años de la definición de la Formación Las Chilcas por Thomas (1958), se ha discutido muy poco acerca de su edad. La mayor parte de los trabajos y tesis de grado realizadas en el área donde fue definida la Formación Las Chilcas (Carter y Aliste, 1962; Viteri, 1970; Ruge, 1974; Piracés y Maksaev, 1977; Godoy, 1982), versan sobre las relaciones de contacto con las unidades infra y suprayacentes y/o sobre aspectos geológico-mineros, sin ahondar en el tema de la edad de la formación. Su ubicación cronológica no cuenta, sin embargo, con mayores evidencias que las expuestas por Thomas (1958), como primeras aproximaciones, y basadas solamente en correlaciones litológicas a distancia, con unidades supuestamente sincrónicas. El objetivo de este trabajo, es aportar algunas reflexiones y nuevos antecedentes,

entre los que se cuentan edades radiométricas, que permitan aclarar o, al menos, llevar el problema de la edad de la Formación Las Chilcas a una discusión actualizada.

EL PROBLEMA

Cuando Thomas (1958) definió la Formación Las Chilcas como una secuencia continental, constituida predominantemente por alrededor de 6.500 m de brechas volcánicas, tobas, conglomerados y aglomerados rojos a grises, no encontró buen material paleontológico para establecer una edad estratigráfica más precisa, a excepción de un alga de agua dulce del género *Pucalitus* (Steinmann, 1923), la cual se habría encontrado, hasta ese momen-

to, sólo en el Turoniano. En consecuencia, este autor concluyó que: "En resumen, según los restos orgánicos... sólo puede deducirse que ella está constituida por estratos continentales y que probablemente, en parte, es de una edad turoniana" (Thomas, 1958, p. 61).

Las correlaciones originales efectuadas por Thomas (1958), con formaciones expuestas en la Cordillera Principal y estudiadas por Klohn (1960), plantean dos posibilidades: La primera establece que la edad de la Formación Las Chilcas sería cretácica inferior, en base a "la aparente concordancia que se observa desde los estratos del Neocomiano hasta la parte superior de la Formación Las Chilcas... (y) ... una similitud litológica (entre el Neocomiano y Las Chilcas)... (los que) están constituidos de la misma manera que la Formación Colimapu... (y que) la diferencia radica en que, en Colimapu, faltan por completo estratos volcánicos, mientras que en Veta Negra, como en Las Chilcas, ellos adquieren gran importancia" (Thomas 1958, p. 61-62). La segunda posibilidad que plantea Thomas "consiste en suponer que la Formación Las Chilcas incluye la parte alta de Colimapu y la Formación Abanico, probablemente abarcando en este caso el Cenomaniano, el Turoniano y parte del Coniaciano. La base de Abanico se hallaría en un nivel todavía no determinado, debido a que el primer plegamiento, que se evidencia en la Cordillera de los Andes, anterior a Abanico, habría sido muy poco pronunciado en la región de la Cordillera de la Costa" (Thomas, 1958, p. 62).

Posteriormente, Carter y Aliste (1962), distinguieron, dentro de la Formación Las Chilcas, una parte basal y una superior, y separaron la base llamándola Formación Cerro Morado y dejando la parte superior con la denominación de Formación Las Chilcas. Sin embargo, Piracés y Makshev (1977) recomendaron usar la definición original de Thomas (1958), lo que está más en concordancia con las características litológicas de la unidad, a escala regional.

En 1960, Aguirre, describió, en La Cordillera Principal, la Formación Abanico como "una secuencia de volcanitas y sedimentitas clásticas terrígenas de colores predominantes gris-pardo y púrpura a rojo-grisáceo, cuyos afloramientos cubren la mayor parte de la región comprendida en este estudio", a la cual asignó una edad cretácica superior (Aguirre, 1960, p. 26). Esta descripción es igual a la que se puede efectuar de la Formación Las Chilcas (*sensu* Thomas), en el valle de Putaendo

(San Antonio de las Coimas) y San Felipe, a uno y otro lado de la falla Pocuro (observación de terreno de uno de los autores: S.R.). Más adelante, Aguirre definió la base de Abanico como discordante sobre la Formación Cristo Redentor, supuestamente equivalente de la Formación Colimapu, y pseudoconcordante y "algo confusa" (Aguirre 1960, p. 26) con la Formación San José (Valanginiano). Sin embargo, en el sector de Portillo-Estero Navarro, según uno de los autores (S.R.), se observa, entre las formaciones Abanico y Cristo Redentor, un contacto concordante y un paso litológico gradual tal que no se justifica ni siquiera la separación en dos unidades. La Formación San José no sería más que una de las tantas intercalaciones sedimentarias, que contiene la Formación Abanico y las unidades septentrionales equivalentes (Formación Pelambres), en la Alta Cordillera de Illapel.

Estas definiciones de formaciones en Chile Central constituyeron los primeros intentos de subdivisión de la Formación Porfirítica, en donde la Fase Orogénica "Subhercínica" del Mesocretácico era buscada con ahinco, al punto que, donde aparecían conglomerados importantes, éstos eran ubicados en la base de las formaciones del Cretácico Superior. También, en el área de Copiapó, Segerstrom (1960) estableció una estratigrafía similar a la estratigrafía de Chile Central. Opinó, sin embargo, que la Formación Cerrillos (equivalente a las formaciones Abanico y Las Chilcas) y aún la Formación Hornitos podrían pertenecer al Cretácico Inferior (Segerstrom, 1960, p. 91; 1968, p. 21-24; Segerstrom *et al.*, 1963, p. 14; Segerstrom y Moraga, 1964, p. 17) sobre la base que estas unidades eran instruidas por un granito con edad Pb/ α de 105 ± 10 Ma.

Con posterioridad a los trabajos de Aguirre y Thomas (1964), Aguirre y Egert (1965), Thomas (1967), Aguirre y Egert (1970), Aguirre *et al.* (1974), Piracés y Makshev (1977), Moscoso *et al.* (1981), entre otros, consideraron las correlaciones entre las unidades Cerrillos (Segerstrom y Parker, 1957), Las Chilcas (Thomas, 1958), Coya-Machalí (Klohn, 1960) y Abanico (Aguirre, 1960) de la Cordillera de Chile Central como seguras e indicaron que todas estas unidades representaban al Cretácico Superior.

NUEVOS ANTECEDENTES

Tavera (1979), sobre la base del estudio de rodados de troncos fósiles, provenientes de la Formación Las Chilcas en la zona de Montenegro, llamó

la atención a que la presencia entre éstos de *Cycadeoidea* constituiría "un elemento característico para el Jurásico Superior y Cretácico Inferior" (Tavera, 1979). Al tiempo que la comparó con el hallazgo de *Pucalitus*, efectuó un análisis acerca de la edad de Las Chilcas, sugiriendo que, al menos, no podría descartarse la posibilidad de una edad cretácica inferior, como lo señalara tempranamente Thomas (1958).

Durante el levantamiento geológico de las Hojas Quillota y Portillo, a escala 1:250.000, se recolectaron muestras de granitoides que corresponden a la prolongación meridional de la faja de intrusivos de la Superunidad Illapel (Rivano y Sepúlveda, en prep.; Rivano *et al.*, 1985; Parada *et al.*, 1985). En la oportunidad, se determinó en el Laboratorio de Geocronología del Servicio Nacional de Geología y Minería, la edad radiométrica de una granodiorita, que intruye a la Formación Las Chilcas, en los cerros al norte de la Carretera Panamericana, inmediatamente al norte de la cuesta Las Chilcas (Thomas, 1958; Rivano *et al.*, en prensa) 5 km al este de Llaillay (Fig. 1), la cual dio 118 ± 3 Ma y 117 ± 3 Ma (K-Ar, duplicada, en biotita). Más al norte, en el sector de Cerro Negro-Los Mantos, aflora un pórfido diorítico, perteneciente también a la Superunidad Illapel, el cual indicó edades de 96 ± 3 Ma y 92 ± 2 Ma (K-Ar, duplicada, en roca total) (ver Tabla 1). Se conoce una edad similar de 96 ± 3 Ma, K-Ar en biotita, obtenida en un granito expuesto al este de Cabildo (Munizaga y Vicente, 1982). Dos edades de 110 ± 1 (en plagioclasa) y 112 ± 2 Ma, figuradas en el extremo nororiental del batolito de Caleu (Drake *et al.*, 1976; comun. pers. de Drake *in* Munizaga y Vicente, 1982) concuerdan con las edades obtenidas en esta franja plutónica; lamentablemente, en la publicación citada, no se hace mención del material analizado para la segunda edad.

TABLA 1. EDADES RADIOMETRICAS K-AR DE LA SUPERUNIDAD ILLAPEL, EN EL SECTOR DE ESTE TRABAJO

Muestra No.	Coordenadas Geográficas	Tipo de Roca	Material	%K	Vol. ⁴⁰ Ar Rad.	%Ar	Edad K-Ar y Error* Ma	Referencias
1164-R	32° 49,72' -70° 56,29'	Granodiorita	Biotita	6,433	30,627	20,3	118 ± 3	Este trabajo
1116-R	32° 30,40' -70° 53,15'	Pórfido diorítico	Roca total	1,662	6,362	23,5	96 ± 3	Este trabajo
A-3800	32° 26' -71° 01'	Granito	Biotita	1,666	6,133	15,4	92 ± 3	Este trabajo
2451	32° 54' -70° 55'	Granodiorita	Plagioclasa	6,65	25,5	12,8	96 ± 3 (94 ± 3)	Munizaga y Vicente, 1982
				2,215	9,788	9,0	133 ± 3 (110 ± 1,1)	Drake <i>et al.</i> , 1976

* K-Ar (referencias, este trabajo)= error en nivel 2σ ; $\lambda_e = 0,581 \times 10^{-10}$ x años⁻¹; $\lambda_\beta = 4,96 \times 10^{-10}$ x años⁻¹; $^{40}\text{K}/\text{K total} = 0,01167$. Las edades de las muestras A-3800 y 2451 han sido recalculadas con estas constantes (entre paréntesis se indica la edad original). Su ubicación en coordenadas geográficas, es aproximada.

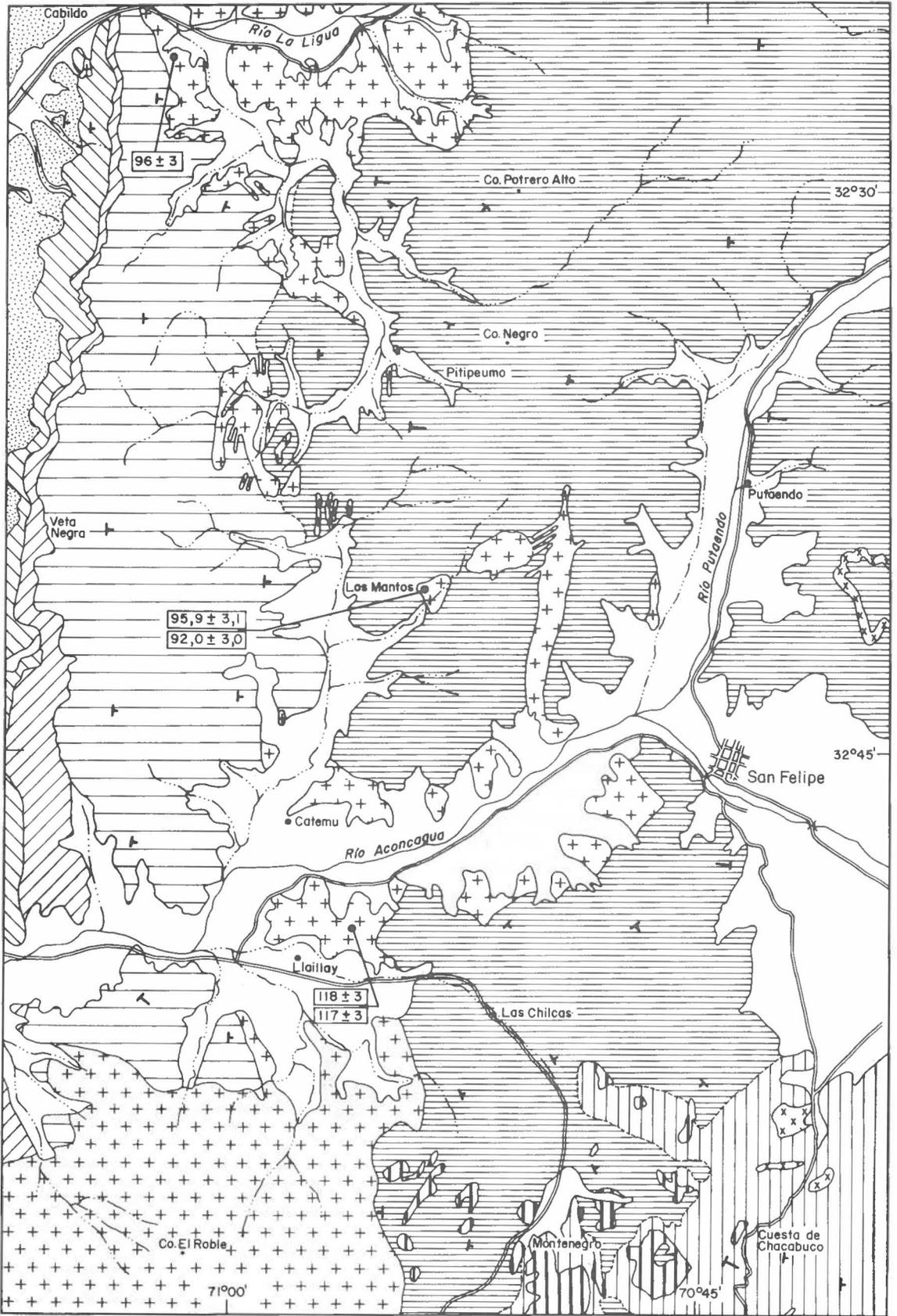


FIG. 1. Mapa geológico, área Río Aconcagua, mostrando la distribución de la Formación Las Chilcas y su relación con los intrusivos de la Superunidad Illapel. 1. Jurásico indiferenciado; 2. Formación Lo Prado (Miembro Purehue; Cretácico Inferior); 3. Formación Lo Prado (Miembro Ocoa; Cretácico Inferior); 4. Formación Veta Negra (Cretácico Inferior); 5. Formación Las Chilcas *sensu* Thomas (Cretácico Inferior); 6. Formación Lo Valle (¿Cretácico Superior?); 7. Intrusivos oligo-miocenos del Valle Central; 8. Intrusivos esencialmente cretácicos inferiores (Superunidad Illapel); 9. Intrusivos del Cretácico Superior; 10. Cuaternario aluvional. (Modificado de Thomas, 1958.)

DISCUSION

Resulta interesante destacar que los dos pares de dataciones han sido hechas en intrusivos que cortan claramente la Formación Las Chilcas; tal como se muestra en el mapa y perfiles de Thomas (1958, p. 58), mapeo que, en gran parte, conserva su validez, en opinión de los autores, sobre todo en lo que se refiere a la extensión hacia el este de la Formación Las Chilcas.

Estas nuevas edades son coincidentes con la edad K-Ar de 110 Ma, obtenida en plagioclasa de una granodiorita de Rungue, que corta a la Formación Las Chilcas (Drake *et al.*, 1976). Esta edad debe ser considerada, de acuerdo al material y método empleados, como "muy mínima" y es notable que, a pesar de ello, el valor obtenido aún corresponde al Cretácico Inferior.

De acuerdo con estas dataciones, en sus afloramientos occidentales y, más precisamente, en el sector de Llaillay - Cuesta Las Chilcas - Cerro Negro, la Formación Las Chilcas tiene una edad mí-

nima mayor que 118 Ma. Esto confirma la primera posibilidad adelantada por Thomas (1958), es decir, que la edad de, por lo menos una parte de Las Chilcas sería cretácica inferior. Sin embargo, al considerar regionalmente la disposición estructural de la Formación Las Chilcas, ésta corresponde, en general, a un sinclorium de pliegues muy abiertos. Es posible sugerir que, según este estilo de plegamiento, toda la Formación Las Chilcas pueda ubicarse en el Cretácico Inferior, puesto que, efectivamente, y tal como se desprende de los perfiles de Thomas (1958), no hay un real y efectivo ascenso estratigráfico en la formación de oeste a este. En trabajos en curso, se ha comprobado que la prolongación meridional de la Formación Viñita, esencialmente volcánica (Cretácico Superior) en el sector de los 32°-32°15', sobreyacería discordantemente sobre unidades que, litológica y arealmente, corresponden a la Formación Las Chilcas (Rivano *et al.*, en prensa).

CONCLUSION

A manera de conclusión, se considera que, en la actualidad, existen nuevas evidencias que hablan a favor de una edad más bien cretácica inferior para la Formación Las Chilcas y no cretácica superior, como se ha supuesto durante casi 30 años. Los datos radiométricos, si bien son escasos por el momento, son consistentes con la asignación temporal que se

le da a la unidad. Por otra parte, y como una reflexión general, esta discusión de la edad de la Formación Las Chilcas debería servir para llamar la atención sobre la prolongada aceptación de esquemas estratigráficos, establecidos hace ya algunas décadas, con otro nivel del conocimiento de la geología andina en Chile Central.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se presenta como una contribución a los Proyectos IGCP, 249 Magmatismo andino y su marco geotectónico, y 242 Cretácico de América Latina. Los autores desean agradecer la revisión crítica del manuscrito a los geólogos señores Constantino Mpodosis y John Davidson, del Servicio

Nacional de Geología y Minería, y Francisco Muni- zaga y Estanislao Godoy, del Departamento de Geología y Geofísica de la Universidad de Chile. Como también a la Sra. Karin Roloff, quien dibujó el mapa geológico.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, L. 1960. Geología de los Andes de Chile central, provincia de Aconcagua. *Inst. Invest. Geol. (Chile), Bol.*, No. 9, 70 p.
- AGUIRRE, L.; THOMAS, H. 1964. El contacto discordante entre las formaciones cretácicas Quebrada Monardes y Viñita en la provincia de Coquimbo. *Rev. Minerales*, Vol. 14, No. 84, p. 30-37.
- AGUIRRE, L.; EGERT, E. 1965. Cuadrángulo Quebrada Marquesa, provincia de Coquimbo. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 15, 92 p.
- AGUIRRE, L.; EGERT, E. 1970. Cuadrángulo Lambert (La Serena), provincia de Coquimbo. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 23, 14 p.
- AGUIRRE, L.; CHARRIER, R.; DAVIDSON, J.; MPODOZIS, C.; RIVANO, S.; THIELE, R.; VERGARA, M.; VICENTE, J.C. 1974. Andean magmatism: its paleogeographic and structural setting in the central part (30°-35°S) of the Southern Andes. *Pac. Geol.*, Vol. 8, p. 1-38.
- CARTER, W.D.; ALISTE, N. 1962. Geology and ore deposits of the Nihue Quadrangle, Aconcagua Province. *Inst. Invest. Geol. (Inédito)*, 189 p. Santiago.
- DRAKE, R.E.; CURTIS, G.; VERGARA, M. 1976. Potassium-argon dating of igneous activity in the Central Chilean Andes; latitude 33°S. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, Vol. 1, No. 3, p. 285-295.
- GODOY, E. 1982. Geología del área de Montenegro, Cuesta de Chacabuco, Región Metropolitana; el "problema" de la Formación Lo Valle. *In Congr. Geol. Chileno*, No. 3, Actas. Vol. 1, p. A124-146. Concepción.
- KLOHN, C. 1960. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile central, provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. *Inst. Invest. Geol. (Chile), Bol.*, No. 8, 95 p.
- MOSCOSO, R.; PADILLA, H.; RIVANO, S. 1981. Hoja Los Andes, Región de Valparaíso. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 52, 68 p.
- MUNIZAGA, F.; VICENTE, J.C. 1982. Acerca de la zonación plutónica y del volcanismo miocénico en los Andes de Aconcagua (Lat. 32°-33°S): Datos radiométricos K-Ar. *Rev. Geol. Chile*, No. 16, p. 3-21.
- PARADA, M.A.; RIVANO, S.; SEPULVEDA, P.; HERVE, M.; HERVE, F.; PUIG, A.; MUNIZAGA, F.; BROOK, M.; PANKHURST, R. 1985. Mesozoic and Cenozoic plutonic development in the Andes of Central Chile (30°30'-32°30'S). *In Evolución magmática de los Andes* (Hervé, F.; Munizaga, F., eds.) *Comunicaciones*, No. 35, 185 p.
- PIRACES, R.; MAKSAEV, V. 1977. Geología de la Hoja Quillota, IV y V Región, Chile. *Inst. Invest. Geol. (Inédito)*, 140 p. Santiago.
- RIVANO, S.; SEPULVEDA, P.; HERVE, M.; PUIG, A. 1985. Geocronología K-Ar de las rocas intrusivas entre los 31°-32°S, latitud sur, Chile. *Rev. Geol. Chile*, No. 21, p. 63-74.
- RIVANO, S.; SEPULVEDA, P. (en prensa). Hoja Illapel, Región de Coquimbo. *Serv. Nac. Geol. Miner., Carta Geol. Chile*.
- RIVANO, S.; SEPULVEDA, P.; BORIC, R. (en prep.) Hojas Quillota y Portillo, Región de Valparaíso. *Serv. Nac. Geol. Miner., Carta Geol. Chile*.
- RUGE, H. 1974. Geología del distrito minero Morro El Tomo y estudio geológico-minero de las minas El Quisco y Montoya. *Memoria de Título. Univ. Chile, Depto. Geol.*, 135 p. Santiago.
- SEGERSTROM, K. 1960. Cuadrángulo Llampos, provincia de Atacama. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 4, 41 p.
- SEGERSTROM, K. 1968. Geología de las Hojas Copiapó y Ojos del Salado, provincia de Atacama. *Inst. Invest. Geol. (Chile), Bol.*, No. 24, 58 p.
- SEGERSTROM, K.; PARKER, R.L. 1959. Cuadrángulo Cerrillos, provincia de Atacama. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 2, 32 p.
- SEGERSTROM, K.; THOMAS, H.; TILLING, R. 1963. Cuadrángulo Pintadas, provincia de Atacama. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 12, 52 p.
- SEGERSTROM, K.; MORAGA, A.; 1964. Cuadrángulo Chañarcillo, provincia de Atacama. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 13, 50 p.
- STEINMANN, G. 1923. Umfang, Beziehung und Besonderheiten der andinen Geosynklinale. *Geol. Rundsch.*, Vol. 14, No. 1, p. 69.
- TAVERA, J. 1979. Noticia sobre la presencia de material rodado de troncos de Cycadeoidea en el área intermedia entre Las Chilcas y Montenegro, provincia de Santiago, *Comunicaciones*, No. 25, p. 11-15.
- THOMAS, H. 1958. Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la cuesta de Barriga. *Inst. Invest. Geol. (Chile), Bol.*, No. 2, 86 p.
- THOMAS, H. 1967. Geología de la Hoja Ovalle, provincia de Coquimbo. *Inst. Invest. Geol. (Chile), Bol.*, No. 23, 58 p.
- VERGARA, M.; DRAKE, R.E. 1978. Edades K-Ar y su implicancia en la Geología Regional de Chile. *Univ. Chile, Depto. Geol., Ser. Comun.*, No. 23, 11 p.
- VITERI, E. 1970. Estudio geológico de la región de los cerros Negro y Portales, provincia de Aconcagua, Chile. *Memoria de Título. Univ. Chile, Depto. Geol.*, 96 p. Santiago.