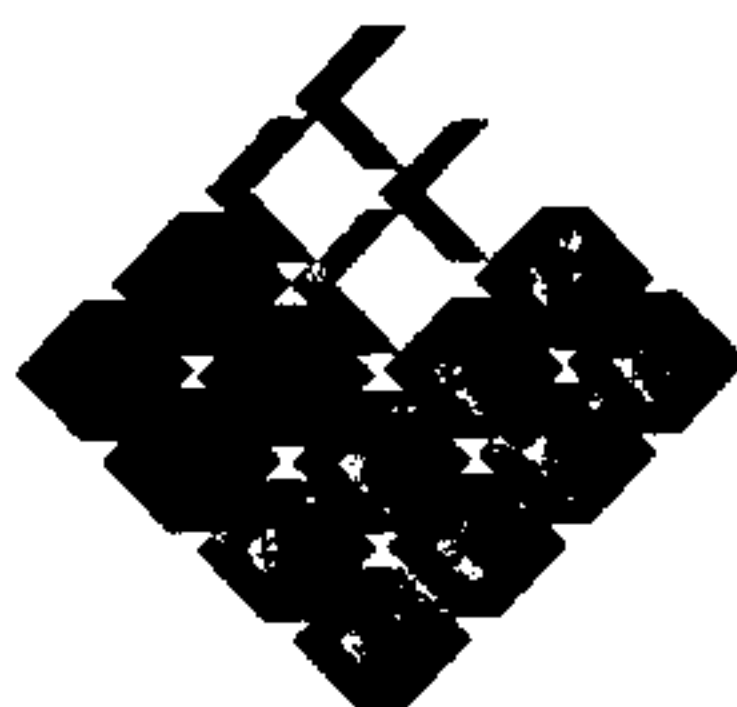




GLA-2827
C.1



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



Informe final de práctica

**“INVENTARIO DE GLACIARES ,ENTRE LOS 18° Y 32°
DE LATITUD SUR”**

AUTOR

Javier Valdés Cantallopts

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a todas las personas con las cuales tuve la oportunidad de compartir horas de trabajo, y con las cuales, de una u otra manera, apoyaron la gestión de mi trabajo, tanto directa como indirectamente.

Quiero agradecer al Ingeniero jefe del departamento de estudios y planificación, el Sr. Carlos Salazar quien me dio la confianza y el apoyo para desarrollar un trabajo, el que requirió dedicación y esfuerzo, además de agradecer la posibilidad de ocupar un espacio físico en su departamento, lo cual sin duda facilito enormemente el desarrollo y la coordinación del inventario final.

Quisiera dar las gracias a la unidad de S.I.G ,especialmente a su jefa encargada la Sra. Verónica Pozo y a su compañero y amigo Guillermo Tapia, los cuales tuvieron el tiempo y la paciencia para guiarme y enseñarme las herramientas necesarias que ayudaron a realizar finalmente un trabajo serio.

Gracias muy especialmente a la Sra. Alicia Barrera, quien me sirvió de ejemplo de rectitud, dedicación y responsabilidad, no solo como secretaria del departamento ,sino que también como abnegada madre.

A los integrantes del departamento: **Sra. Maria Angélica Alegría, Verónica Pozo, Ana Maria Gangas, Liliana Pagliero, Lucia Vera, Alicia barrera, Don Carlos Salazar, Rodrigo Rojas, Mauricio Zambrano, Gonzalo Silva, Guillermo Tapia , Horacio Aguirre, Adrian Lillo, y al GIGIO.** A todos ellos, incluso aquellos que no tuvieron una intervención directa en mi trabajo, gracias por todo, gracias por soportarme, y sobretodo gracias por aceptarme.

Javier Valdés Cantallopts

TABLA INDICE

INTODUCCION.....	2
METODOLOGÍA.....	3
-Utilización de fotografía aérea.....	4
-Creación base de datos.....	5
PASOS METODOLOGICOS.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	11
-Objetivos específicos.....	11
LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	11
MARCO TEORICO.....	11
-Clasificación de glaciares	
-Según forma.....	12
-Según estado físico.....	14
-Dinámica.....	15
DESCRIPCIÓN DE ANTECEDENTES CLIMÁTICOS DEL AREA DE ESTUDIO.....	16

INVENTARIO DE GLACIARES POR REGIONES

-I Región.....	19
-II Región.....	20
-III Región.....	21
-IV Región.....	22
CONCLUSIONES Y RESULTADOS.....	23
COMENTARIO FINAL.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS.....	28

INTRODUCCIÓN

Los glaciares sin duda se han transformado en la última década, en uno de los objetos de estudio, y de atracción por parte de la comunidad científica, debido al valioso aporte que podrían ser estas enormes masas de hielo a la mantención de una fuente vital para la vida humana, el agua, principalmente en forma de agua potable, posibilitando a la vez, su utilización dentro del ámbito productivo principalmente, siendo una fuente potencial de energía eléctrica a futuro. Sin duda que Chile es un país compuesto por glaciares, en la mayor parte de Chile continental, cordillerano principalmente, la presencia de glaciares se hace notar desde el extremo norte, pasando por el centro hasta el sur extremo, variando, por supuesto en formas, áreas composición densidad y altura.

En este trabajo se analizan las formas glaciares ubicadas entre los 18° y 32° de latitud sur, comprendiendo desde el principio, que el acercamiento que se le a dado al estudio de estas formas, en esta zona, no ha sido el mas adecuado desde el punto de vista científico dejando en manos de la descripción la tarea de información. Además, lo antiguo que resultaban los primeros reportes hechos de esta zona (**Liboutry 1956**) (**Garin 1986**) dejaban entrever la necesidad de actualizar estos manuales, entregando una herramienta precisa y sobretodo confiable, utilizando todos los instrumentos que están a disposición (sistemas de información geográficos, fotos satelitales etc.)

Este trabajo responde a la necesidad última, confiando que sea el punto de partida para la investigación interdisciplinaria, tomando en cuenta factores relacionados con el **Cambio Climático**; Realidad presente y activa en nuestro país. Debido a esto último, la necesidad de mantener un monitorio de la dinámica interanual, llevando una estadística continua asegura la oportuna planificación del recurso hídrico en un mediano y largo plazo.

METODOLOGÍA

La primera etapa, consistió en la recopilación de antecedentes, fue sin duda la más extensa, debido principalmente a la falta de información disponible dentro de la Dirección General de Aguas, como también, la inesperada situación a la que se estuvo expuesto, debido a la imposibilidad de conseguir el material cartográfico necesario de la zona fronteriza de la Primera región, aludiendo la institución responsable de la confección de estas cartas, a motivos de seguridad nacional. Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a buscar y ordenar todo el material, llámese cartografías, fotografías aéreas, e imágenes satelitales, las cuales estaban disponibles en el Centro de Información del Recurso Hídrico (CIRH).

La información recopilada comenzó a ordenarse de acuerdo a la región en específico que se iba a tratar, es por eso, que se decidió comenzar primeramente por la región de Tarapacá, por dos razones, para darle un orden lógico a la información con la cual se trabajaría, y además por los problemas que iban a significar la obtención del material fronterizo cartográfico entre los 18° y 19° de latitud sur, debido a razones de seguridad, impuestas por la institución a cargo (**Ministerio de Defensa**). Al verse en esta situación, se procedió a trabajar solo con la cartografía autorizada (Desde el paralelo 19° al sur) dejando como zona sin información todo el sector ubicado al norte de los 19° de latitud.

Posteriormente, se procedió a establecer cuales iban a ser los criterios por los cuales el trabajo se orientaría, además como forma de facilitar el procesamiento y la búsqueda del material necesario

Mediante esto, se concluyó que:

-El criterio de la altura de línea de nieve, utilizado anteriormente por Lliboutry(1955) Y Garín(1986) era el más apropiado, considerando que el

¹dominio morfoclimático de la primera región, no arrojaría los mismos resultados si se trabajase en la zona sur, en donde los glaciares descienden con lenguas por un valle, aspecto que sería muy difícil de encontrar dentro del dominio morfoclimático del norte. Además de esto, la utilización del criterio de la altura mínima de la línea de nieve, facilitaría la selección del material que se utilizaría, descartando de plano todos los sectores o elevaciones que estuvieran, en este caso, por debajo de los 5200 y 5300 m.s.n.m aproximadamente (Lliboutry 1955). Esto dejaba en descubierto que el área de mayor extensión en donde se debería avocar la investigación "en la zona limítrofe internacional cordillerana, principalmente con Bolivia y Argentina".

Luego de esto, se procedió a identificar todas las elevaciones, llámese cerro, volcán o cordón montañoso que sobrepasara los 5200 m.s.n.m, y centrar la atención en ellos.

UTILIZACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Ya delimitada el área, se procedió a seleccionar el material aerofotogramétrico correspondiente, acción que se realizó mediante la utilización de la línea de vuelo correspondiente a la fecha y a la latitud. Luego, se procedió a elegir las aerofotografías pertenecientes a los sectores de interés, seleccionando a lo menos tres fotografías del mismo vuelo, acción realizada con el propósito de facilitar el trabajo de estereoscopia posteriormente. Una vez hecha la selección, se procedió a delimitar dentro de la fotografía aérea, todo el sector que se pensaba que correspondería a glaciar, dejando fuera todo el margen que correspondiera a nieve, por ser este último, intrascendente para la investigación, y los resultados finales. Hay que considerar que este procedimiento fue aplicado en todas las regiones comprendidas entre los 18°

¹ Grupo de elementos físicos que conforman un ambiente y que se relacionan entre sí. Ej Clima, Geomorfología, hidrología, vegetación.

hasta los 32° de latitud sur.

Teniendo el glaciar delimitado en la fotografía aérea se procedió ,posteriormente a llevarlo a la carta topográfica mediante métodos de corrección grafica, (comparando distancias DENTRO DE LA FOTOGRAFIA AEREA Y LA CARTA TOPOGRÁFICA, HASTA ENCONTRAR PUNTOS COMUNES QUE SIRVIERAN DE REFERENCIA)

DIGITALIZACIÓN Y CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS

La localización exacta del glaciar en la carta topográfica fue el principio necesario para pasar a la segunda etapa, la cual consistió en el proceso de digitalización de la imagen, acción que se llevo a cabo mediante la utilización del programa Arc info, que en estos casos permiten traspasar una imagen diseñada en un papel, a un formato digital, para luego procesarla mediante el programa arc view. Teniendo la imagen bajo un formato digital, se procedió a interpretarla y corregirla según sea el caso, para después proceder a la utilización de esta, para el cálculo de aspectos geométricos del polígono(glaciar) área, perímetro, alturas medias mínimas y máximas, además del cálculo de la zona más alta del glaciar, como también la más bajas, calculando mediante esto, la extensión completa del glaciar.

Por último, se llevo a cabo, la corrección final o georreferenciación de la imagen digitalizada, mediante la superposición de la carta de isolíneas (Curvas de nivel) y el glaciar anteriormente digitalizado, dando como producto final una carta topográfica georreferenciada, en la cual se detallan todos los aspectos concernientes al estado de la línea de nieve para cada región, y por sobre todo, la localización exacta de la masa glaciar. Considerando la trascendencia que podría tener este trabajo a futuro, para su confección se procedió tomando en cuenta las normas internacionales redactadas por los organismos como la UNESCO, en donde las variables como, extensión lateral, extensión frontal tipo de zona de ablación y forma en general del glaciar deben ser tomadas en

cuenta a la hora de realizar un inventario, sobretodo en una zona en donde la investigación de estas formas, hasta el momento, había sido escasa.

Pasos metodológicos

- 1)-Recopilación de información en el Instituto Geográfico Militar (cartografía), Centro de Información de Recurso Hídrico (cartografía y fotografías aéreas) S.A.F (líneas de vuelo y fotografías aéreas). Además de información bibliográfica teórica.
- 2)-Ubicación, de los glaciares consignados en el inventario de **GARIN (1986)**, los cuales fueron directamente identificados por medio de números.
- 3)-Corroboración de la ubicación de estos glaciares en cada una de las regiones.
- 4)-Mediante el criterio de la altura mínima de la línea de nieves entre los 18ª y 32ª latitud sur, se procedió a investigar todas aquellas cotas que sobrepasaran los 5270 mts. de altura.
- 5)-Confirmación mediante la fotografía aérea de la existencia de glaciares sobre las cotas antes mencionadas mediante la Utilización de estereoscopio.

Georreferenciación

- Delimitación en la fotografía aérea del glaciar.
- Traspaso de esta información a la cartografía 1:50000.
- Digitalización mediante el software (**ARC INFO**).
- Superposición de la superficie topográfica del lugar con la del glaciar.
- Generación de coordenadas del glaciar mediante comando Arc Info, tomando como referencia el punto central del glaciar.

-Mediciones con respecto a la geometría del glacial (longitud, área, exposición)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es indudable el avance que a experimentado el estudio de glaciares dentro de la última década, destacando el aporte realizado por Andrés Rivera, y el laboratorio de glaciología de la Universidad de Chile, siendo esta última una de las pioneras en cuanto al aporte de material científico extraído de terreno, y que a ayudado a comprender el comportamiento de estas grandes masas de hielo perenne. Pero tampoco hay que desconocer el aporte realizado por universidades europeas y japonesas las cuales han intercambiado información sobre el tema, manteniendo un contacto permanente y fluido con las instituciones Chilenas preocupadas del tema.

Tomando en cuenta lo anterior, y resaltando el avance en cuanto a la confección de inventarios, la zona norte, comprendida entre los 18° y 32° de latitud sur se fue quedando atrás. La Dirección General de Aguas, preocupada del tema, en la década de los 80' solicitó la confección de un inventario de glaciares entre los grados de latitud anteriormente señalados. Esto último se enmarca en el **“reglamento del catastro público de aguas”**, Correspondiente a la ley n° 15.840, orgánica del Ministerio de Obras Públicas: Dispuesto en los artículos 122, 150 inciso 2°, 299 letras a) Y b) Y 300 letra f del código de aguas.

Dentro de lo cual, en el **artículo 23, de este código**, dice lo siguiente:

“En el inventario público de cuencas hidrográficas, Glaciares y Lagos se anotara toda la información relativa a los diversas cuencas hidrográficas del país, y que no se encuentren registradas en los otros registros, inventarios o archivos contemplados en el presente reglamento.”

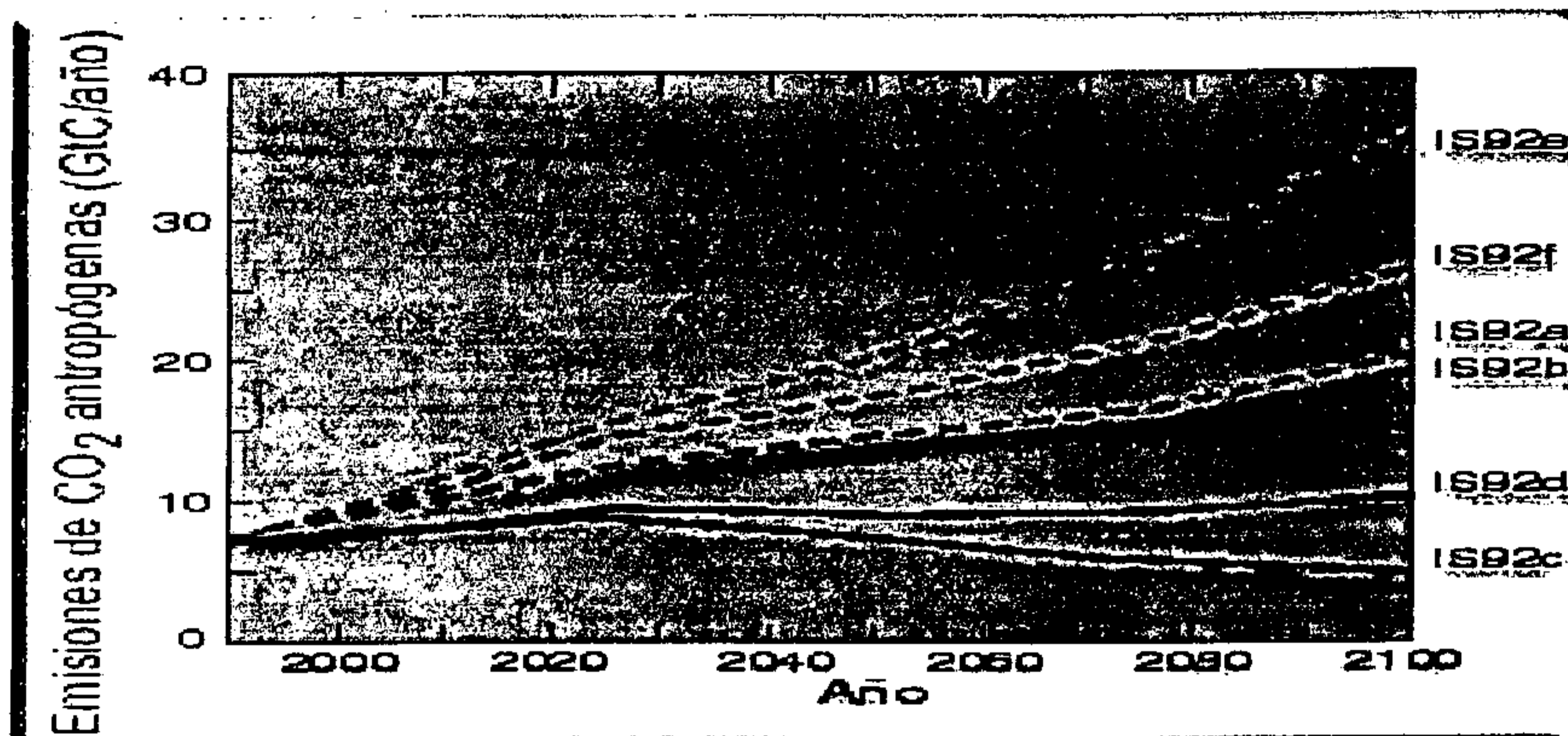
Fuente: REGLAMENTO DEL CATASTRO PÚBLICO DE AGUAS

-Bajo esta indicación, se llevó a cabo la confección del primer inventario de glaciares entre los 18° y 32° de latitud y su posterior actualización, que es el informe que aquí se presenta. El resultado del primer informe contenía una serie de imprecisiones, que van desde un problema netamente conceptual, hasta errores de cálculo.

Dentro de lo primero, se cuenta la constante confusión entre glaciar y un planchón denso de nieve, que era lo más común. También en la tabla final anexa, se hacía referencia a 94 formas, no identificando en ella cuantas correspondían a glaciares, glaciaretos y planchones de nieve. En cuanto a los errores de cálculo, el área de los glaciares, alturas máximas y mínimas.

Sin embargo, es importante destacar que la información recogida en este primer inventario, considerando lo rústico de los instrumentos utilizados, sirvió como primera aproximación al estudio de los glaciares en el norte de Chile.

Entre los 18° y 32° de latitud sur, los glaciares tienen superficies que no sobrepasan los 1,5 kilómetros cuadrados. Son muy pequeños, lo que obliga a mantener un monitoreo constante, cada año como mínimo. La información que se tiene a disposición, ya tiene un tiempo considerable, el material fotográfico disponible, tanto como las cartas topográficas no están en su totalidad, imposibilitando la obtención de información mediante estos métodos de algunas zonas cordilleranas del país (principalmente del norte). El problema del aumento de la temperatura promedio en las últimas décadas en el planeta producto del efecto invernadero ha provocado un retroceso sostenido en el tiempo de la masa glaciar mundial, no observándose una recuperación por lo menos en un plazo cercano. Es por eso que la necesidad de mantener en monitoreo durante plazos razonables de tiempo debiera ser una prioridad.



Este recuadro muestra el aumento sostenido del CO2 ANTROPOGENO — — que se libera a la atmósfera, formando esto, parte del aumento de los gases invernadero que son los culpables de elevar la temperatura de la tierra y por ende, acelerar el proceso de fusión de las nieves.

Fuente:
Greenpeace

En Chile se han inventariado hasta 1999, 1.751 glaciares, con una superficie total de 22,066 km.2. Estos inventarios han sido encargados principalmente por la Dirección General de Aguas y abarcan principalmente el centro del país.

En la zona central del país existe una mayor superficie cubierta por hielo, destacando la cuenca del Maipo, donde hay mas de 420 km.2 de glaciares. El derretimiento de estos glaciares ha sido de vital importancia para la mantención de los caudales en periodos secos de verano, representando el aporte glaciar, desde un tercio hasta el 67% DEL CAUDAL DEL RIO MAIPO, en meses de sequía (PEÑA Y NAZARALA, 1987).

En Chile Central solo falta inventariar la cuenca del río Itata, donde se estima que existen cerca de 15km.2 de hielo. El resto del país posee inventarios detallados de glaciares descubiertos, pero no de glaciares de roca (MARANGUNIC 1979). Estos glaciares tendrían especial importancia en el norte Chico y en la cuenca del Aconcagua (CORTE 1998).

Chile central tiene importantes porcentajes de glaciares rocosos, generados

por derrumbes laterales, incorporando material morrenico y regeneración de lenguas terminales (**VALDIVIA 1984 ; RIVERA 1989**).

Ente las cuencas del Mataquito y Petrohué, la superficie de glaciares tiende a disminuir con respecto de Chile central, debido a la menor altura de la cordillera andina. Destaca en esta región, el problema de riesgo potencial que presenta la existencia de grandes casquetes de hielo sobre conos volcánicos activos, por la posibilidad de ocurrencia de lahares, tal como ocurrió en la ultima explosión del volcán Llaima (**RIVERA 1989**).

En las primeras cuatro regiones del norte del país, donde el área englaciada es reducida, el inventario fue realizado por (GARIN 1987)

No obstante, el avance en el catastro de glaciares experimentado durante la ultima década aun falta por inventariar gran parte del país (**CASSASA 1998**), además se hace necesaria una revisión de los inventarios realizados sobre todo, antes de 1990, debido a las imprecisiones que estos pueden contener, mejorando los criterios de análisis y por sobre todo, entregar un material cartográfico que refleje fielmente la realidad.

Es por eso, que este trabajo enfocará su campo de acción, a la de reformular el inventario de glaciares existentes desde los 18° A LOS 32° de latitud sur, confeccionado para la Dirección General de Aguas (**GARÍN 1986**), incluyendo un material cartográfico digital, que permite una precisión más acorde con los tiempos actuales. Se incluirá además el número de glaciares existents entre el área anteriormente descrita, incluyendo para cada caso una ficha, que refleje el estado actual del recurso glacial por región.

OBJETIVO GENERAL

“Confeción del inventario de glaciares entre los 18° y 32° de latitud sur (I A IV REGION)”

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Mejorar y complementar la información existente hasta el momento acerca del estado de los glaciares entre la Primera y Quinta región.

Precisar, mediante las herramientas de información geográfica(SIG) actuales la localización de las formas englaciadas que se encuentren dentro del área de estudio.

Calcular de manera precisa, los aspectos referidos a la geometría del glaciar (área, perímetro ,alturas mínimas, máximas ancho y largo promedio etc.).

Limitaciones del trabajo

La falta de material cartográfico de las zonas cordilleranas ubicadas al norte de los 19° de latitud sur.(Estas cartas están imposibilitadas de ser consultadas por el publico externo al Instituto Geográfico militar)

La falta de fotografías aéreas del sector de estudio, de lo cual se desprende además, la antigüedad de estas(1955) en su gran mayoría.

Ausencia de reconocimiento en terreno

MARCO TEORICO

Una de las primeras aproximaciones a la definición de glacial, la hace (Lliboutry1956:115) quien dice que glaciar es ***“toda masa de hielo perenne, formada por acumulaciones de nieve, cualquiera sean sus dimensiones y***

formas, teniendo un flujo de reptación debido a su propio peso hacia alturas inferiores”.

Posteriormente, se fueron dando otras definiciones en términos mas prácticos pero demasiados generales, es así, como (STRAHEL 1978:357), determina que los glaciares son **“grandes acumulaciones naturales de hielo, situadas en tierra firme ,y afectada por movimientos pasados y presentes”.**

(MARANGUNIC1979:9) Hace hincapié en lo difícil que resulta definir el concepto de glaciar, debido a ciertas propiedades que se traslapan ya con densidades de tipo nival y no solo de hielo propiamente tal. Es por eso que el autor advierte lo siguiente:

- 1.-Incluso la nieve invernal o estacional muestra propiedades de flujo
- 2.-Glaciares anteriormente activos pueden estancarse y cesar en su evidencia de flujo.
- 3.-Pueden existir masas de hielo perenne ,de dimensiones importantes, pero que no evidencian propiedades de flujo.
- 4.-Acumulaciones de hielo perenne alimentado por avalanchas desde glaciares activos colgantes, frecuentemente muestran poco movimiento.

Esta última definición, sería la más completa y por ende, la que guió el presente estudio

CLASIFICACION DE GLACIARES.

1) Según forma.

1a) Glaciares de piedmont: Son glaciares enclavados en la cordillera pero cuya alimentación es suficientemente abundante como para permitir que una lengua penetre el piedmont, derramando su caudal de hielo, en forma de

abanico divergente.

Se distinguen las siguientes partes:

1.-Parte superior constituida por un laberinto de canales y valles, a veces anastomosados, que desembocan en una cuenca o circo.

2.-La lengua propiamente dicha, encauza en un valle, con distintas longitudes.

3.-El lóbulo (pie expandido), que es su elemento característico, el cual sale de la montaña y forma un semicírculo a la manera de un gran cono de deyección.

Estos glaciares implican una alimentación abundante. Sus curvas hipsométricas muestran mayor caudal en la zona de ablación.

Esta categoría no se presenta en el área de estudio, sin embargo, fue la forma típica de los glaciares Cuaternarios que inundaron la depresión central, arrastrando sedimentos y socavando el fondo generando las cuencas lacustres.

1b) Islandis: Es una gran masa de hielo que cubre un continente, como Antártica, o grandes extensiones como Groenlandia e Islandia. Este tipo se caracteriza por ser activo en sus bordes pero pasivo en el centro. Son glaciares fríos y con escasa alimentación. En términos genéticos, obedece al fenómeno de autocatalisis, **que implica la generación de condiciones climáticas, centro de altas presiones y de bajísimas temperaturas, que permitió su formación y actual mantención**

1c) Glaciares de valle: Se caracteriza por tener una o más zonas de acumulación, ubicadas en subcuencas o circos, las cuales confluyen en un valle, más largo que ancho, el cual desagua el caudal. No posee lóbulos de derrame, su frente queda circunscrito al valle. La alimentación es más reducida que en caso anterior. A mayor alimentación mayor complejidad de su forma.

Recibe el nombre de glaciar alpino, por ser la forma típica de varios glaciares de los Alpes, partir de ellos se conceptualizó. Caso típico es el glaciar ALETSCHE.

1d) Glaciar de calota: Estos tienen importancia puesto que ocupan la cúspide de un centro montañoso. Estos glaciares tienen un abombamiento en la parte central, fruto de la acumulación y la topografía subyacente. La ablación se produce por los bordes, ya sea por el contorno en su conjunto o por medio de lenguas que penetran el valle. En este último caso, se habla de glaciares compuestos. Estas lenguas divergentes por lo general, obedecen a un flujo radial con eje en la cúspide de la topografía dominante.

1e) Glaciares de entorno convergente: Son aquellos que ocupan una depresión topográfica, rodeada de un cordón montañoso, que impide la evacuación superficial del hielo acumulado, el cual fluye hacia el centro de la depresión y pierde masa.

1f) Glaciares de montaña: Definidos como glaciares localizados en las partes altas de la cordillera, con formas variables, asimilables en la mayoría de los casos a glaciares de circo con lengua evacuadora pequeña, o frente desprendente, debido a un quiebre de pendiente. Su zona de acumulación es bien definida.

2) Según estado físico

Lo esencial es la temperatura de la masa, que contribuye a controlar la evolución cristalográfica de la nieve en névée (neviza) y en glaciar.

Se distinguen tres categorías;

2a) Los glaciares fríos: Poseen una temperatura inferior a 0° C. En la zona de alimentación. La ablación es extremadamente escasa y solo se hace por sublimación. Al no existir fusión superficial, la diagenesis es lenta. Por lo

general de una onda fría congela el total de la masa durante el invierno, impidiendo el aumento de la temperatura en el verano, por sobre 0° C.

2b) Los glaciares templados: La temperatura promedio de la masa se corresponde con el punto de fusión, 0° C. En superficie y ligeramente bajo 0° C. en profundidad por efecto de la presión. La ablación estival es muy importante, al igual que la recongelación. ***Los glaciares que se encuentran en el área de estudio corresponderían a este tipo y al tipo fríos.***

2c) Los glaciares intermedios: Tienen temperaturas bajas en profundidad, más que en superficie, pero el calor estival permite solo la fusión parcial del hielo, pues no logra subir la temperatura hasta 0° C., desarticulando los efectos de la onda fría que afecta al glaciar en invierno **TRICART & CAILLEUX (1962).**

3) Según dinámica

3a) Glaciares activos: Con movimiento rápido, asegurándose la evacuación de rocas, la alimentación es buena y se da en una fase de progresión. Su balance de masa es positivo.

3b) Glaciares pasivos: Son aquellos que escurren lentamente. La evacuación de rocas y generación de morenas es dificultosa. Por lo general están en retroceso y tiene importancia morfológica, por formas de recesión y la construcción de formas donde el agua de fusión es el principal reordenado.

BALANCE TÉRMICO

La energía recibida por un campo de hielo, depende del espesor de aire atravesado, las condiciones de nubosidad, altitud del punto, ángulo zenital y elevación del sol sobre el horizonte.

La nieve absorbe una parte de esta radiación solar incidente, la cual se deduce de la ecuación de balance de radiación para un glaciar, según distintas

condiciones climáticas, en las que se encuentre. Varias ecuaciones se han determinado, más se recomienda en particular la revisión de los trabajos de Lliboutry 1965, Paterson 1983, y los resultados de la D.G.A para la Cordillera de los Andes, y la expedición japonesa al campo de hielo norte y sur de los años 1983-1984, en particular el trabajo de Kobayashi & Saito (1985), para el glaciar soler y en la expedición de 1985-1986, el trabajo de Fukami & Naruse 1987, para el mismo glaciar.

El albedo; Porcentaje de radiación incidente que es reflejada a la atmósfera, es un elemento vital para cualquier estudio de balance térmico. El glaciar recibe la fracción (1- ALBEDO), de la radiación que llega a su superficie. El nivel de rechazo que tenga el glaciar, o de reflectancia dependerá del color superficial, estructura cristalina, características físico-químicas del entorno y composición litológica de las rocas presentes, sobre el glaciar o en sus márgenes. Lo principal es la calidad de la nieve y su estado superficial.

TIPO DE NIEVE	ALBEDO
Nieve fresca o escamosa	0,88 - 0,81
Nieve vieja seca	0,81 - 0,65
Nieve de fusión	0,65 - 0,52
Hielo	0,50 - 0,43
Nieve o hielo cubierto de impurezas	0,45 - 0,30

Fuente: Lliboutry (1956 ,69)

DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EXISTENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Chile se extiende entre los 17° 30'S y el polo sur, esto es, se reparte fundamentalmente sobre las zonas templadas y polar del hemisferio sur, ubicando una menor porción de su territorio en la zona intertropical (Extensión aproximada a 700 Km. De longitud localizada entre el limite norte (I y los 23° 30' de latitud sur). La zona que comprende parte de la III Y IV región representaría una zona de semiárido caracterizada por la disminución de la

nubosidad y las precipitaciones (norte grande y chico).

Las latitudes septentrionales están bajo la acción de flujos del ESTE, el desierto de la depresión pampina y la Cordillera de los Andes deberían ser alcanzados por los efectos de las masas de aire portadoras de nubes y precipitaciones localizadas al interior del continente. Sin embargo, la altura y coherencia del relieve andino constituyen una barrera de orientación longitudinal prácticamente infranqueable. Las masas de aire provenientes del ESTE deberían elevarse por sobre los 4000mt. Para salvar las alturas y descender luego, por mas de 2000mt. Hacia la depresión intermedia. En tal caso, aun estando en sus orígenes saturada de humedad en su descenso aumentaría adiabaticamente su temperatura entre 10° y 30° C, por lo que su humedad relativa disminuiría por debajo del 30% y su déficit de saturación alcanzaría a 30Gr./m³. Este déficit, que imposibilita las precipitaciones sobre sus áreas de influencia, se agudiza, según WEISCHET(1966), en el periodo de lluvias en los trópicos cuando por sobre los 4000mt. no contiene los 9 Gr./m³ de agua necesario para su saturación. Para este mismo autor, cuando el aire proviene del altiplano se mantiene en altura en su desplazamiento hacia el W, puede precipitar a partir de las capas mas elevadas. Si bien esta alternativa provoca realmente lluvias, su caída vertical por mas de 3000mt. En una atmósfera extremadamente seca, provocaría su evaporación antes de alcanzar el suelo. Este sector se encuentra sometido a las lluvias de verano, provocadas por la convección estival de masas de aire provenientes del interior del continente y que logran sobrepasar, a través de los portezuelos las enormes cordilleras. Este fenómeno se conoce vulgarmente como **(INVIERNO BOLIVIANO)**. TalJaar (1972 ,102)

EL SECTOR Y SU RELACION CON LAS CELULAS DE PRESIÓN

La zona de estudio se encuentra afectada por superficies de altas presiones subtropicales de carácter semipermanente, que influye en el norte y la zona de

altas presiones polares que se localiza sobre el continente antártico, originándose masas de aire frío hacia el norte.

La máxima frecuencia anticiclónica se localiza entre los 23° y 42°S distinguidos por (TALJAAR 1972). Los climas con influencia anticiclónica cálidos predominantes durante la mayor parte del año, están localizados entre el límite NORTE de Chile y los 27° S

EL SECTOR Y LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES

La distribución de las lluvias anuales se presenta en primer lugar, un núcleo árido anticiclónico, que ocupa una extensa área de precipitaciones inferiores a 10mm./año y que, como se ha indicado, registra en su interior valores aun menores. La más significativa modificación, es el incremento de las lluvias hasta más de 300mm. Que ocurre hacia el altiplano, en una forma longitudinal correspondiente con el aumento y ordenamiento de la altura de los relieves y sometido al influjo del INVIERNO BOLIVIANO (TALJAAR 1972).

I REGION

Considerando las limitaciones en cuanto a la información disponible, la cual, por distintas circunstancias no fue posible recabar, se logró identificar un total de 4 glaciares o remanentes de antiguos glaciares los cuales se ubicarían en la zona fronteriza con Bolivia. Se estima que corresponderían a remanentes de otro sistema glaciar, el cual fue retrocediendo hasta encontrarse en la expresión que se representa a continuación.

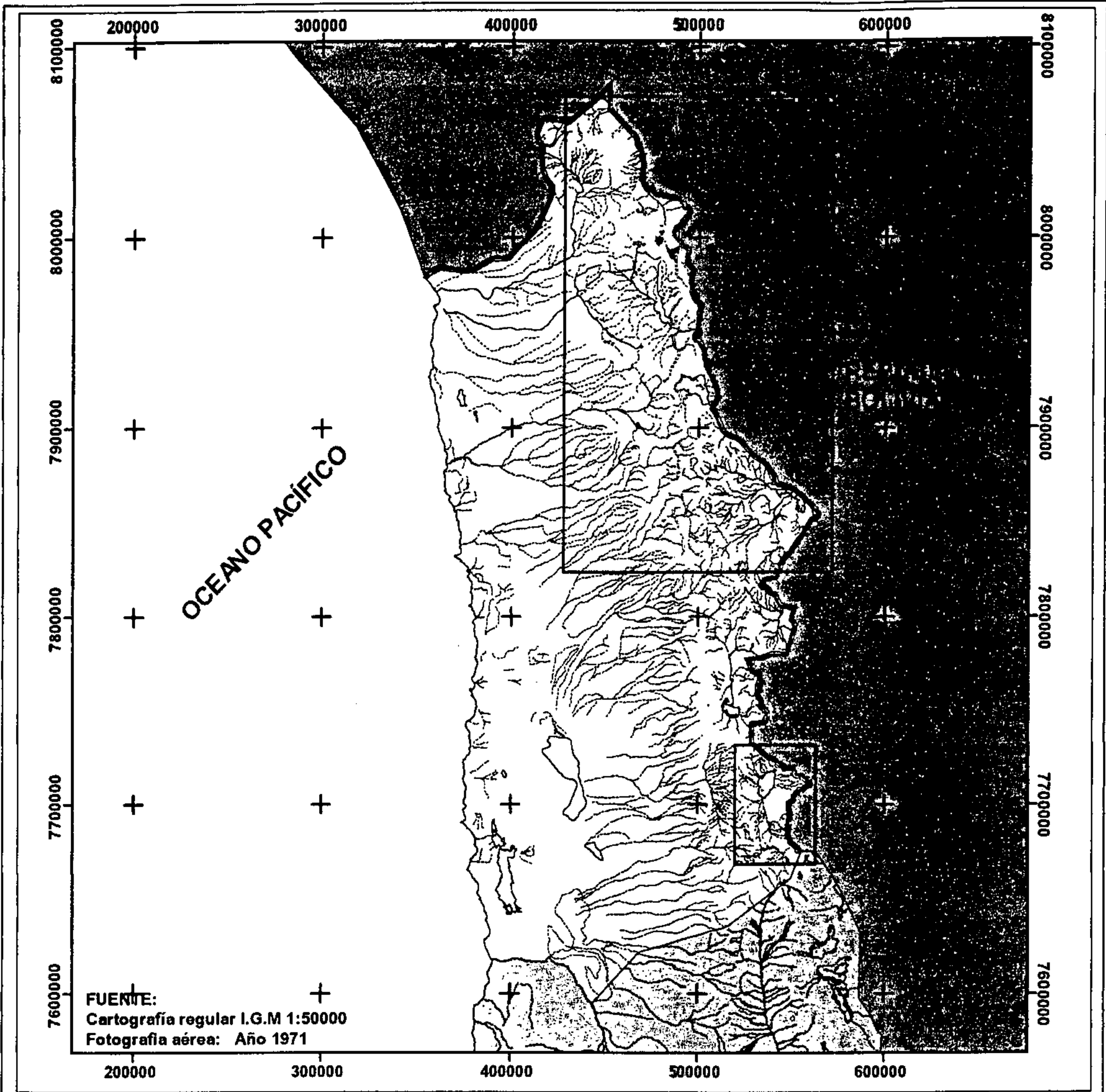
La I región contiene un **15.38%** de la masa glaciar identificada en este trabajo, lo que correspondería al **23%** del área total englaciada ubicada entre los 18° y 32° de latitud sur. *(ver figura al reverso)*

-Vale consignar que se pudo comprobar la existencia de pequeños glaciares desde los 18°45', pero como fue imposible la obtención del material, se consideró pertinente considerar esta área como sector sin información, teniendo que inventariar el sector ubicado desde los 19° al sur aproximadamente, con el fin de mantener la seriedad que el trabajo se merecía, y esperando que en tiempos posteriores, sea posible inventariar esta zona.

Cuadro resumen :

fuente: Elaboración propia

GLACIAR	UTM N	UTM E	COD. CUENCA	AREA (Km2)
Toroni-Sillaguay (3 GLAC.)	7816130	531432	1041	4,1
Cerro Quimsachata	7816000	531500	1042	1,1



LEYENDA

- Límite internacional
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Sector sin informacion
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

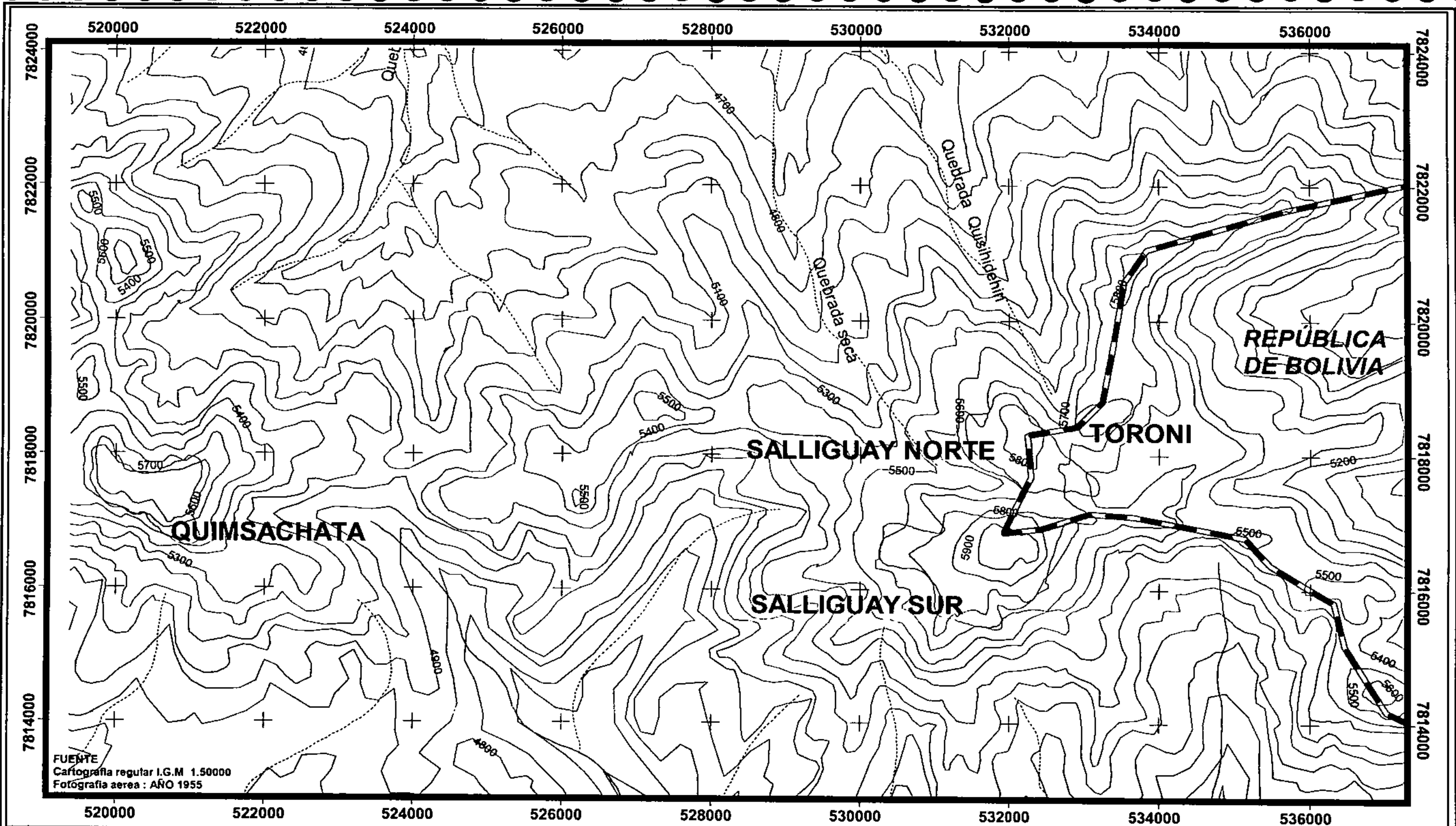
PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56 HUSO: 19

REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares entre los 18° y 32° de Latitud Sur"
 (SECTORES SIN INFORMACIÓN)

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
N° DEL PLANO 0- 10	ESCALA 1:3.000.000	AÑO: 2002

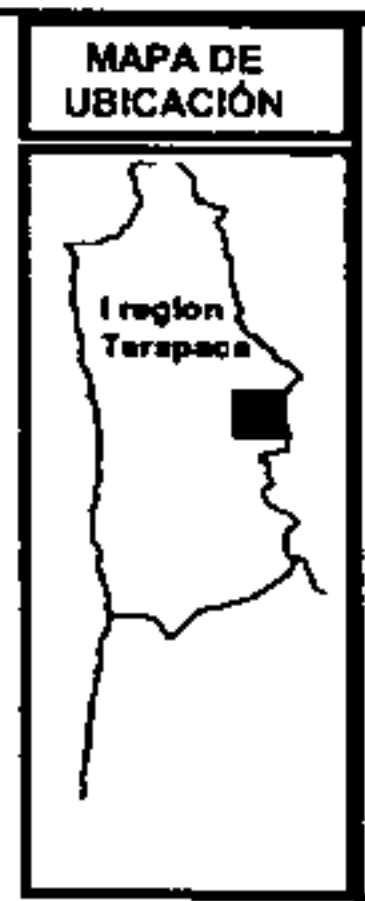


LEYENDA

LIMITE INTERNACIONAL	CURVAS DE NIVEL
GLACIARES	QUEBRADAS
LAGUNAS, EMBALSES	CANALES
SALARES	RIOS
	ESTEROS

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator DATUM: PSAD56 HUSO: 19

0.8 0 0.8 1.6 Km.



REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares ,entre los 18° y 32° de latitud sur "

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS: Ing. Humberto Peña	JEFE DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G	ESCALA: 1:75000	N°DEL PLANO : 1-10	AÑO: 2002
--	--	-----------------	--------------------	-----------------------	--------------

II REGION

-La Segunda región de Antofagasta es la que representa el menor porcentaje de área englaciada con respecto al total de glaciares inventariados. El **3.8%** del total inventariado corresponde a la segunda región, lo que correspondería al **2.4%** del área total inventariada. *(ver figura al reverso)*

El volcán LLULLAILLACO representaría el único glaciar, que es de tipo radial. Vale consignar que se identificaron una cantidad significativa de sectores nevados los cuales no corresponderían glaciares en una primera apreciación. Por su puesto no fueron considerados en el total ya que inventariarlos no era un objetivo del presente trabajo.

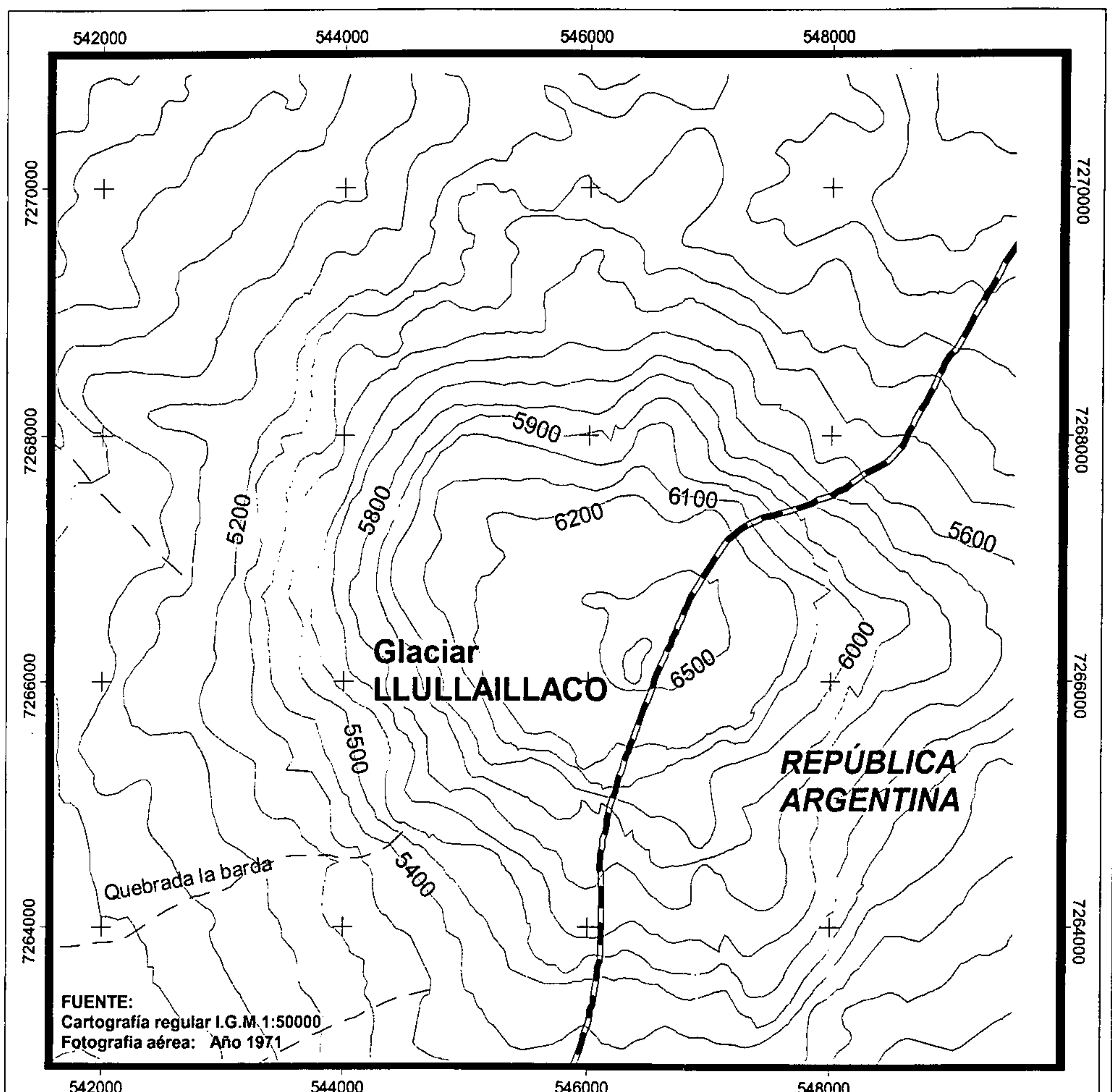
Por último, y como trabajo a futuro, sería importante considerar que, tanto la Primera como la Segunda región son las que están más expuesta a las anomalías climáticas convectivas de verano "INVIERNO BOLIVIANO", así que la importancia de este fenómeno que afecta principalmente al norte grande, es fundamental para explicar los cambios y variaciones en los niveles de ablación y acumulación que presentan estos glaciares durante los últimos cientos de años.

Cuadro resumen:

GLACIAR	UTM N	UTM E	COD.CUENCA	AREA (Km2)
Cerro Llullaillaco	7266229	546613	2650	0,55

Fuente : Elaboración propia

-Este cuadro resumen, sólo representa una parte de los datos obtenidos en el trabajo, los cuales se detallaran como datos en la parte final como anexos.-



FUENTE:
 Cartografía regular I.G.M 1:50000
 Fotografía aérea: Año 1971


LEYENDA

- Límite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas


PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56 HUSO: 19
 0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.

MAPA DE UBICACION

II REGION ANTOFAGASTA



REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
N° DEL PLANO 2- 10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002

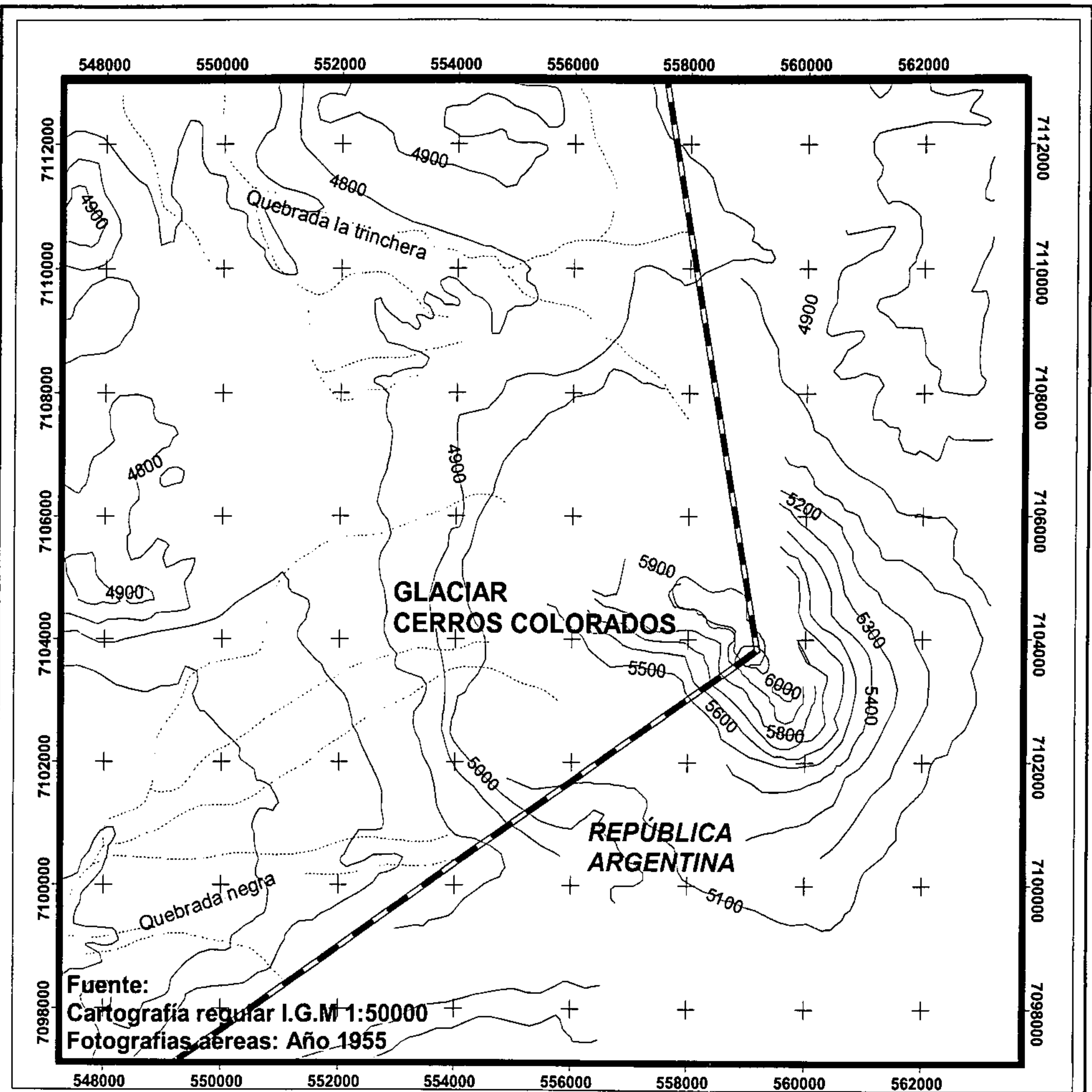
III REGION

En términos generales, se esta frente a la zona correspondiente al inventario, en donde el porcentaje, tanto de área englacada como el n° de glaciares es el mayor que se halla identificado (*ver figuras al reverso*). Es cierto además, que son glaciares que se encuentran a muy poca distancia unos de otros, lo que haría presumir que también correspondió en otro tiempo a un gran complejo glaciar, destacando entre ellos los sectores de; **Cerro Tronquito, Nevado Tres Cruces, y el conjunto más grande de pequeños glaciares(6),ubicados en el sector de Cerro Cantaritos .**

-Con respecto al porcentaje total de glaciares inventariados en este trabajo, la III REGION representaría el 73% del total y en cuanto al área englacada, tendría a su haber el 68.1 del total inventariado.

Cuadro resumen: GLACIAR	UTM N	UTM E	COD.CUENCA	AREA (Km2)
Nevado juncalito	7065025	523910	3022	0,04
Cerro tridente 1	7093173	544643	3012	0,1
Cerro tridente 2	7092973	543839	3012	0,05
Cerros de Tocarपुरi	7520610	613218	2510	0,5
Cerros colorados	7105509	561651	3010	0,83
Cerro tridente	7072540	538212	3012	0,98
Nevado tres cruces alfa	7006266	522812	3030	0,36
Nevado tres cruces beta	7005230	521208	3030	0,8
nevado tres cruces gama	7002838	522947	3030	0,3
Cerro nevado alfa	6755144	400645	4302	0,2
Cerro nevado beta	6753268	400637	4302	1,09
Cerro nevado gama	6752415	401144	4302	0,6
Cerro nevado epsilon	6751570	401153	4302	0,2
Cerro tronquitos	6843621	428879	3800	5,5
Cerro los cuyanos	6840902	430508	3800	1,4
Cerro cantaritos alfa	6836402	426341	3800	0,5
Cerro cantaritos beta	6834690	426077	3800	0,3
Cerro cantaritos gama	6833732	425910	3800	0,6
Cerro cantaritos omega	6832535	425192	3800	0,5
Cerro cantaritos teta	6832079	424186	3800	0,2
Cerro cantaritos epsilon	6834342	424749	3800	0,1

Fuente : Elaboración propia



Fuente:
 Cartografía regular I.G.M 1:50000
 Fotografías aéreas: Año 1955

LEYENDA

- límite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km

MAPA DE UBICACION

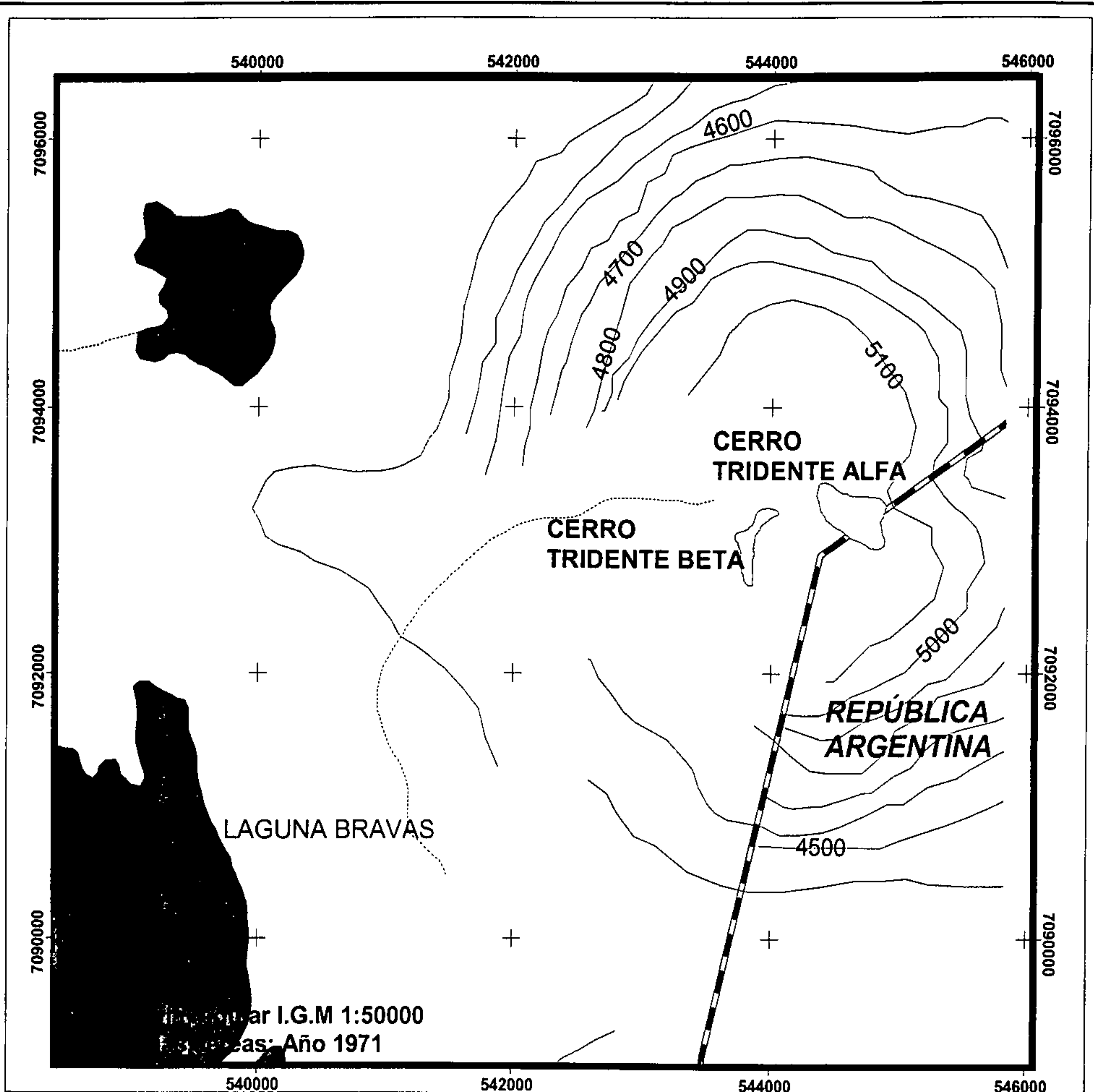
III REGION
Copiapo

REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
Nº DEL PLANO 3-10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002



LEYENDA

- límite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56 HUSO: 19

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.

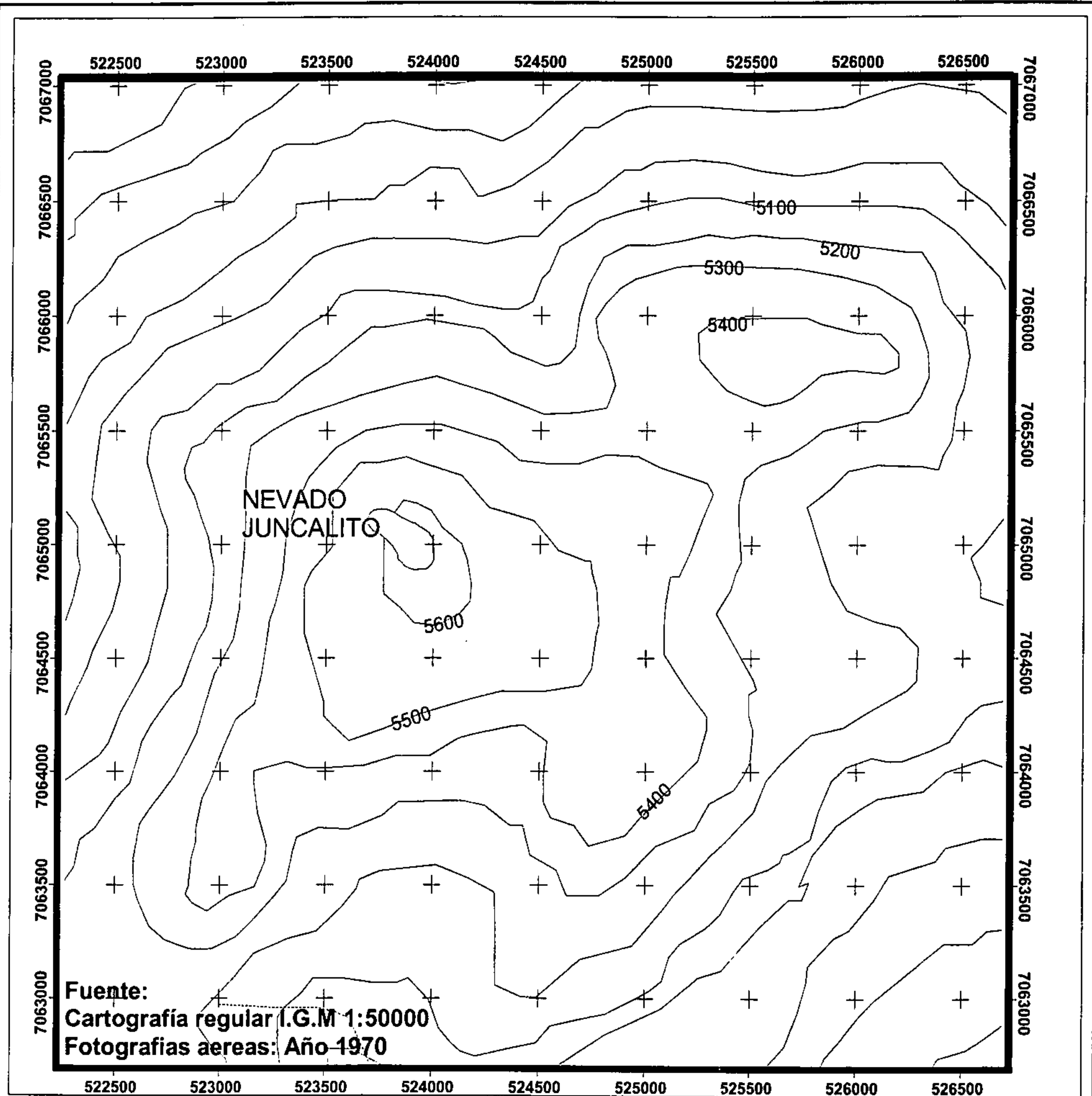
MAPA DE UBICACION

III REGION
Copiapo

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur "

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
Nº DEL PLANO 4-10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002



Fuente:
 Cartografía regular I.G.M 1:50000
 Fotografías aéreas: Año 1970

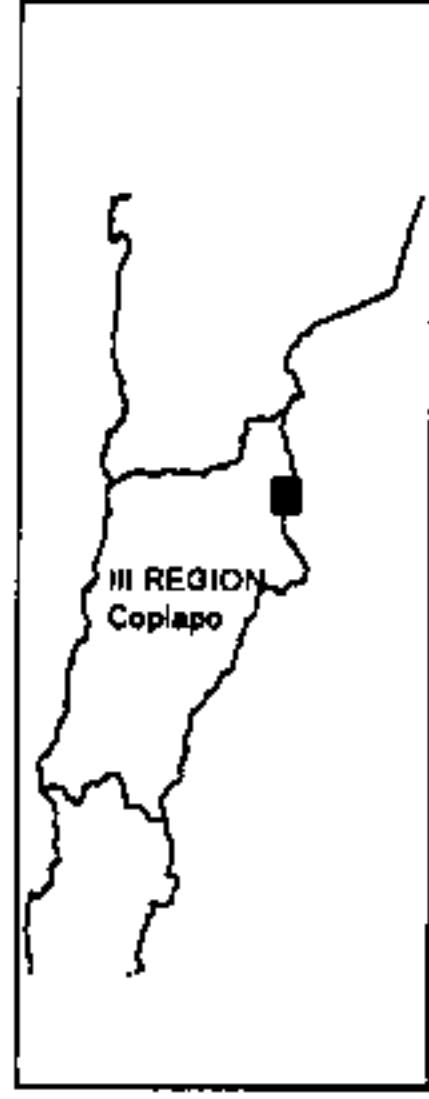
LEYENDA



- limite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.

MAPA DE UBICACION

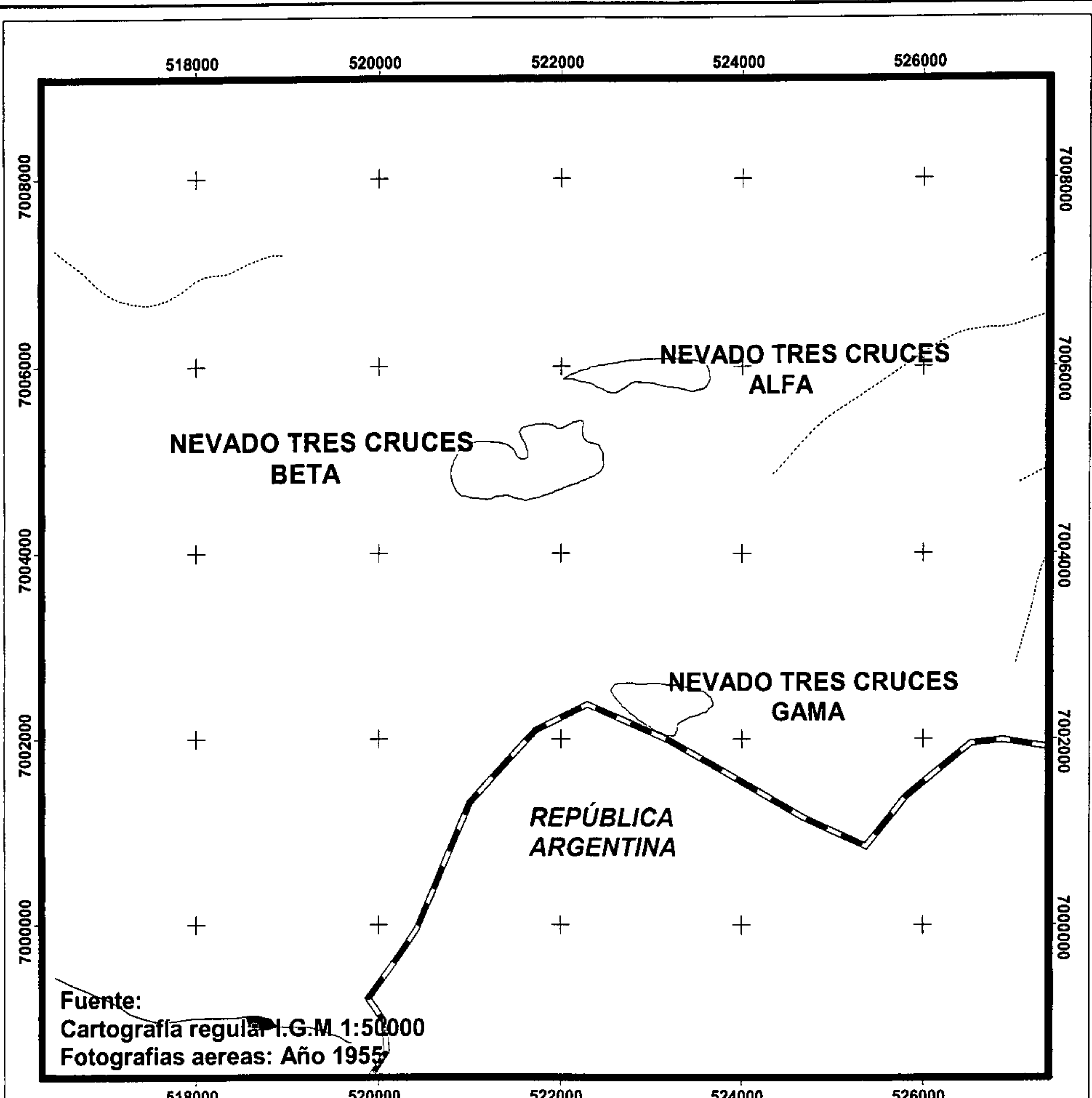



REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS


DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
N° DEL PLANO 5-10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002



LEYENDA

- limite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56

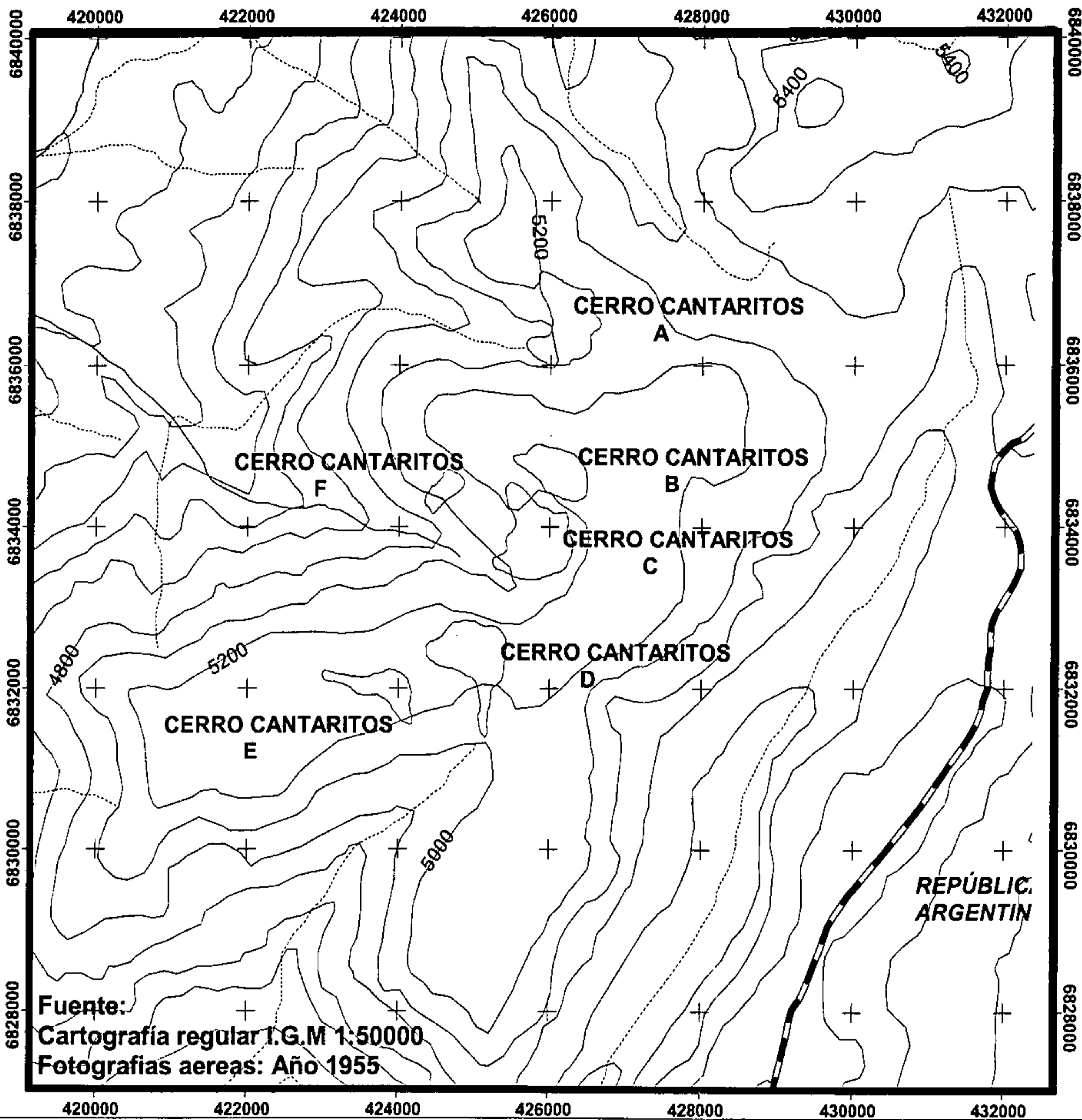
0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.




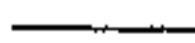

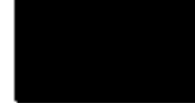






REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
N° DEL PLANO 6-10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002



LEYENDA

-  limite internacional
-  Curvas de nivel
-  GLACIAR
-  Lagunas, Embalses
-  Salares
-  Ríos
-  Esteros
-  Canales
-  Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56 HUSO: 19

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.

MAPA DE UBICACION



REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

Ing. Humberto Peña

JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION

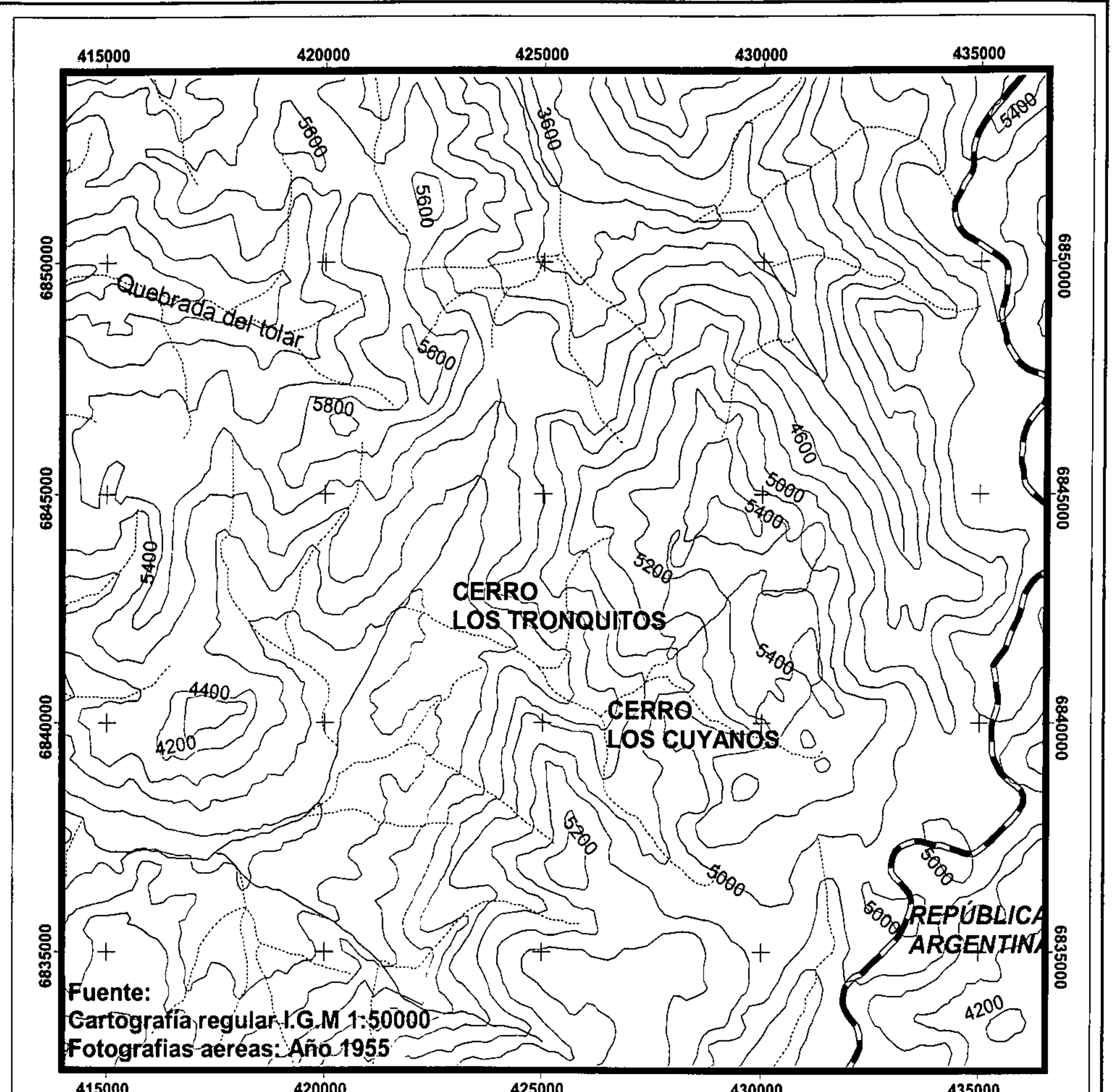
Ing. Carlos Salazar

UNIDAD S.I.G

N° DEL PLANO 7-10

ESCALA 1:50.000

AÑO: 2002



Fuente:
 Cartografía regular I.G.M 1:50000
 Fotografías aéreas: Año 1955

LEYENDA

- limite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.

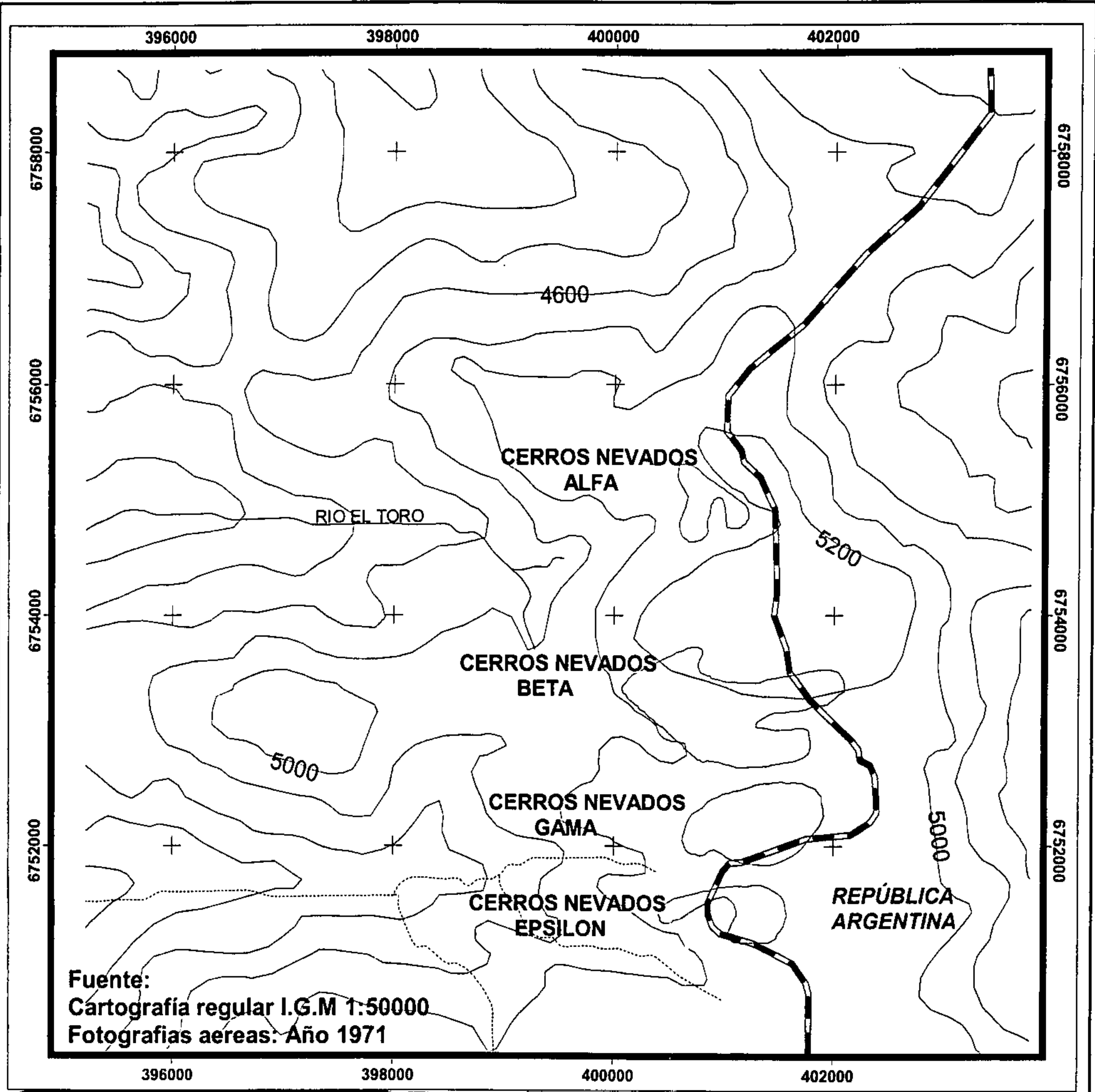
MAPA DE UBICACION

III REGION
Copiapo

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
N° DEL PLANO 8-10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002



LEYENDA

- límite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
DATUM: PSAD56

0.4 0 0.4 0.8 1.2 Km.

MAPA DE UBICACION

III REGION
Copaipo

REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Ing. Humberto Peña	JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION Ing. Carlos Salazar	UNIDAD S.I.G
N° DEL PLANO 9-10	ESCALA 1:50.000	AÑO: 2002

IV REGION

El N° de glaciares en la cuarta región corresponde al **7.6%** del total de glaciares inventariados, mientras que el área englaciada correspondería al **6.2%** del total. *(ver figura al reverso)*.

Del total, no se incluye el Cerro Tapado, el cual correspondería un glaciar ubicado en esta región (debido a la falta de material aerofotogramétrico).

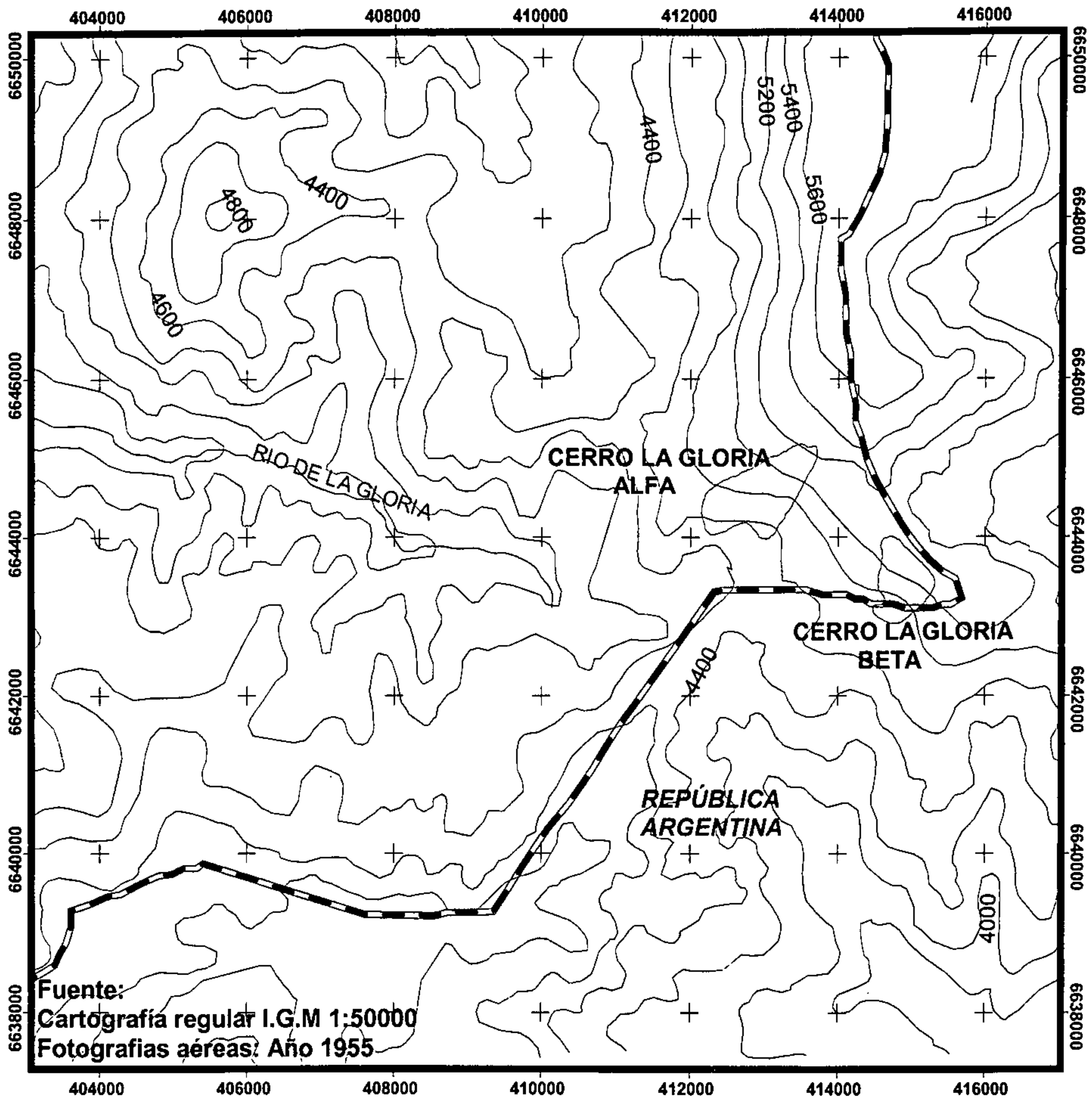
A pesar de aquella dificultad fue posible identificar dos formas glaciares, una junta a la otra, localizadas en el **Cerro Gloria**, los cuales forman parte de la misma cuenca hidrográfica, siendo probablemente remanentes, como en los casos anteriores, de antiguos glaciares.

CUADRO RESUMEN:

GLACIAR	UTM N	UTM E	COD.CUENCA	AREA (Km2)
Glaciar gloria alfa	6643570	411830	4300	0,9
Glaciar gloria beta	6642526	413621	4300	0,5

Fuente : Elaboración propia

La cuarta región en su conjunto, más específicamente en la zona cordillerana, cuenta con un gran número de neveros, los cuales no se incluyeron, por no ser parte del objetivo central del trabajo. Además se presume la existencia de variados glaciares rocosos, los cuales son difíciles de apreciar en foto aérea, por lo cual la necesidad de ir a terreno se hace primordial, así como la necesidad de localizarlos de manera precisa.



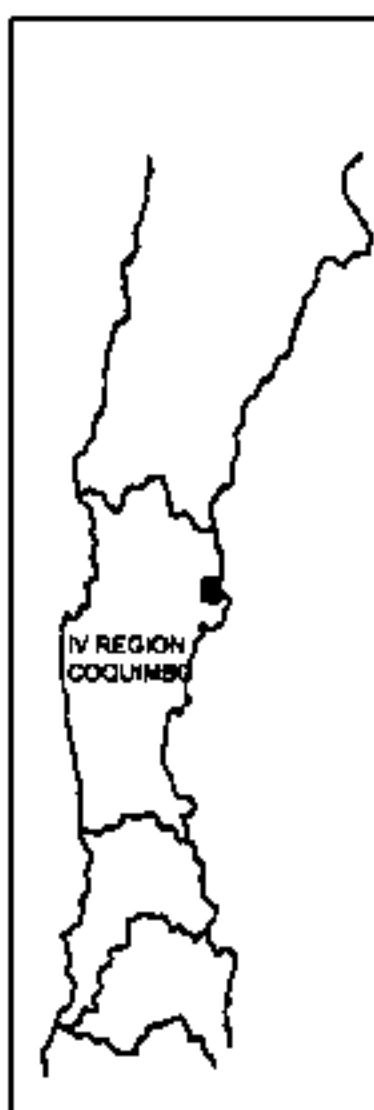
LEYENDA

- límite internacional
- Curvas de nivel
- GLACIAR
- Lagunas, Embalses
- Salares
- Ríos
- Esteros
- Canales
- Quebradas

PROYECCION: Universal Transversal de Mercator
 DATUM: PSAD56 HUSO: 19



MAPA DE UBICACION



REPÚBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS



DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

"Inventario de glaciares, entre los 18° y 32° de Latitud Sur"

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

Ing. Humberto Peña

JEFE DEPTO. ESTUDIOS Y PLANIFICACION

Ing. Carlos Salazar

UNIDAD S.I.G

N° DEL PLANO 10-10

ESCALA 1:50.000

AÑO: 2002

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Los resultados que se han obtenido hasta ahora son en términos descriptivos, bastante satisfactorios, pensando en que, con la ayuda de herramientas como los sistemas de información geográfica el trabajo se facilita y por sobre todo, la obtención de los datos tales como (área, longitud alturas y posición) desde el polígono construido es mucho más precisa y de mejor calidad.

Entre los 18° y los 32° de latitud, se encontraron en total 26 glaciares, de los cuales el 15.38 % corresponden a masas glaciares de la Primera región, 3.8% a la Segunda región, el 73% a la Tercera región, y el 7.6% restante corresponden a glaciares de la Cuarta región.

Obtenidos estos resultados, es fácil apreciar que en la tercera región, es donde predominan los vestigios o remanentes de antiguos sistemas glaciares, mientras que en las otras regiones solo corresponden a pequeños remanentes (I Y II REGIONES), los cuales no representarían una dinámica importante debido a su condición, supuestamente, de glaciares fríos. En cuanto a la superficie total observada los resultados son los siguientes;

Del total de glaciares inventariados el área total cubierta por hielo perenne correspondería a 22,3 Km², desglosando de esto que la Primera región tendría el 23% del área total, la Segunda región el 2.4%. La tercera región con un 68.1%, y la cuarta región con un 6.2% del área total hasta ahora inventariada.

La zona norte de Chile, específicamente el norte grande (I Y II REGIONES) desde principios del Holoceno, al aumentar la temperatura media, además, producto de su latitud y de la influencia de factores topográficos y climáticos no cuenta con las condiciones necesarias que favorezcan la supervivencia de formas glaciares, es por eso, que no es una sorpresa el bajo porcentaje de participación que presentan la I Y II región dentro del total inventariado. La

influencia del Anticiclón del Pacífico podría ser una de las causantes del deterioro progresivo de los glaciares en esta zona debido a la imposibilidad que existe de producir nubes lo que se traduce en niveles de precipitación escasos, lo que supondría, balance negativo permanente.

Los factores anteriormente propuestos van acompañado además de una constante variación de la isoterma cero en el sector, quedando la mayoría de las formas glaciares, por debajo de esta, siendo una barrera que imposibilita la recuperación de masa (Balance positivo) durante la mayor parte del año.

En cuanto a la cantidad y superficie total de glaciares inventariados, la Tercera región de Copiapó destaca indudablemente, como la región mejor provista del recurso, y la segunda región la más limitada en este sentido. La Primera región, como ya antes se mencionó, consta con una área en la cual se carece de información para el nivel de usuario lo que sin duda debilita el trabajo en el sentido de la incorporación de material gráfico, pero a la vez es un aporte desde el punto de vista de haber localizado el área sin información, lo que facilitara el trabajo de investigación en esta zona, por supuesto, si las autoridades lo permiten.

La zona de estudio consta además de una gran cantidad de sectores de neveros, pero estos no fueron incluidos debido a que no entran en los objetivos antes propuestos y que orientaron el trabajo.

El fenómeno de lluvias convectivas estivales (INVIERNO BOLIVIANO) podría ser el factor de equilibrio entre el balance negativo y positivo de los glaciares del norte grande, esto quiere decir, que las lluvias que aporta este fenómeno, podrían ayudar de alguna manera a la recuperación estacionaria del glaciar. Pero queda la duda, debido a que, si este fenómeno solo tiene duración por algunas semanas, cual sería el aporte real a los glaciares del sector, además, los glaciares ubicados en la Primera región POMERAPE Y PARINACOTA muestran casquetes glaciares dentro de su hoya volcánica, debido a su altura

y al tamaño pequeño que se muestra en la fotografía deja la posibilidad que estos sean glaciares fríos, los cuales no presentan dinámica ni flujo interno, lo que se traduce en un nulo cambio de estructura a través del tiempo.

COMENTARIO FINAL

El inventario de glaciares original, si bien es criticable en muchos sentidos es sin duda, la primera aproximación seria que se hace con respecto al tema, sobretodo en el norte, en donde el tema no había sido tomado en consideración, y que solo, por sustentar una opción futura de recurso hídrico se le dio la importancia que merecía.

De todas formas, la zona con un mayor potencial para la utilización de los glaciares como recurso hídrico en el futuro es la Tercera región, por superficie, cantidad, y distribución.

Con respecto al tamaño de los glaciares inventariados, es bueno hacer el alcance que, su superficie fue calculada a base de fotografías del año 1955 aprox. dejando en duda el tamaño real que existe actualmente, y considerando la intensidad con la que a actuado el Fenómeno de la Niña, en los últimos años, además del progresivo calentamiento de la superficie terrestre producto del efecto invernadero hacen pensar en la posibilidad que estas superficies calculadas, sean menores. Podrían ser también mayores, pero como ya se mencionó, lo único que podría contrarrestar el retroceso, podrían ser las lluvias convectivas estivales pero estas solo duran unas cuantas semanas en su máxima intensidad, lo que impediría una recuperación sostenible en el tiempo.

***Con respecto a los mapas anexos (Escala 1:1000000 y 1:750000) es necesario hacer la siguiente aclaración; La localización comparativa de los glaciares inventariados en 1986 y 2002 corresponden a una relación de localización, y no trata de demostrar que por la disminución de los glaciares inventariados en el 2002 se trate de una desaparición físicas de**

las formas glaciares, producto de su retroceso, cambio climático o fusión de estos. Por lo anterior, es necesario recordar que el primer inventario realizado en 1986 no discrimina entre planchones de nieve, glaciaretes y glaciares, considerándolos dentro de un mismo concepto, por lo tanto, aumentando su número en comparación del 2002. Lo que hace este informe, es considerar solo las formas glaciares y no las otras formas anteriormente descritas.

BIBLIOGRAFÍA

- GARIN C.** 1986: Inventario de glaciares de los andes chilenos desde los 18° a los 32° de latitud sur. estudios hidrológicos, dirección general de aguas. Publicación interna.
- BRUGGEN, J.** 1950: fundamentos de geología de Chile. IGM,374 p.STGO.
- LLIBOUTRY, L**1956: Nieves y glaciares de Chile. Fundamentos de glaciología. Ediciones de la universidad de Chile. 471 págs. STGO.
- LLIBOUTRY, L** 1965: traité de glaciologie . Tomo 1 y 2 1040 págs. ED.Masson & Cie. Editeurs. Paris .Francia.
- LLIBOUTRY, L** 1953: El origen de los penitentes. Rev. Informaciones geográficas. U.Ch. año III N°1 Y 2 p.1-9
- MARANGUNIC, C.**1979:Inventario de glaciares hoya del río maipo. MOP/DGA. 65 págs. STGO.
- VARELA, A .** 1989:Educación superior : Lucha por un proyecto nacional. Documento ICAL 17 págs. STGO. Chile.
- CASSASA, G.** 1995: Glacier inventory in Chile:Current status and recent glacier variations.Annals of Glaciology.
- RIVERA, A. Y ACUÑA, C.** 1997 :Variaciones recientes de Glaciares en la macrozona central de Chile. XVIII Congreso nacional de Geografía. Sociedad Chilena de ciencias Geográficas, Santiago,293-304
- RIVERA, A.** 1989:Inventario de glaciares entre las cuencas de los ríos BIO-BIO y PETROHUE. Su relación volcanismo activo; Caso volcán Lonquimay. Memoria de título, Escuela de geografía, universidad de Chile, Santiago.
- STRAHLER, A .** 1978: Geografía física. Editorial omega Barcelona. págs 357.España.
- DERRUAU, MAX** 1980: Geomorfología. Editorial Ariel Barcelona. Págs 170-173.
- TRICART & CALLIEUX** 1962: Le modelé glaciare et nival. SEES Paris.

-KOBAYASHI,S. & SAITO,T. 1985 :Heat balance on Soler
lacier.Glaciological studies in Patagonia Northern Icefield. 1983-1984. Tokio
japon.

ANEXOS

TABLA DE RESULTADOS FINALES

Id.	N°	Nombre del glaciar	Lat.	Long.	UTM n.	UTM e.	Esc.	Año carta	Año foto	Area (km2)	Expuesta(Km2)	Ancho M.(Km)
RC1	1	Toroni Sillaguay(3 GLA.)	s 19°45	w 68°55	7816130	531432	50	70	61	4.1	4.1	0.8
RC1	2	Cerro Quimsachata	s 18°25	w 69°08	7816000	531500	50	71	61	1.1	1.1	1.584
RC1	3	Nevado juncalito	s 26°32	w 68°46	7065025	523910	50	70	76	0.04	0.04	0.1
RC1	4	Cerro tridente 1	s 26°17	w 68°33	7093173	544643	50	70	75	0.1	0.1	0.3
RC1	5	Cerro tridente 2	s 26°17	w 68°34	7092973	543839	50	70	75	0.05	0.05	0.1
RC1	6	Cerros de Tocarpori	s 22°25	w 67°54	7520610	613218	50	70	75	0.5	0.5	0.7
RC1	7	Volcan Llullaillaco	s 24°42	w 68°33	7266229	546613	50	58	75	0.55	0.55	0.15
RC1	8	Cerros colorados	s 26°10	w 68°22	7105509	561651	50	70	76	0.83	0.83	0.5
RC1	9	Cerro tridente 3	s 26°28	w 68°37	7072540	538212	50	70	76	0.98	0.98	1.4
RC1	10	Nevado tres cruces alfa	s 27°06	w 68°45	7006266	522812	50	55	55	0.36	0.36	0.3
RC1	11	Nevado tres cruces beta	s 27°08	w 68°46	7005230	521208	50	55	61	0.8	0.8	0.4
RC1	12	nevado tres cruces gama	s 27°09	w 68°48	7002838	522947	50	55	61	0.3	0.3	0.35
RC1	13	Cerro nevado alfa	s 29°19	w 70°01	6755144	400645	50	55	55	0.2	0.2	0.35
RC1	14	Cerro nevado beta	s 29°19	w 70°01	6753268	400637	50	55	55	1.09	1.09	0.51
RC1	15	Cerro nevado gama	s 29°21	w 70°02	6752415	401144	50	55	55	0.6	0.6	0.5
RC1	16	Cerro nevado epsilon	s 29°22	w 70°03	6751570	401153	50	55	55	0.2	0.2	0.23
RC1	17	Cerro tronquitos	s 29°23	w 70°04	6843621	428879	50	55	55	5.5	5.4	1.1
RC1	18	Cerro los cuyanos	s 29°33	w 69°43	6840902	430508	50	55	55	1.4	1.4	0.5
RC1	19	Cerro cantaritos A	s 28°35	w 69°45	6836402	426341	50	55	55	0.5	0.5	0.5
RC1	20	Cerro cantaritos B	s 28°35	w 69°45	6834690	426077	50	55	55	0.3	0.7	0.7
RC1	21	Cerro cantaritos C	s 28°35	w 69°45	6833732	425910	50	55	55	0.6	0.6	0.6
RC1	22	Cerro cantaritos D	s 28°36	w 69°45	6832535	425192	50	55	55	0.5	0.8	0.8
RC1	23	Cerro cantaritos E	s 28°35	w 69°45	6832079	424186	50	55	55	0.2	0.6	0.6
RC1	24	Cerro cantaritos F	s 28°35	w 69°45	6834342	424749	50	55	55	0.1	0.2	0.2
RC1	25	Glaciar gloria alfa	s 30°20	w 69°55	6643570	411830	50	55	55	0.9	0.9	0.65
RC1	26	Glaciar gloria beta	s 30°21	w 69°54	6642526	413621	50	55	55	0.5	0.5	0.5

Fuente: Elaboracion propia

RC1= REPÚBLICA DE CHILE

OAC= ORIENTACIÓN ÁREA DE ABLACIÓN

EMI.ASOI=EMISARIO ASOCIADO

COD.CU.=CODIGO DE LA CUENCA

*** NO SE APRECIA MORRENA**

Largo M.(Km)	Largo max.(Km)	OAC	Alt.max (Mts)	Alt. med.(mt)	Alt.min.(mt)	Morrenas	Emi. Asoc.	Cod.cu.
1.9	1.5	R	5982	5861	5741	*	RIO GRANDE	1041
1.8	1.8	SW	5765	5750	5735	*	RIO JUNCALITO	1042
0.3	0.3	W	5683	5631	5580	*	RIO JUNCALITO	
0.6	0.7	NE	5417	5335	5254	TERMINAL	BOFEDAL	3012
0.2	0.4	NW	5417	5335	5254	LATERAL	BOFEDAL	3012
0.6	0.7	R	5728	5614	5500	*	BOFEDAL	2510
0.3	0.38	NW	6739	6639	6540	*	SALAR PUNTA NEGRA	2650
1.7	1.8	SE	6080	5993	5907	*	SALAR GRANDE	3010
0.6	0.7	NW	5463	5350	5250	*	BOFEDAL	3012
1.5	1.8	S	6330	6415	6158	*	LLANO TRES CRUCES	3030
1.5	1.6	S	6330	6415	6158	*	LLANO TRES CRUCES	3030
1	1	S	6330	6415	6158	*	LLANO TRES CRUCES	3030
0.5	0.7	SW	4900	4920	4850	*	RIO EL TORO	4302
1.2	2.5	SE	4850	4775	4700	*	RIO EL TORO	4302
0.8	0.5	NW	4800	4775	4700	*	RIO EL TORO	4302
0.51	0.8	SW	5000	4975	4950	*	RIO EL TORO	4302
1.6	3.1	S	5382	5066	4750	*	RIO LOS CUYANOS	3800
1.1	2.1	NW	5672	5286	4900	*	RIO CUYANOS	3800
0.5	0.9	NW	5200	5025	4850	*	LAGUNA GRANDE	3800
0.4	0.7	W	5400	4800	4200	*	LAGUNA GRANDE	3800
0.5	0.6	NW	5400	5150	4900	*	LAGUNA GRANDE	3800
0.8	0.8	SW	5450	5225	5000	*	LAGUNA GRANDE	3800
0.6	0.5	SW	5500	5325	5150	*	LAGUNA GRANDE	3800
0.2	0.3	SW	5150	5050	4950	*	LAGUNA GRANDE	3800
1.4	1.6	SW	5250	4875	4500	*	RIO LA GLORIA	4300
0.6	1.03	SW	5050	4900	4750	*	RIO LA GLORIA	4300

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS



3 5617 00010 1378