



TERMINOS DE REFERENCIA

**BALANCE DE MASA GLACIOLÓGICO Y CONDICIONES
REGIONALES DE NIEVE EN EL NORTE CHICO: INTERACCIÓN
CON EL CLIMA Y SU INFLUENCIA EN EL DESHIELO**

1. INTRODUCCIÓN

Los modelos de circulación atmosférica general predicen un incremento de 1-6 grados en la temperatura superficial hacia fines del siglo XXI, esto como respuesta a las emisiones antropogénicas de gases de invernadero (IPCC, 2007). Se predice que las regiones de Alta Montaña podrían aumentar su temperatura de un modo más rápido que aquellas regiones de menor altura, con tasas de calentamiento máximas en los cordones montañosos semiáridos de Sudamérica (Bradley et al, 2003). En la región semiárida del Norte Chico de Chile (26° S a 32° S), el siglo XX se caracterizó por una disminución en las precipitaciones (Vuille y Milana, 2007) y un incremento de la aridificación (Squeo et al, 2007).

La mayoría de los recursos hídricos de la región de Coquimbo provienen de la Cordillera de Los Andes, o por escurrimiento directo durante tormentas invernales, o bien por deshielos producidos en primavera y verano. Por lo tanto, los glaciares y la cobertura de nieve de esta región constituyen importantes reservas de agua, las cuales contribuyen una gran proporción en el comportamiento de los caudales durante la temporada de verano (Favier et al, 2009). Se esperan cambios sobre la cantidad y estacionalidad de la descarga de cursos de agua de áreas montañosas, como respuesta a las variaciones inducidas por el clima sobre los glaciares y cobertura nivosa. Estos cambios en las condiciones hidroclimáticas implicarían un impacto significativo sobre la agricultura local, la que constituye la mayor parte de la economía local del Norte Chico.

La mayoría de los glaciares de los Andes evidencian un retroceso generalizado y una tendencia a la pérdida desde comienzos del siglo XX, con una disminución acelerada en las últimas décadas (Casassa et al, 2007; Rivera et al, 2002). El aumento en el deshielo hace esperar también un aumento del escurrimiento a corto plazo y una disminución en la disponibilidad de agua a largo plazo, en la medida que los glaciares continúen reduciendo su masa.

La cobertura glacial en el Norte Chico es pequeña (73,85 km², Garín, 1987). Por lo tanto, a escala regional, las variaciones de cantidad, distribución espacial y temporal de acumulación de nieve parecen ser un factor determinante que controla la variabilidad de los caudales (Favier et al, 2009). Sin embargo, un cambio en el comportamiento de los glaciares puede ser importante para determinar las condiciones locales de los caudales. Por ejemplo, el deshielo de origen glacial constituye parte importante del escurrimiento continuo a lo largo de todo el verano, y pasa a ser una componente fundamental de este una vez que la nieve ya se ha derretido.

El comportamiento de los glaciares está fuertemente vinculado a la variabilidad climática, y por lo tanto, representa un valioso indicador climático (Kaser et al, 2003, 2006 ver Ilustración 1). Observaciones del balance de masa de glaciares (la ganancia o pérdida neta anual de nieve en agua equivalente para todo el cuerpo de hielo) y de la descarga de agua de deshielos en la región de los Andes semiáridos son escasas, por esto es que los científicos confían mucho en modelos

climáticos regionales para predecir futuras pérdidas o ganancias de masa glacial y condiciones de escurrimiento.

Las mediciones de terreno son esenciales para evaluar la respuesta actual de los glaciares de montaña a la variabilidad hidroclimática y así validar predicciones basadas en modelos. Un paso clave en la comprensión de los impactos del cambio climático en los glaciares es el estudio del balance de energía en la interfase glacial-atmósfera (Favier et al, 2004; Pellicciotti et al, 2008). Las mediciones de balance de energía de superficie se obtienen de estaciones meteorológicas automáticas (EMA), y permiten la identificación de los diversos flujos de energía que se dan cerca de la superficie del glaciar. Los flujos de energía calculados, son luego usados para modelar el deshielo glacial (p.ej. Sicart et al, 2005). Estas mediciones pueden ser comparadas con otras mediciones de EMA ubicadas fuera del cuerpo de hielo, y/o con predicciones climáticas provenientes de modelos atmosféricos, con el fin de entender y predecir el impacto a gran escala del cambio climático sobre el comportamiento de los glaciares.

Los cambios interanuales en la acumulación pueden ser monitoreados localmente por medio de la medición de rutas de nieve (p. ej. Escobar y Aceituno, 1998), mientras que la distribución espacial de la nieve puede medirse por medio de métodos de teledetección (p. ej. Favier et al, 2009). La Dirección General de Aguas (DGA) ha mantenido cinco rutas de nieve en el Norte Chico por los últimos veinte años, las cuales proveen observaciones directas acerca de las condiciones de nieve en cordones montañosos de gran altura. Estos datos, combinados con información obtenida mediante técnicas de teledetección, proveen una buena base para evaluar las variaciones en la cobertura de nieve regional, sobre las características de los caudales y su respuesta a las fluctuaciones climáticas.

Por lo anterior, en el mes de diciembre de 2008, CAZALAC suscribió un Convenio de Traspaso de Recursos, Cooperación y Coordinación con la Dirección General de Aguas durante los años 2009 y primer semestre del 2010 para desarrollar acciones, proyectos o programas de investigación y estudio sobre varios aspectos relacionados con la eficiencia hídrica en zonas áridas y semiáridas del país, marco dentro del cual se desarrollará el presente estudio.

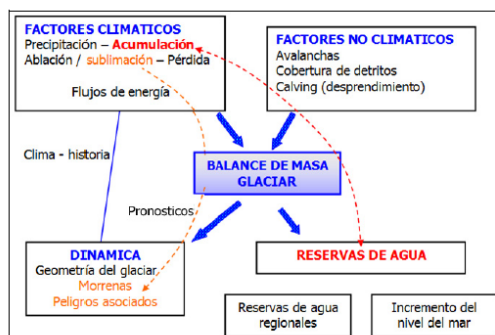


Ilustración 1. Interacción entre la sistema climático, glaciológica y hidrológica. Modificado de Kaser *et al.* (2003)

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Monitorear y estudiar las interacciones glaciar-clima y los procesos de generación de deshielo asociados, en una cuenca de alta montaña, representativa del Norte Chico, una región en donde actualmente falta este tipo de información y examinar variaciones históricas de las condiciones de nieve, por medio del uso de datos históricos de rutas de nieve e información que se levantará en el contexto de este proyecto, así como también datos ya obtenidos mediante teledetección.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Desarrollar un nuevo plan de monitoreo integrado en el Glaciar Tapado, ubicado en la parte alta de la cuenca del Río Elqui (30°08' S, 69°55' W, altitud máxima 5500 m, ver Ilustraciones 2 y 3).
- (2) Realizar mediciones de balance de masa (en invierno y verano) sobre el Glaciar Tapado.
- (3) Monitorear las condiciones micro climáticas en las zonas de ablación y de acumulación del Glaciar Tapado, por medio del uso de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA)
- (4) Calcular el balance de energía de superficie (BES) en los puntos de ubicación de las EMA, y sobre todo el glaciar, por medio del uso de técnicas de extrapolación circunscritas por mediciones espaciales de albedo y temperatura,
- (5) Aplicar y probar modelos existentes de BES al Glaciar Tapado.
- (6) Monitorear el caudal en las cercanías del exutorio glacial durante la temporada de deshielo, y examinar la relación entre clima, balance de masa glaciológico y variabilidad de los caudales.
- (7) Examinar la contribución del deshielo hacia el Río La Laguna, aguas abajo del Glaciar Tapado.
- (8) Realizar mediciones anuales de las condiciones de nieve en cinco rutas de nieve del Norte Chico.
- (9) Explorar la relación empírica entre clima regional, condiciones de nieve y variaciones de caudales en sitios de alta montaña.

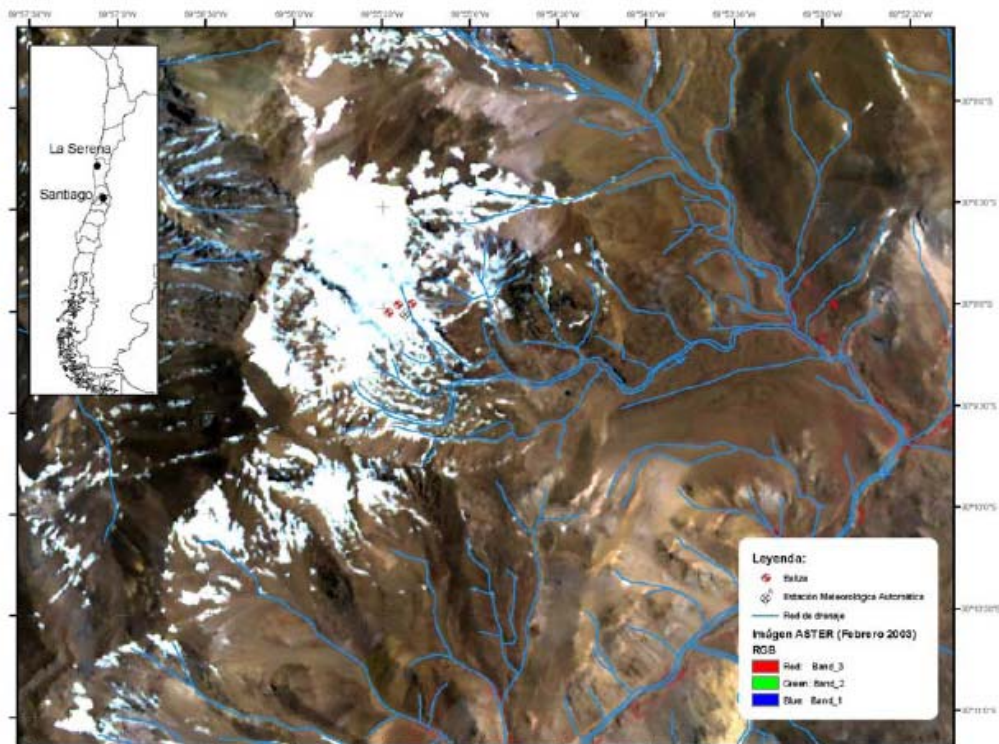


Ilustración 2. Mapa del sitio de monitoreo propuesto al glaciar Tapado



Ilustración 3. Panorama del glaciar Tapado

3. BASES ADMINISTRATIVAS.

1. Se deberá enviar la oferta en sobre cerrado a oficina de CAZALAC, ubicada en Calle Benavente 980, La Serena, Chile, y en formato PDF al correo electrónico cazalac@cazalac.org o gsoto@cazalac.org ambos dirigidos a Guido Soto Alvarez, Director Ejecutivo CAZALAC; presentaciones efectuadas en otra forma no serán consideradas. La oferta se entregará en la fecha y hora que se indique en el llamado a licitación.
2. La oferta técnica deberá incluir la metodología propuesta para abordar el trabajo, el equipo de trabajo y los antecedentes exigidos en los puntos posteriores, la metodología debe incluir un cronograma en meses de las actividades previstas, con sus correspondientes etapas y plazos de revisión y correcciones. La oferta económica será expresada en pesos e incluye todos los gastos e impuestos.
3. El oferente deberá entregar antecedentes de la experiencia relevante de los últimos años relacionado con este tema, indicando los trabajos realizados, fecha y los mandantes en temas directamente relacionados con la materia a contratar.
4. Se deberá entregar el currículum vitae de los profesionales que integran el equipo propuesto.
5. En el caso de que el oferente sea una persona jurídica debe acreditar su existencia y su vigencia; para lo cual debe entregar copia de la escritura de constitución de la sociedad y certificado de vigencia de la misma.
6. La falta de los antecedentes indicados será causal de eliminación de la oferta de plano.
7. CAZALAC decidirá la adjudicación del presente trabajo ponderando tres aspectos: a) metodología de trabajo; b) equipo de trabajo; c) monto ofertado;

La metodología de trabajo indicara la forma y procedimientos para abordar su realización. Para analizar el equipo de trabajo se ponderará el nivel de especialización y currículo de él o los integrantes del equipo y la experiencia del oferente en trabajos similares.

A cada oferta se asignará un puntaje máximo sin decimales, redondeando con los criterios convencionales, de acuerdo con lo siguiente:

- a) Metodología : 30 puntos
- b) Equipo de trabajo: 50 puntos

Este punto se subdivide en:

b.1) Especialización: 25 puntos

b.2) Experiencia de referencia en la región de Coquimbo: 25 puntos

c) Monto ofertado: 20 puntos

Quedarán descartadas aquellas ofertas con puntaje menor a 20 en cualquiera de los factores a) y b)

El puntaje final corresponde a la suma de a), b), y c).

La oferta con el puntaje final mayor será seleccionada. En caso de igualdad de puntaje final se decidirá por aquella de menor monto ofertado.

Una vez seleccionada la propuesta de Estudio, el oferente adjudicado deberá entregar una boleta de garantía bancaria correspondiente al 10% del valor del contrato; esta boleta deberá entregarse en un plazo máximo de 5 días contado desde la fecha de firma del contrato, pagadera a la vista a su sola presentación y deberá ser emitida a nombre de la Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de America Latina y el Caribe. La vigencia de la boleta será el plazo de ejecución del contrato, más 180 días. Esta garantía sólo se devolverá después de liquidado el contrato. El no cumplimiento de lo establecido será causal de término anticipado del contrato.

8. CAZALAC se reserva el derecho a desistirse de la licitación y de rechazar todas las ofertas sin expresión de causa, sin pago de ningún tipo de indemnización, y sin que la aplicación de esta medida de reclamación en contra de CAZALAC.
9. En el solo hecho de presentar ofertas se entenderá aceptación de las presentes condiciones y especificaciones.
10. Presupuesto y Forma de Pago al Oferente Adjudicado.

El presupuesto estimado para el desarrollo del presente trabajo es de **\$54.000.000** (cincuenta y cuatro millones de pesos) impuestos incluidos, no sujeto a reajustes.

Divididos en dos ítems

Ítem 1. Proyecto Glaciares (Estudio) **\$39.000.000** (treinta y nueve millones de pesos.)

Ítem 2. Otros Gastos Proyecto Glaciares (arriendo de mulares, camionetas y helicóptero, compra de ropa y equipos de montaña) **\$ 15.000.000** (quince millones de pesos)

CAZALAC pagará el valor adjudicado de acuerdo al avance en el desarrollo de los servicios contratados. Los servicios se pagarán en tres cuotas considerando lo siguiente:

Primera Cuota, que corresponde a un 40% del monto indicado en la propuesta adjudicada, cuyo requisito de pago es:

Entrega de un Informe Inicial (“Plan de Trabajo”) que contenga a lo mínimo, metodología, programa calendarizado de las actividades programas y todos los antecedentes relevantes a considerar en el estudio, .CAZALAC tendrá un plazo de 5 días corridos para revisión y emisión de observaciones a dicho informe. Luego, El oferente adjudicado tendrá un plazo de 5 días hábiles para responder las observaciones planteadas.

Segunda Cuota, corresponderá a un 30% del monto indicado en la propuesta adjudicada y cuyos requisitos de pago son:

Entrega de Informe Ejecutivo, con respecto a un 50% de avance en la labor desarrollada según plan de trabajo, informar logros y obstáculos encontrados, y recomendaciones para optimizar la aplicación por los restantes meses. CAZALAC tendrá un plazo de 5 días corridos para revisión y emisión de observaciones a dicho informe. Luego, El oferente adjudicado tendrá un plazo de 5 días hábiles para responder las observaciones planteadas.

Tercera Cuota, corresponderá a un 30% del monto indicado en la propuesta adjudicada, y cuyos requisitos de pago son:

El informe final borrador, el cual contenga todo lo estipulado al estudio deberá ser entregado a CAZALAC quien tendrá un plazo de 10 días corridos para revisión y emisión de observaciones a dicho informe. Luego el oferente adjudicado tendrá un plazo de 10 días hábiles para responder las observaciones planteadas. Estando dichas observaciones subsanadas por el oferente adjudicado y aprobadas por CAZALAC, se deberá entregar el informe técnico final e informe ejecutivo en 12 copias en formato texto, y así mismo como 12 copias en CD o DVD con el respaldo digital del Informe, de los datos generados, tablas, coberturas, etc. Y así mismo se deberá entregar un informe financiero o de gastos, con sus respectivos respaldos de acuerdo a los ítemes 1 y 2 mencionados en el punto 10.

11. Podrá ponerse término anticipado al contrato, si existen causas graves imputables al proponente que, a criterio de CAZALAC, impidan una correcta ejecución de los trabajos contratados. CAZALAC notificará por escrito al proponente la causal del incumplimiento, fijándole un plazo dentro del cual deberá solucionar o enmendar su falta de cumplimiento. Si transcurrido este plazo el proponente no ha solucionado o corregido la causal de incumplimiento, CAZALAC pondrá término anticipado al contrato, procediéndose a su liquidación. En este caso, no corresponderá indemnizar al proponente y se hará efectiva la garantía del contrato, sin más trámite.
12. El plazo máximo del trabajo será hasta el 31 de mayo del 2010.

4. FECHAS DEL PROCESO

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Fecha de Publicación | : 12 de junio de 2009 |
| 2. Fecha de cierre de recepción de Ofertas | : 19 de junio de 2009 |
| 3. Fecha de Acto de Apertura Ofertas | : 22 de junio de 2009 |
| 4. Fecha Inicio de Preguntas | : 12 de junio de 2009 |
| 5. Fecha Final de Preguntas | : 16 de junio de 2009 |
| 6. Fecha de publicación de respuestas | : 19 de junio de 2009 |
| 7. Fecha de Cierre y Adjudicación | : 23 de junio de 2009 |