

**11 DE DICIEMBRE DE 2006  
DÍA INTERNACIONAL  
DE LA MONTAÑA**

**Foro-debate cambio climático:  
“Retroceso de los glaciares y recursos  
hídricos en Bolivia – De la investigación  
a la acción”**

**Memoria del evento boliviano de seguimiento a la conferencia regional de Quito “Cambio climático y retroceso de los glaciares en la zona andina – consecuencias para la gestión de los recursos hídricos”**

La Paz - Bolivia

**inWent**

Internationale Weiterbildung  
und Entwicklung gGmbH

**Instituto  
Boliviano  
de la Montaña**



# **“Retroceso de los Glaciares y Recursos Hídricos en Bolivia – De la Investigación a la Acción”**

## **MEMORIA DEL FORO-DEBATE**

Auspiciado por

Instituto de Hidráulica e Hidrología – UMSA  
Institut de Recherche pour le Développement en Bolivie (IRD)  
Programa Nacional de Cambios Climáticos  
Club Andino Boliviano

La Paz, Bolivia 11 de diciembre de 2006,  
en celebración del Día Internacional de la Montaña

Edición: Jorge Choquehuanca, Moira Zuazo, Dirk Hoffmann, Denys Saginés &  
Roxana Olivares  
Fotografías tapa: Dinámica del glaciar, Dirk Hoffmann

© BMI

Instituto Boliviano de la Montaña  
Email: [bmi@bolivian-mountains.org](mailto:bmi@bolivian-mountains.org)  
[http:// www.bolivian-mountains.org](http://www.bolivian-mountains.org)  
La Paz, Octubre de 2007

Producción:

Topaz Impresiones

\* Se permite la reproducción parcial o total del texto siempre y cuando se  
mencionen la fuente de los mismos

\*\* El presente documento puede ser obtenido en formato electrónico (PDF)  
en <http://www.bolivian-mountains.org>

## Índice de Contenido

	Página
Presentación de la Memoria	iv
Objetivos del Evento y Reseña sobre el Día Internacional de la Montaña: Humberto Fernández	1
Introducción sobre el Impacto del Retroceso de los Glaciares y los Recursos Hídricos - Presentación de las Conclusiones de la Conferencia Regional de Quito: Dirk Hoffmann.	3
Políticas Basadas en el Enfoque de Cuencas de los Recursos Naturales: Carlos Laruta Vino.	12
Impacto del Cambio Climático sobre la Disponibilidad de Recursos Hídricos: Edson Ramírez.	19
Proyecto Andino de Adaptación al Cambio Climático: Oscar Paz.	31
Preguntas y Debate.	36
Conclusiones: Jorge Choquehuanca.	46
Anexos.	
Lista de Participantes.	
Conclusiones de la Conferencia en Quito.	
Publicaciones de prensa realizadas con motivo del foro debate	

## Presentación

En conmemoración al Día Internacional de la Montaña, declarado por las Naciones Unidas en 2003, InWEnt y el Instituto Boliviano de la Montaña - BMI el 11 de diciembre de 2006 tomaron la iniciativa de remarcar uno de los aspectos más notorios del cambio climático: el derretimiento de los glaciares, y en especial de los glaciares tropicales de montaña. Con este objetivo organizamos un foro-debate para impulsar la discusión de los impactos del retroceso de los glaciares, sus consecuencias en los recursos hídricos y las futuras acciones necesarias y pertinentes.

Cada día los medios de comunicación nos traen noticias sobre los efectos del cambio climático en las diferentes regiones del globo, sequías, inundaciones, huracanes, en frecuencias o con fuerzas antes desconocidas.

El documento que le presentamos "Cambio climático: Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia – de la investigación a la acción" es un texto que analiza la situación de los aproximadamente 500 km<sup>2</sup> de superficie glaciar de Bolivia, la misma que a nivel global representa el 20% de todos los glaciares tropicales existentes en el mundo entero.

Esperamos de tal manera aportar al debate necesario y urgente sobre las medidas de adaptación que el país tendría que implementar en sus diferentes niveles político-administrativos como Estado central, Prefecturas y Municipios, también a través de las diferentes instituciones y organizaciones involucradas en el manejo de la tierra y de los recursos naturales, instancias de planificación territorial y sectorial (agua, salud, energía) y la sociedad en su conjunto.

Esta memoria que presentamos a su consideración contiene cuatro ponencias: la primera titulada "Introducción sobre el impacto del retroceso de los glaciares en los recursos hídricos: presentación de las conclusiones de la conferencia regional de Quito" estuvo a cargo del Instituto Boliviano de la Montaña - BMI, en la cual se difundió las conclusiones de la conferencia regional de Quito sobre el mismo tema y se puso a consideración del auditorio aspectos que deberían ser discutidos en el futuro.

La segunda del Ing. Carlos Laruta del Ministerio de Agua realiza una explicación de las políticas sobre recursos hídricos, "Políticas y Estrategias sobre la Gestión de Recursos Hídricos en Bolivia" entre cuyas fuentes se menciona a los glaciares.

A continuación el texto del Dr. Edson Ramírez del Instituto de Hidrología e Hidráulica (IHH) de la UMSA bajo el título "Impacto del cambio climático sobre la disponibilidad de recursos hídricos" presenta las proyecciones futuras del impacto del retroceso de glaciares y su impacto en las fuentes de agua para las ciudades de La Paz y El Alto. Finalmente el Ing. MSc. Oscar Paz del Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC) expone las medidas contra el cambio climático que hoy se diseñan: "El proyecto andino de adaptación al cambio climático".

En el foro debate participaron más de 100 personas de distintas instituciones y se logró intercambiar información y promover el debate del tema, por lo cual tenemos el convencimiento que los objetivos del evento fueron plenamente alcanzados.

El BMI quiere expresar su agradecimiento en primer lugar a InWEnt por el apoyo brindado, y sin el cual la realización del evento y esta memoria no hubieran sido posibles y a los expositores y a los auspiciadores del evento: Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA, Instituto de investigaciones para el desarrollo, Programa Nacional de Cambios Climáticos y el Club Andino Boliviano.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dirk Hoffmann', with a long horizontal stroke extending to the right.

Dirk Hoffmann  
Director Ejecutivo  
Instituto de la Montaña – BMI

La Paz, Agosto de 2007

## **Presentación de los Objetivos del Evento y Reseña sobre el Día Internacional de la Montaña.**

Lic. Humberto Fernández  
InWEnt – Internationale Weiterbildung und Entwicklung

Muy bien hizo el organismo de las Naciones Unidas al incorporar las montañas como temática en todo lo que ha sido la Declaración de la Tierra. La Agenda 21 de las Naciones Unidas, en el Capítulo XIII, plantea dos objetivos generales para tratar este tema, que han sido propuestos en respuesta a las dificultades del progreso y el desarrollo en las tierras altas, y al mismo tiempo, para lograr la sensibilización sobre la importancia que tienen las montañas.

INWENT es una institución dependiente de la Cooperación Alemana, que básicamente ha concentrado su trabajo en dos líneas muy claras y diferenciadas. Por un lado se ha dedicado fuertemente a impulsar el desarrollo de los recursos humanos, no solamente a través de programas de capacitación a nivel de la región, sino también a través de becas de estudio. Por el otro, ha promovido intensamente tanto el diálogo técnico como el diálogo político.

En esta ocasión nuestra intención es promover un encuentro de diálogo que en primera instancia rescate los logros obtenidos en el Foro Regional realizado en Quito en octubre de 2006. Durante este Foro se debatió acerca del cambio climático y el retroceso de los glaciares en la zona andina, fenómenos gracias a los que Bolivia, después de Chile, tiene la mayor proporción de glaciares de la región. El retroceso de estos glaciares en los últimos años, ha ocasionado una seria preocupación, pues se estima que estos desaparecerán en los próximos 25 ó 30 años.

Tenemos casos muy conmovedores en La Paz, como por ejemplo la paulatina desaparición del gran pico nevado conocido como "Chacaltaya". Hace poco asistí a un encuentro de capacitación en el que me llamó la atención un viejo afiche del Instituto Boliviano de Turismo. Allí se destacaba la imagen de un deportista durante un campeonato de esquí, justamente en lo que fuera la pista más alta del mundo: el Chacaltaya. En la actualidad esta montaña luce como un cerro totalmente descubierto, salvo temporadas muy específicas en las que aún se cubre de nieve.

El retroceso de los glaciares es un tema actual y preocupante. Cualquier acción inmediata e intensiva que se pueda realizar al respecto, no va a tener ningún impacto inmediato sino en el mediano o largo plazo. Por ello debemos reflexionar sobre los efectos en la provisión de agua, en la biodiversidad de la montaña, en la generación de energía y también en lo que concierne a la actividad agrícola. Esta preocupación es la razón por la cual hemos querido aprovechar la celebración del Día Internacional de la Montaña, para reunirnos en este Foro Debate el cual tiene dos objetivos fundamentales: el primero, ya lo había mencionado, es el de darles a conocer los resultados del Foro Regional realizado en Quito; y el segundo, analizar con mayor detalle la situación de los glaciares en Bolivia y los impactos que ha de tener en el futuro el retroceso de los mismos. Al concluir este encuentro quisiéramos

ofrecer algunas recomendaciones y sugerir ciertas alternativas para tratar este tema de una forma mucho mas coordinada entre todos los actores involucrados en el mismo.

Dicho esto doy paso a los expositores quienes nos harán conocer sus reflexiones en torno a esta temática. Quiero también agradecerles por su asistencia e invitarles a un diálogo franco y abierto para tener, al final de esta jornada, algunos lineamientos que nos permitan avanzar en el futuro.

Gracias

## **Introducción Sobre el Impacto del Retroceso de los Glaciares y los Recursos Hídricos - Presentación de Conclusiones de la Conferencia Regional de Quito.**

Dirk Hoffmann  
Instituto Boliviano de la Montaña

Como ya se había mencionado, el Día Internacional de la Montaña es el motivo de este encuentro titulado "Cambio Climático: retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia. De la investigación a la acción". La expectativa que tienen las organizaciones encargadas de trabajar por la preservación de los recursos naturales, en este caso el de las montañas y los glaciares, es justamente llevar la investigación a una discusión más amplia que permita ejecutar acciones concretas en el futuro.

La presentación a mi cargo lleva por título "Impacto del Retroceso de los Glaciares y los Recursos Hídricos". La primera parte abarca justamente este tema, y resalta la importancia que tienen los glaciares en los ciclos hidrológicos, en especial para Bolivia. La segunda parte presenta las conclusiones de la Conferencia Regional sobre Retroceso de los Glaciares que tuvo lugar en Quito en octubre de 2006. Finalmente, en la tercera parte, tal vez la más importante, presentaré algunas sugerencias desde la perspectiva del BMI sobre las tareas y prioridades que tiene Bolivia para enfrentar esta problemática.

Hay un acelerado retroceso de los glaciares tropicales desde fines de los años 70, es decir hace unos veinticinco años, pero con una aceleración considerable en los últimos diez.

Hemos escuchado acerca de la desaparición de glaciares pequeños, algunos muy conocidos y visibles como el Chacaltaya en Bolivia. En Ecuador se mencionó el caso del Cotacachi, una montaña muy importante cubierta de nieve, pero que actualmente ha desaparecido por completo, dejando un impacto negativo en la población que habita en las cercanías. Un aspecto tragi-anecdótico es que aún se venden postales mostrando el glaciar, la montaña cubierta de nieve, como un recuerdo que forma parte del pasado.

Las consecuencias de la desaparición de los glaciares están siendo observadas principalmente por los montañistas, los campesinos que viven en sus cercanías y los científicos. Pero en general, este fenómeno es ignorado por gran parte de la población y, obviamente, de los tomadores de decisiones políticas. Este es un descuido que inevitablemente traerá repercusiones negativas para los seres humanos.

Los glaciares tropicales tienen una gran importancia de la que muy pocos están concientes. Tienen, por ejemplo, la función de alertar sobre las reacciones climáticas a través de la cantidad de capas y características del hielo. Por otra parte, tienen también la función de acumular agua dulce, es decir, son depósitos de agua a gran altura, por lo que su importancia es fundamental. Además, para una parte de la

población los glaciares aportan una gran belleza escénica de donde proviene un alto valor turístico.

Al hablar de “glaciares tropicales” nos referimos a los glaciares que se ubican cerca de la línea del Ecuador. En América del Sur hay unos 2.500 km<sup>2</sup> de glaciares, según datos de 1991, aunque esta cifra no está actualizada, por lo que a la fecha podría haberse reducido significativamente. A nivel global, la mayoría de los glaciares tropicales se encuentran en los Andes. En América del Sur el 70% de los glaciares se encuentra en Perú, un 20 % en Bolivia, y menos del 5% en Ecuador y Colombia.

La causa principal del retroceso de los glaciares es el fenómeno conocido como “calentamiento global”. Los científicos afirman que el aumento de la temperatura es de 0,3 grados Celsius por decenio a nivel global, sin embargo, para los Andes esta cifra aumenta con la altura como lo demuestra en la figura 1 siguiente, en el cual se refleja el cambio de temperatura en los próximos cien años. Como podemos ver, a una altura de 3.000 metros el aumento de la temperatura será de 3,5%; y entre los 5.000 y 6.000 metros, que es la altura en la que están los glaciares de Bolivia y Perú, el incremento de la temperatura estará entre los 5 y 6 grados. Según estos cálculos, en los lugares más altos es donde el cambio climático y el calentamiento global van a tener mayor impacto que en otros lugares del planeta.

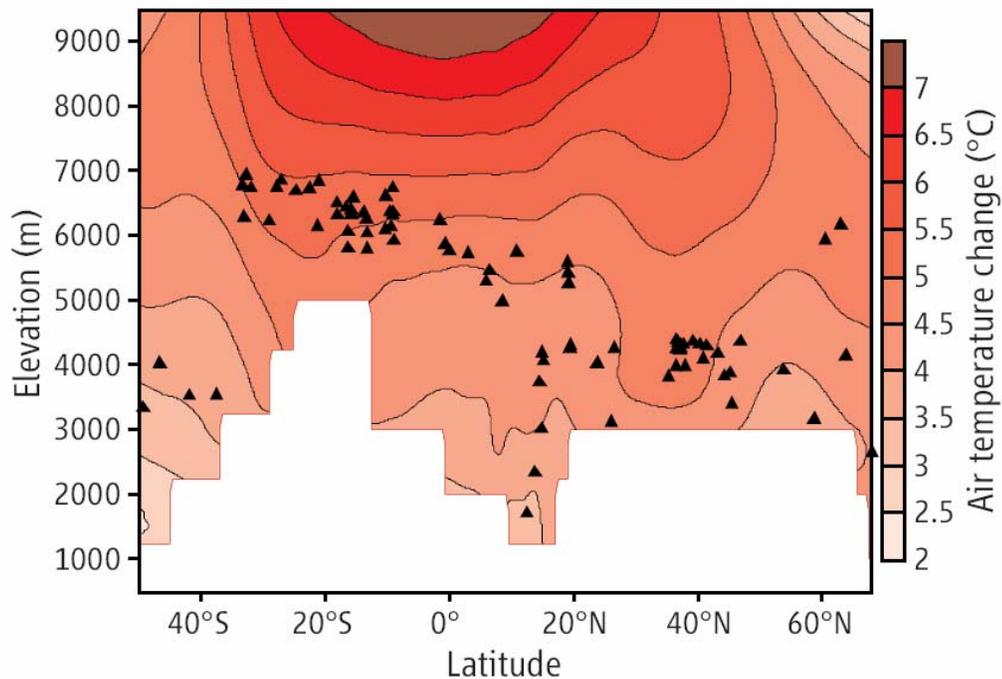


Figura 1: Calentamiento global en la cordillera americana (Bradley et.al. en: Science Vol. 312, June 2006)

Las principales consecuencias del retroceso de los glaciares son las siguientes:

1. Disminución en el caudal de los ríos, sobre todo en épocas secas en las que el agua proveniente de los glaciares tiene una relevancia muy grande debido a la poca disponibilidad de esta en toda la región del altiplano.
2. Incremento de desastres naturales, como avalanchas de tierra, de glaciares, de lodo o explosiones de lagos glaciares. Estos fenómenos, por suerte, no van a tener en Bolivia un impacto tan grande como en la región de la Cordillera Blanca ubicada en Perú, donde sí serán de alto riesgo para las poblaciones circundantes.
3. Impacto socioeconómico; reducción de agua tanto para riego como para consumo humano; disminución de la producción hidroeléctrica e industrial; afectará también económicamente a las poblaciones que consumen agua de los glaciares, con la consiguiente posibilidad de originar con todo ello más conflictos sociales.
4. Otros efectos que a manera de referencia -pues no son el punto de debate de esta ocasión-se pueden mencionar, son el impacto sobre la diversidad biológica de alta montaña, tema por cierto poco conocido, así como la alteración de páramos y humedales en los que se almacena el agua y regula el clima.

La Conferencia Regional de Quito fue organizada justamente para discutir los temas arriba mencionados. A esta acudieron representantes de cuatro países andinos, cuyos glaciares están sufriendo las consecuencias del desgaste climático. La discusión se centró en las consecuencias del fenómeno sobre la gestión de recursos hídricos. Los objetivos de esta conferencia fueron:

- Entender el impacto del cambio climático sobre el comportamiento de los glaciares, base para la toma de las decisiones estratégicas sobre el abastecimiento de agua en sus dimensiones: agua potable, agua para riego, agua para usos industriales y generación de energía.
- Conocer estrategias viables a largo plazo que contribuyan a mitigar las consecuencias negativas que puedan originarse por la desaparición de gran parte de los glaciares tropicales.

Como vemos, el objetivo general de la reunión fue el de encontrar soluciones, no solamente quedarse en el análisis de la problemática, y es justamente eso lo que también se intentará lograr en esta oportunidad, aunque con una visión de la problemática a nivel nacional en vez de regional.

Retomando lo sucedido durante la reunión realizada en Quito, es importante mencionar que participaron en ella representantes del sector público, es decir, responsables del diseño de políticas públicas, autoridades de gobiernos locales, así como ejecutivos de bancos de desarrollo, gerentes de empresas proveedoras de agua y generación eléctrica, y obviamente, científicos nacionales e internacionales.

Las interrogantes claves de la conferencia fueron las siguientes:

- ¿Cuáles son los impactos del cambio climático actual sobre el comportamiento de los glaciares tropicales? y ¿cuáles serán los escenarios realistas para el futuro, identificando las tendencias?

- ¿Cómo deberían reflejarse estos escenarios en las políticas nacionales y regionales? En base a un análisis elaborado previamente, se ha mostrado que casi ningún país ha diseñado políticas nacionales o regionales considerando el retroceso de los glaciares como un elemento dinámico que hay que incorporar en las políticas, sobre todo sectoriales de agua y también de agricultura.
- ¿Cuáles deberían ser las medidas preventivas inmediatas a nivel local, nacional y regional?
- ¿Qué papel deberían desempeñar los diferentes actores de los sectores público y privado en la prevención, mitigación y adaptación de estos problemas, una vez identificados los responsables y asignadas las tareas?



Figura: Retroceso del glaciar y proceso de formación de una laguna en el Hati Kholu, departamento de La Paz (foto: Dirk Hoffmann).

En la conferencia se han elaborado diez recomendaciones principales a las que se ha denominado "prioridades para la acción", y que en esta oportunidad es propicio hacerlas conocer independientemente de a quiénes han estado dirigidas o del grado de su relevancia.

Punto 1. **Investigación, ciencias naturales.** Es importante la consolidación o la elaboración de datos necesarios para la toma de decisiones estratégicas, eso significa por un lado, continuar monitoreando los glaciares representativos, y por otro, establecer el porcentaje de agua proveniente de los glaciares.

Punto 2. **Reducción de la demanda.** Implementar medidas para fomentar la capacidad de gestión de las proveedoras de servicios de agua. Esto se refiere a las pérdidas en el suministro de agua potable y agua para riego. Además, tanto el sector público como en el privado buscan promover un uso más eficiente de los recursos para la reducción del consumo de agua y energía.

Punto 3. **Aumentar la oferta.** Desarrollar las medidas e infraestructura para asegurar el abastecimiento de agua en el futuro a través de embalses, y represas.

Punto 4. El **dinero.** La prioridad es **optimizar los recursos económicos.** La optimización de los recursos disponibles en la mitigación de los efectos del cambio climático, es decir, analizar qué medidas dan el mejor resultado con una menor inversión.

Punto 5. **Gestión integral de los recursos hídricos.** Este punto tendría que incluir un análisis del marco jurídico con respecto a los recursos hídricos provenientes de los glaciares, pues según lo analizado, en la legislación sobre este tema no hay reglamentos específicos acerca de los glaciares.

Punto 6. **Educación ambiental.** Se refiere a la educación ambiental en colegios, pero también a la concientización a nivel político y social.

Punto 7. **Formación de personal calificado** para la investigación y el monitoreo de los procesos de cambio climático en el retroceso de los glaciares. De este modo lo que se pretende es preparar y reclutar capacidades humanas en Bolivia, Perú y en los países de la región andina, aptas para la realización de investigaciones, y por ende, para la toma de decisiones.

Punto 8. **Buenas prácticas.** Documentación y desarrollo de buenas practicas a nivel local, incluyendo incentivos para la implementación de proyectos piloto. En la conferencia se ha considerado que este aspecto es trascendental para la identificación, intercambio y promoción de actividades e investigaciones que pueden servir de gran aporte para este proceso.

Punto 9. Coordinación de las diferentes iniciativas como ser programas relacionados al tema de cambio climático en general, y específicamente al tema de los glaciares. Este foro debate puede ser el primer paso para crear una relación transversal entre las instituciones, organizaciones y personas involucradas en este tema en Bolivia. Es importante resaltar la función que está cumpliendo InWEnt y sus oficinas regionales, las cuales actualmente apoyan las tareas de coordinación e intercambio.

Punto 10. **Políticas de Adaptación.** Incentivar al desarrollo de políticas en pos de la adaptación al cambio climático. Ya que no es posible frenar este cambio, se hace imprescindible diseñar políticas de adaptación.

## **Situación de los glaciares en Bolivia.-**

Si bien hay quienes conocen bastante bien este contexto, hay quienes no están aun familiarizados con el tema. Los glaciares de América del Sur representan el 0,2% de la superficie mundial de glaciares. Este porcentaje incluye los glaciares de la Patagonia de Chile y Argentina, que son los más grandes de América Latina. Los glaciares bolivianos representan por su parte, el 2% de la superficie glaciar de la región. En consecuencia, la superficie de glaciares de Bolivia tiene reducida importancia a nivel mundial, no obstante, es importante analizar el valor que tienen los glaciares para Bolivia a nivel local y regional.

En la figura 2, se muestra la ubicación de los glaciares bolivianos. Casi todos se encuentran en la Cordillera Real, desde la Cordillera Quimsacruz hasta la Cordillera Apolobamba en la frontera de Perú. Unos pocos y pequeños glaciares se ubican en la frontera con Chile (Cordillera Occidental), donde se encuentra el Sajama, el Parinacota, el Pomerape y el Acotango, este último casi extinto. Podemos decir que al hablar de glaciares en Bolivia, nos referimos a los glaciares del departamento de La Paz.

Al inicio de los años ochenta existían en Bolivia aproximadamente dos mil glaciares, de los cuales el 80% no abarcaba siquiera los 0,5 Km<sup>2</sup> cada uno. Según estas dimensiones, pueden considerarse glaciares pequeños. Para ese año el área total de glaciares era de 566 km<sup>2</sup>. El acelerado derretimiento de los glaciares comenzó a inicios de los ochenta, y se presume que en los últimos veinte o veinticinco años, un número importante de estos pequeños glaciares ha desaparecido: Algunos fueron documentados (medidos y caracterizados), pero la gran mayoría no tiene ningún registro. Actualmente se estima que los glaciares cubren aproximadamente 500 km<sup>2</sup>.

En comparación al número de investigaciones relacionadas a las ciencias naturales, durante los últimos diez a quince años ha habido una escasa investigación acerca de los impactos socioeconómicos causados por el retroceso de los glaciares. Por ejemplo, se están midiendo año tras año, el comportamiento de entre tres y cuatro glaciares. En Bolivia hay documentación muy importante sobre los mismos. Edson Ramírez, uno de los panelistas de este encuentro, conduce un proyecto de investigación en la UMSA apoyado por el IRD, Instituto francés de Investigación para el Desarrollo.

Mediante un estudio de los impactos socioeconómicos a nivel nacional, el BMI ha podido constatar que uno de los temas más importantes es la reducción de las reservas de agua de los glaciares que proveen de agua potable a La Paz y El Alto.

Queremos presentar como propuesta para la discusión las tareas pendientes que tiene Bolivia en relación al tema del retroceso de los glaciares. Estas se han asignado en base a la experiencia del trabajo en el país y a las recomendaciones generales de la conferencia de Quito.

Un tema importante es la incorporación de la población del área rural directamente afectada, especialmente en la discusión sobre los impactos y el diseño de las

estrategias de adaptación. Esto ha merecido de nuestra parte una postura autocrítica en el seminario de Quito, donde entre los participantes no habían grupos de base que podrían haber tenido un rol muy importante hacia el futuro. Otro tema relacionado es la realización de estudios de vulnerabilidad que permitan establecer e identificar aquellas regiones con mayor posibilidad de enfrentar la escasez de agua. En este sentido es importante unir esfuerzos para actualizar el inventario de los glaciares en Bolivia. Ello permitirá tener una idea real y concreta de la cantidad de glaciares con que cuenta el país, siendo importante no solamente la superficie de estos, sino el balance de masa, lo que indica la cantidad de líquido que puede aportar un glaciar en un momento dado. El inventario existente data del año 1991 y fue elaborado por un geógrafo alemán.

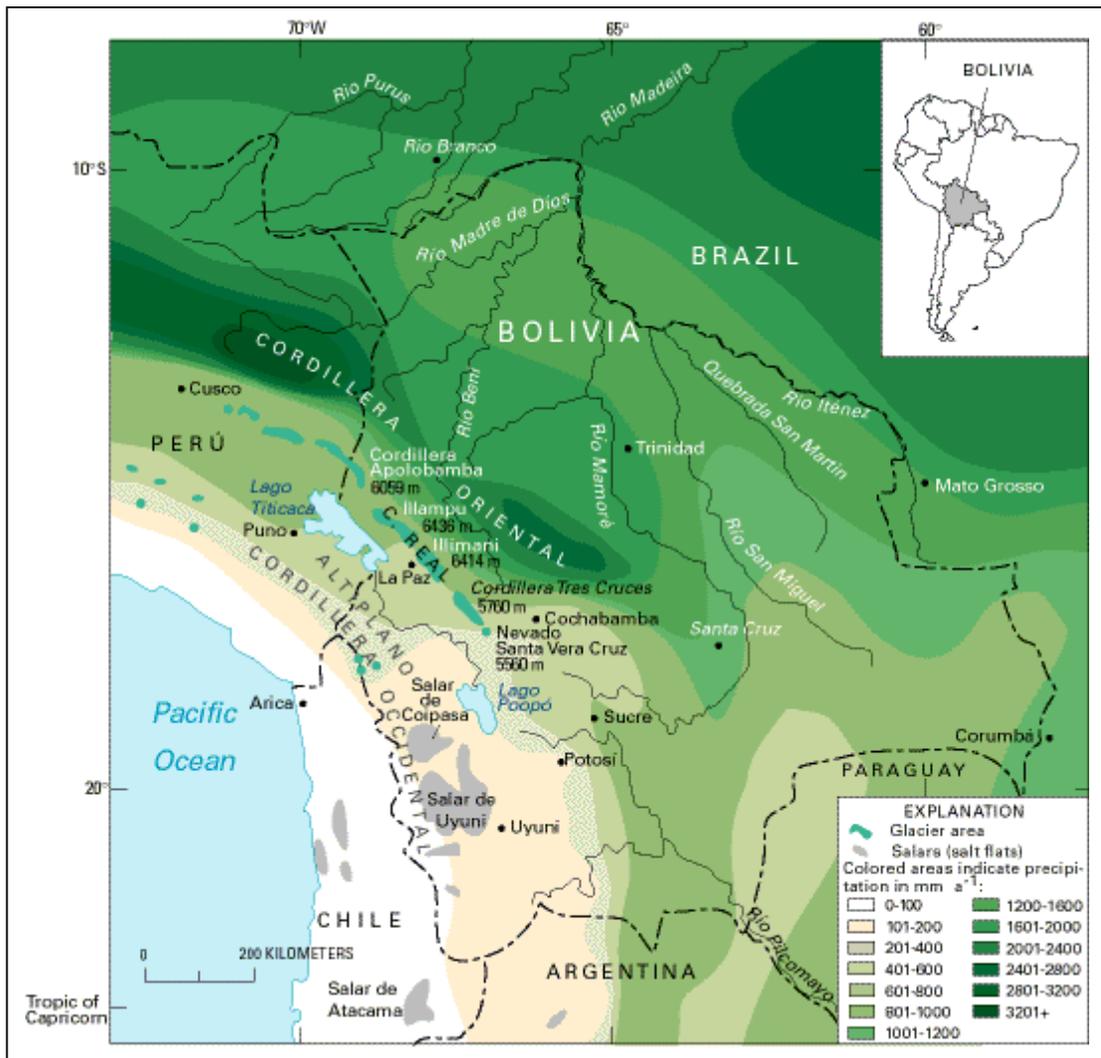


Figura 2: Ubicación de los glaciares de Bolivia (WGMS – World Glacier Monitoring Service)

Averiguar la relevancia de los glaciares sobre las actividades humanas es un tema que ya hemos mencionado y que tiene prioridad de ser atendido. Se necesitan más

investigaciones sobre impacto socioeconómico para saber mejor de lo que estamos hablando, para saber cuál es el daño, los costos adicionales que Bolivia tendría que asumir para mantener, por ejemplo, la producción hidroeléctrica y reemplazar el agua que proviene de la cordillera con otras fuentes. En relación al área rural, se tiene que estudiar el significado que tiene para las comunidades la reducción del agua en época seca, y cómo esta afecta su producción.

La planificación del uso racional del agua tiene dos aspectos importantes: la creación del nuevo Ministerio del Agua es un hecho no solamente novedoso, sino trascendental para Bolivia; la Ley de Aguas que está en discusión, podría incluir asimismo, la temática sobre el cambio climático.

Por otro lado, está la discusión sobre la disponibilidad del agua. Actualmente hay una discusión en torno al futuro de la empresa Aguas del Illimani y su administración. Sin embargo, se ha escuchado muy poco, en este contexto, sobre las fuentes de agua y su disponibilidad.

Otros puntos a considerarse en esta reunión son los siguientes:

(a) El retroceso de los glaciares bolivianos tendrá un impacto muy fuerte a nivel local. Ello significa que las autoridades municipales tendrán que jugar un rol fundamental sobre sus efectos. Hay un número importante de municipios pequeños en toda la cordillera y en el altiplano, por lo que deberán considerar más seriamente las medidas de prevención ante la inminente escasez de agua que se anticipa para el futuro cercano.

(b) Se deben también considerar las consecuencias que el retroceso de los glaciares tendrá en la planificación territorial a nivel nacional, departamental y municipal. Es urgente identificar a los actores y elementos clave para la implementación de estrategias de mitigación y adaptación: ¿quiénes son esos actores?, ¿quiénes tienen que tomar parte en las medidas para minimizar los impactos del deshielo de los glaciares?

(c) Otro tema que debe adquirir mayor relevancia, es el manejo integral de las cuencas de donde proviene el suministro de agua para La Paz y El Alto.

(d) La creación de áreas protegidas que permitan preservar los glaciares y las fuentes de agua, es una iniciativa que debe discutirse. Hay dos ejemplos que vale la pena señalar. Por un lado la declaración del Tuni Condoriri como Área Protegida Nacional, que data de 1942 y cuya gestión nunca se ha hecho realidad. El Tuni Condoriri que abarca toda la zona del Chacaltaya, del Huayna Potosí hasta la laguna Tuni, provee de agua a las ciudades de La Paz y el Alto. Actualmente el Servicio Nacional de Áreas Protegidas y el Club Andino Boliviano se han acercado para discutir las propuestas e iniciar la gestión relacionada a la protección de cuencas. Por otra parte, el municipio de La Paz ha tenido la iniciativa de declarar áreas protegidas municipales a las regiones de Hampaturi y Zongo, donde se genera una importante actividad hidroeléctrica.

(e) El último punto para la discusión es el de los mecanismos que se requieren incorporar para acercar el ámbito político con el de la ciencia. Como ya se mencionó, existen investigaciones realizadas hace quince años sobre el derretimiento de los glaciares, pero hay muy pocos políticos y tomadores de decisiones que están conscientes del problema. Este foro-debate puede ser el espacio que fomente la discusión sobre el tema, y al mismo tiempo ponga en conocimiento del público en general esta problemática.

A modo de conclusión, cabe destacar que la actual coyuntura política es favorable a esta discusión al haberse incorporado el Ministerio de Aguas, institución interlocutora a nivel gubernamental en la discusión y promoción de medidas frente al retroceso de los glaciares.

Por su parte, el Programa Nacional de Cambio Climático está elaborando una estrategia nacional en la que se debería incluir un componente sobre el tema de glaciares para ser presentado en la Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre la situación del cambio climático aquí en Bolivia.

Aunque lo expuesto no abarca el total del conjunto de tareas pendientes sobre el tema, se ha tratado de introducir las más importantes y urgentes, no sólo para el debate, sino también para la práctica.

## **Políticas Basadas en el Enfoque de Cuencas de los Recursos Naturales**

Carlos Laruta Vino  
Ministerio del Agua

En esta oportunidad se nos ha planteado como Ministerio del Agua, como instancia gubernamental, mostrar la política que tiene el Ministerio, y particularmente el Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos, en la temática de la gestión integrada de los recursos hídricos y en parte también sobre el manejo integral de cuencas.

A manera de introducción cabe mencionar que Bolivia se encuentra entre los países con mayor cantidad de recursos hídricos en el planeta, estos se encuentran contenidos en nevados, ríos, lagos, lagunas y humedales -de los cuales una buena parte son sitios Ramsar. Además se tienen acuíferos subterráneos que todavía no están cuantificados y aunque su verdadero potencial no ha sido todavía establecido, se consideran de mucha importancia. Se estima que en el país se cuenta con 50.000 millones de m<sup>3</sup> de agua.

En este sentido, como país ubicado al centro de Sud América, Bolivia es parte de tres macro cuencas: el Amazonas, que es la más grande, la cuenca Lacustre o Cerrada o Endorreica, y la cuenca del Plata.

Así mismo, Bolivia es uno de los países con mayor oferta de agua dulce por habitante en América Latina (aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup>/habitante/año).

La demanda actual es de poco más de 2.000 millones de metros cúbicos al año, es decir, de menos del 0,5% de la oferta total, con lo cual se puede afirmar que no existen problemas de recursos hídricos en Bolivia. Sin embargo, el problema radica en que esta cantidad de agua está mal distribuida. En algunas partes, especialmente en la cuenca del Amazonas, se tiene una gran cantidad de recursos hídricos, pero en la cuenca del Plata, en la parte del Chaco hay un gran déficit, al igual que en algunas regiones del altiplano sur de Bolivia.

En relación al consumo, el riego es la actividad de mayor consumo en el país, con alrededor del 94% de la demanda total de agua. El consumo humano está en segundo lugar con alrededor del 5% de la demanda total. Sin embargo, 2.4 millones de habitantes aún no tienen acceso al agua potable. En cuanto a la industria y la minería, estos usuarios representan aproximadamente el 1% de la demanda total en el país.

El empleo de los recursos hídricos se caracteriza también por un uso no consuntivo como vías de comunicación y para la generación de energía eléctrica. Existen 8.000 kilómetros de ríos navegables en la cuenca del Amazonas. Por otra parte tenemos que ENDE ha clasificado e inventariado ochenta y un potenciales fuentes de aprovechamiento hidroeléctrico con una capacidad instalada de once mil megavatios.

Se deben mencionar también los recursos hídricos transfronterizos: con la República del Brasil (2) el acuífero Jaci – Paraná y Parecis; con la República de Argentina y

Paraguay (4) el acuífero Toba, Yrendá, Tarijeño y Pantanal respectivamente; con la República del Brasil (5), el acuífero Pantanal; con la República de Chile (3) y Perú (1) el acuífero Ignimbritas Cordillera Occidental. ( ver figura 1)

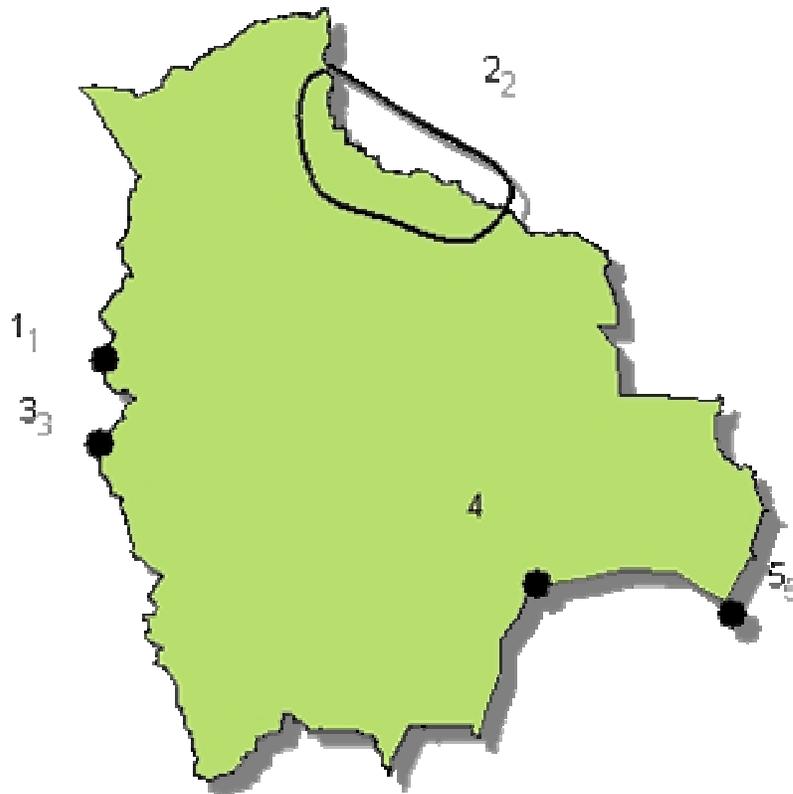


Figura 1: Ubicación de los recursos hídricos transfronterizos

El país tiene una gran riqueza de humedales, siendo los más importantes las planicies de inundación en los llanos en el Beni, y los bofedales en el altiplano. Se dispone además de un volumen no cuantificado de aguas subterráneas, cuya concurrencia está determinada por procesos geológicos-históricos. En realidad en Bolivia se tiene muy poco conocimiento acerca de los acuíferos, no se tiene un mapa que delimite la cantidad de acuíferos que existen y cuál es el potencial en contraste con las aguas superficiales, muchas de ellas también provenientes de los nevados.

Bolivia cuenta con un balance hídrico que no se ha actualizado durante los últimos años. A nivel local se requieren de estudios más detallados, además, la variación en la disponibilidad de las aguas superficiales está relacionada en gran medida con las tasas de precipitación. Una de las características de nuestro país es que así como existen lugares con alta precipitación, existen aquellos en los que las precipitaciones son menos frecuentes.

En la gestión de los recursos hídricos que lleva adelante el gobierno nacional, tenemos una problemática principal que es la contaminación. Se presentan distintos orígenes de la contaminación, entre los principales están: la contaminación de los recursos hídricos por actividad minera, la cual produce infiltración de aguas ácidas en

algunos lugares; contaminación de ríos que atraviesan las principales ciudades causadas por aguas residuales e industriales, un claro ejemplo es la ciudad de El Alto y la ciudad de Viacha, y la contaminación de cursos de ríos por la explotación aurífera con índices de mercurio. Esto ocurre principalmente en el sistema amazónico.

Los objetivos institucionales del gobierno nacional respecto a los recursos hídricos, se resumen en la intención de “coadyuvar a la protección de la calidad de los recursos hídricos, promover la implementación de acciones que permitan reducir los impactos de eventos climáticos extremos, la degradación de las cuencas y los efectos del cambio climático”.

La legislación relacionada a los recursos hídricos contempla la ley actualmente vigente, pero que debe ser reformulada. Esta ley denominada “Ley de Dominio y Aprovechamiento de Aguas” se basa en el Decreto del 8 de Septiembre de 1879 elevado recién a rango de Ley el 28 de Noviembre de 1906. Asimismo, se tiene el Código Civil de 1976 donde se dispone lo siguiente: “El recurso hídrico es un bien accesorio de la tierra, por lo tanto, el dueño de este recurso natural es quien posee la propiedad del predio”.

Por otra parte, el Precepto Constitucional del 28 de octubre de 1938, establece el dominio originario del Estado sobre los recursos naturales renovables y no renovables, así como todas las fuerzas físicas susceptibles de aprovechamiento económico. Este precepto está contenido también en el artículo 136 de la Constitución Política del Estado en el que se establece el dominio del Estado sobre todas las fuentes de agua.

Otras normas que orientan el uso de los recursos hídricos son: la “Ley de Medio Ambiente” en la que se establece la planificación y conservación de las aguas y el manejo integral y control de cuencas; la reciente “Ley de Organización del Poder Ejecutivo” que formula políticas para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, tomando a la cuenca como unidad de manejo y estableciendo programas para su protección en el entendido de que la cuenca es la unidad de gestión. Además, las Leyes de Participación Popular y Descentralización Administrativa que establecen que las Prefecturas y Municipios deben proveer una gestión racional de los recursos naturales, entre ellos el manejo integrado de los recursos hídricos y el manejo integral de cuencas.

Entre algunos temas de debate acerca de los recursos hídricos están los derechos de uso y aprovechamiento en régimen de concesiones, el reconocimiento de los usos y costumbres de pueblos indígenas y campesinos, que es un aspecto muy importante, así como la transferencia de los derechos y creación de mercados. Además, están en discusión los usos y prioridades en el consumo humano, en el riego, la energía, la navegación y el turismo.

Por otra parte, hay que mencionar algunos problemas respecto a la información sobre recursos hídricos como la insuficiencia y hasta deficiencia en el almacenaje y sistematización de datos meteorológicos e hidrológicos.

Con respecto al recientemente creado Ministerio del Agua, hay algunas características que en esta oportunidad cabe mencionar. Este Ministerio tiene tres viceministerios que han sido modificados con la nueva Ley de Organización del Poder Ejecutivo: el Viceministerio de Servicios Básicos, el Viceministerio de Riego y el Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos; tenemos además, el Consejo Técnico Social y el Consejo Interinstitucional del Agua, encargados de llevar adelante el planteamiento de la nueva Ley de Aguas.



Figura 2: Estructura del Ministerio del Agua

El Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos (VCRH), tiene una Dirección General que a su vez se compone de tres unidades: la Unidad de Calidad de Aguas, la Unidad de Cuencas y Recursos Hídricos, y la Unidad de Aguas Internacionales.



Figura 3: Estructura del Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos

La misión del Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos es la de formular y promover la aplicación de políticas, normas, instrumentos técnicos y metodológicos para la gestión integrada participativa y sostenible de los recursos hídricos, considerando a la cuenca como unidad de gestión, estableciendo planes y programas para su manejo. Este Viceministerio es aún más nuevo todavía que el Ministerio del Agua, y tiene varios objetivos institucionales y también muchos lineamientos estratégicos.

El primer objetivo estratégico es el de establecer y consolidar de manera participativa y concertada, las bases y condiciones que permitan el ordenamiento jurídico para la gestión de los recursos hídricos, con los siguientes lineamientos estratégicos:

- Modernizar, adecuar y/o complementar el marco normativo vigente.
- Difundir y promover la aplicación del marco normativo adecuado y complementado.
- Evaluar el desempeño y el impacto de la aplicación del marco normativo desarrollado.
- Desarrollar normas jurídico – técnicas que regulen el uso y aprovechamiento del agua y de los recursos hídricos.
- Evaluar el impacto de la aplicación de la normativa técnica y jurídica generada.
- Consolidar la participación y concertación de todos los subsectores y usuarios, así como la prevención y resolución de conflictos.

El segundo objetivo es establecer lineamientos y generar instrumentos técnicos y metodológicos de planificación que orienten y coadyuven a la gestión integrada de los recursos hídricos:

- Formular la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
- Implementar el Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
- Establecer orientaciones e instrumentos que faciliten la implementación de la gestión y manejo de cuencas.
- Consolidar la implementación de instrumentos técnicos y metodológicos.

El tercer objetivo tiene que ver con la implementación de planes, programas y proyectos para el ordenamiento, preservación, recuperación, rehabilitación, protección, desarrollo y conservación de cuencas en áreas priorizadas:

- Ajustar instrumentos de planificación estratégica y operativa.
- Asegurar recursos financieros para el desarrollo de los componentes del Plan Estratégico Institucional del VCRH.
- Ejecutar, desarrollar, consolidar y evaluar el Plan Nacional de Cuencas.
- Implementar, desarrollar y evaluar el Plan de Acción de Lucha Contra la Desertificación y Sequía.

El cuarto, establecer las condiciones técnicas que permitan la fiscalización, prevención y control de la contaminación hídrica:

- Promover la implementación de proyectos de monitoreo de la calidad de aguas.
- Desarrollar e implementar mecanismos técnicos y financieros para el monitoreo y la fiscalización de la calidad de los recursos hídricos.
- Promover la prevención y control de la contaminación hídrica en el marco de la normativa ambiental vigente.
- Apoyar técnicamente en materia de contaminación hídrica

El quinto: promover la participación efectiva de la sociedad civil en los proceso de desarrollo e implementación de la gestión integrada de recursos hídricos.

- Promover el desarrollo de capacidades y formas de organización para la GIRH y MIC a nivel local.
- Implementar y desarrollar los mecanismos de organización para la gestión social en cuencas.

Finalmente, el sexto objetivo: generar, desarrollar, sistematizar y socializar información confiable actualizada de manera oportuna, para apoyar la planificación y la toma de decisiones en la gestión integral, participativa y sostenible de los recursos hídricos y el manejo integral de cuencas:

- Diseño, implementación y operación del Sistema de Información sobre Recursos Hídricos y Cuencas.
- Desarrollar la capitalización y sistematización de experiencias en Gestión Integral de Recursos Hídricos.
- Difundir y socializar experiencias sistematizadas en Gestión Integral de Recursos Hídricos

Como parte de los planes y programas que lleva adelante el Viceministerio de Cuencas, hay dos que son los más importantes. Por un lado el Plan Nacional de Cuencas que lleva adelante el Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos. Este es un programa interinstitucional y de red de alianzas implementado como gestor con una estrategia de fomento, facilitación y fortalecimiento de diferentes modalidades de la gestión integrada de recursos hídricos y el manejo integrado de cuencas en nuestro país. Asimismo, es un programa de aprendizaje que facilita el desarrollo de capacidades individuales e institucionales, promueve la organización de usuarios y plataformas regionales, estableciendo la coordinación y la sinergia institucional y sectorial de manera horizontal y vertical.

El Programa Nacional de Cuencas es un instrumento técnico y financiero que permite ejecutar intervenciones e inversiones bajo un enfoque integral de cuencas del país. Como la parte más sobresaliente de este Plan Nacional de Cuencas, se ha implementado un segundo Programa Nacional de Cuencas que se lleva adelante con catorce proyectos priorizados en seis departamento del país, y doce proyectos aprobados por el VIPFE y priorizados para los próximos cinco años.

Además, como parte importante de las actividades del Viceministerio de Cuencas tenemos la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. En la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Río de Janeiro de 1992, se hizo necesario definir una estrategia para hacer frente a este fenómeno. Uno de los logros fue la Agenda 21, el Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible a ser aplicado a nivel global por los gobiernos, las agencias de las Naciones Unidas, las organizaciones no gubernamentales y otros grupos de la sociedad civil. Esta agenda contempla el desafío del desarrollo en zonas secas contenido en el Capítulo XII, así como la consecución de convenios de cambio climático y biodiversidad. En este marco y mediante la promulgación de la Ley N° 1688, el año 1997 Bolivia ha ratificado la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía.

Entre los programas subregionales está el Programa de Acción Subregional del Chaco Americano, el Paz-Chaco que involucra a los tres países de la cuenca del Pilcomayo: Argentina, Bolivia y Paraguay, además el manejo sostenible de tierras en el ecosistema transfronterizo del Gran Chaco americano, y el manejo de los recursos naturales en el Chaco Sudamericano con el apoyo de la GTZ.

Lo anteriormente expuesto ha intentado mostrar una visión general de lo que representa el recientemente creado Ministerio del Agua y las actividades que viene realizando como instancia gubernamental competente en este aspecto, para llevar adelante la gestión integrada de los recursos hídricos y el manejo integral de cuencas, aspectos que enmarcan la visión y la misión del Ministerio del Agua.

## **Impacto del Cambio Climático sobre la Disponibilidad de Recursos Hídricos**

Dr. Edson Ramírez  
Instituto de Hidráulica e Hidrología - UMSA

Los resultados que se van a presentar en esta oportunidad, son producto de un programa de investigación que se viene realizando desde hace ya quince años. El mismo tuvo su punto de partida el año 1991 y estuvo impulsado por la cooperación científica francesa gracias a la iniciativa del Dr. Bernard Francou. En aquel entonces, lo que hoy se conoce como el IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo), era conocido como ORSTOM.

El actual programa de investigación es ejecutado de manera conjunta con el Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés. Existen dos grupos de investigación, uno el GREATICE y otro denominado GRANT. Este último se formó a principios del año 2006 y estudia el impacto del cambio climático sobre la disponibilidad de recursos hídricos y pretende aplicar los resultados de su investigación científica a las necesidades humanas. En ese marco, en esta oportunidad se presentarán los resultados de un caso muy especial como lo es la cuenca del Tuni Condoriri.

Como se había mencionado, el objeto de nuestro estudio son los glaciares tropicales. Pero, ¿qué son los glaciares tropicales? Por qué nos interesa estudiar principalmente esta zona ubicada en la Cordillera de los Andes?

Los glaciares tropicales son aquellos que se encuentran en la franja tropical. A nivel mundial los glaciares tropicales ocupan el 5% de la superficie total, pero de este 5%, el 99% está concentrado sobre los Andes, el 70% de este 99% se distribuye en el Perú, el 20% en Bolivia y el 10% en el resto de los otros países.

Los glaciares tropicales son más vulnerables frente al cambio climático que el resto de los glaciares del mundo. ¿Por qué son tan vulnerables los glaciares tropicales?, ¿por qué se diferencian tanto de los glaciares de las altas latitudes como los glaciares alpinos? La respuesta está en la distribución de las precipitaciones y en la temperatura. En los Alpes, la época de lluvias o la época donde se puede alimentar o recargar un glaciar corresponde al periodo del invierno, donde se registran bajas temperaturas.

Por otra parte, en los glaciares de altas latitudes de Sudamérica se observa de igual manera que las precipitaciones se presentan principalmente durante los meses de mayo, junio y julio durante los cuales las temperaturas también son bajas, como es el caso de los glaciares en Chile y Argentina.

Pero si observamos los datos climáticos de una de las estaciones en La Paz (ver gráfico), sobre una de las estaciones que tenemos en el glaciar Chacaltaya, podemos apreciar que el inicio de las precipitaciones se presenta durante el mes de septiembre, pero los valores más altos de precipitación se presentan durante los meses de diciembre, enero y febrero, periodo que denominamos el verano austral y en el que se registra mayor radiación. Esta característica tan particular, hace que los

glaciares tropicales tengan menos oportunidad de recarga, lo que en el contexto climático de calentamiento global provoca que nuestros glaciares sean extremadamente sensibles, es decir que pequeños cambios en las variables meteorológicas producirán impactos muy significativos en un glaciar.

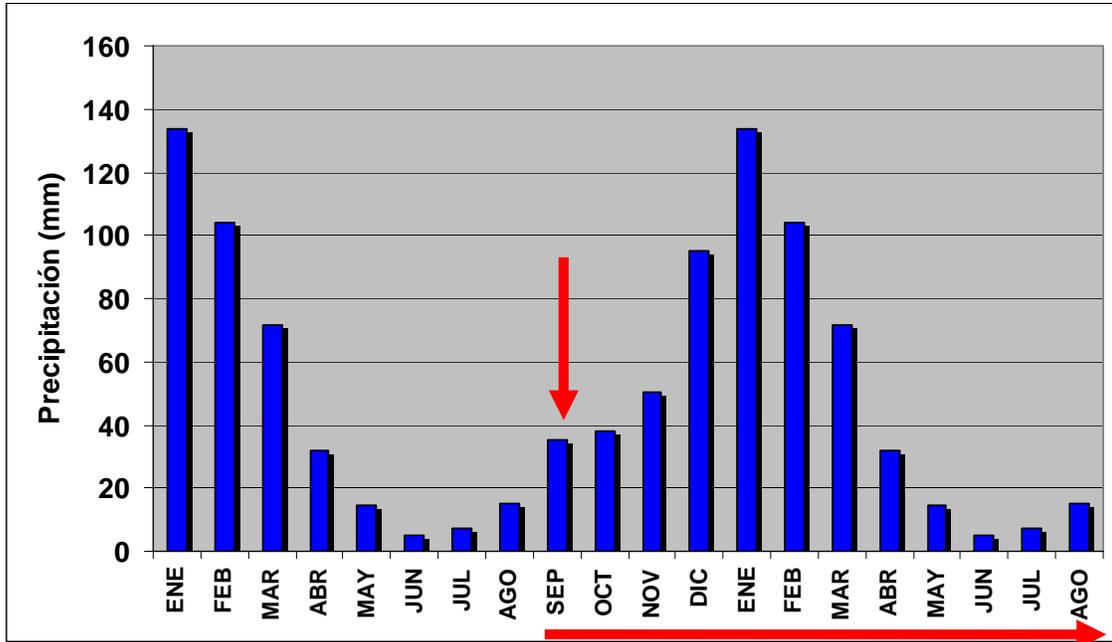


Figura 1: Régimen de precipitaciones en los Andes Tropicales (Chacaltaya)

La distribución de la precipitación de esta naturaleza, se debe a que toda la banda tropical es la banda que recibe la mayor energía solar y se constituye por lo tanto, en el motor de la circulación atmosférica.

Utilizando la figura 2, se puede explicar la forma en que se distribuyen las precipitaciones durante el mes de enero y julio, y se grafica mejor el comportamiento de los glaciares. La línea segmentada es la denominada zona de convergencia intertropical. Dependiendo de la posición de esta línea, se definen los periodos estacionales de época seca y época húmeda. En enero la ubicación de la zona de convergencia tropical origina la época húmeda en los Andes, mientras que durante la época seca, la línea se desplaza hacia el norte.

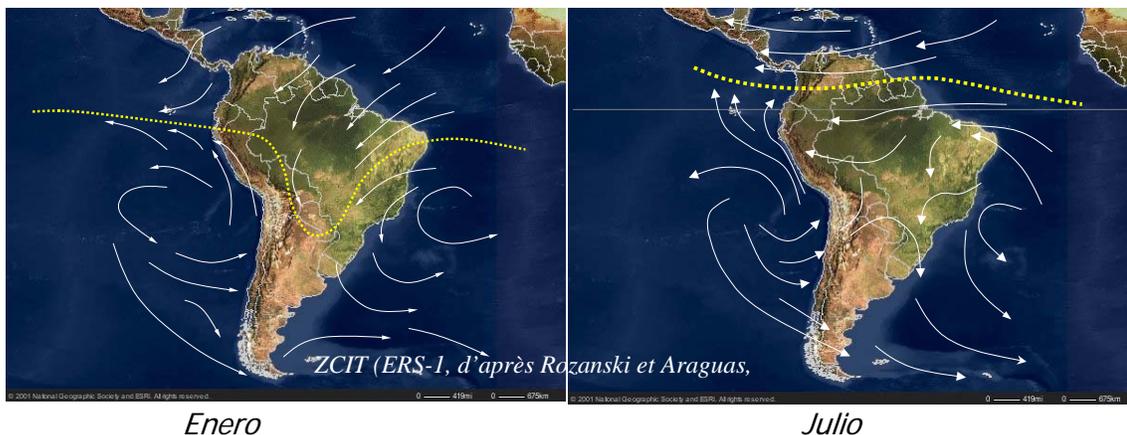


Figura 2: Posición de la zona de convergencia intertropical

Además, debemos tomar en cuenta efectos y fenómenos que se presentan a nivel climático. Uno de los más conocidos es el de El Niño. ¿En qué consiste este fenómeno? Normalmente, en la superficie del océano existen corrientes de vientos que se distribuyen de este a oeste, empujando siempre las masas de aire y reteniendo las masas calientes a nivel de Australia, pero en algunos años estos vientos se debilitan tanto, que hacen que estas masas calientes se desplacen hacia el sector de la costa peruano –ecuatoriana, lo que provoca un cambio o una alteración en el ciclo o en las condiciones meteorológicas normales. En la zona de los Andes, El Niño se caracteriza por provocar periodos secos o básicamente sequías.

El programa de monitoreo de glaciares no solo se aplica en Bolivia, sino que es toda una red de monitoreo ejecutada por el grupo de científicos de nieves y hielos que estudiamos principalmente en toda la zona tropical, y particularmente en Latinoamérica. Los glaciares que estamos estudiando en este momento son: en Bolivia el glaciar de Zongo y el glaciar de Charquini, en el Ecuador el glaciar Antisana y en el Perú el Artesonraju y el Yanamarey.

Para entender cuál es la dinámica del glaciar, decimos de forma bastante simple que el glaciar se alimenta principalmente por precipitación, en este caso es precipitación sólida. Esto produce una capa o cobertura de nieve que posteriormente y debido a la radiación y otros efectos, provoca una evaporación o una sublimación y un escurrimiento superficial. Un glaciar está dividido principalmente por dos zonas: una zona alta o zona de acumulación, de la cual se alimenta el glaciar, y una zona baja que es una zona de pérdida o lo que llamamos una zona de ablación. El límite entre estas dos zonas es lo que se denomina línea de equilibrio.

Cuando un glaciar se recarga, produce una extensión del frente del glaciar en forma de lengua, sin embargo cuando el glaciar no se alimenta, se produce un retroceso y que es lo que estamos observando en los últimos años. Cuando el glaciar se extiende funciona a manera de una topadora arrastrando material a su paso. Al retraerse deja a su paso unas marcas sobre el terreno conocidas como las morrenas las cuales permiten conocer las extensiones máximas que el glaciar ha ocupado. Por ejemplo, en la figura 3, se muestra la evolución del retroceso del glaciar Chacaltaya (donde se

observa la morrena frontal del año 1925, así como la morrena de la edad de hielo), este glaciar es uno de los más estudiados en Bolivia.

Por otra parte, en la figura 4, se muestra la evolución del glaciar Antizana en Ecuador, donde se observa como se ha producido el retroceso del frente del glaciar. Se observa en particular la correspondencia entre los denominados eventos del Niño y los valores de pérdida de masa que tiene el glaciar.

El glaciar Chacaltaya, ubicado muy cerca de la ciudad de La Paz, ha sido uno de los sitios emblemáticos de Bolivia como la pista de esquí más alta del mundo. Para los científicos se ha constituido en un verdadero laboratorio de investigación a escala real. Este glaciar es representativo de los glaciares de la Cordillera Real, donde el 80% de los glaciares tienen una extensión menor a 0.5 km<sup>2</sup>. El glaciar Chacaltaya tiene una exposición sur, y forma parte de la cuenca del Río Choqueyapu.

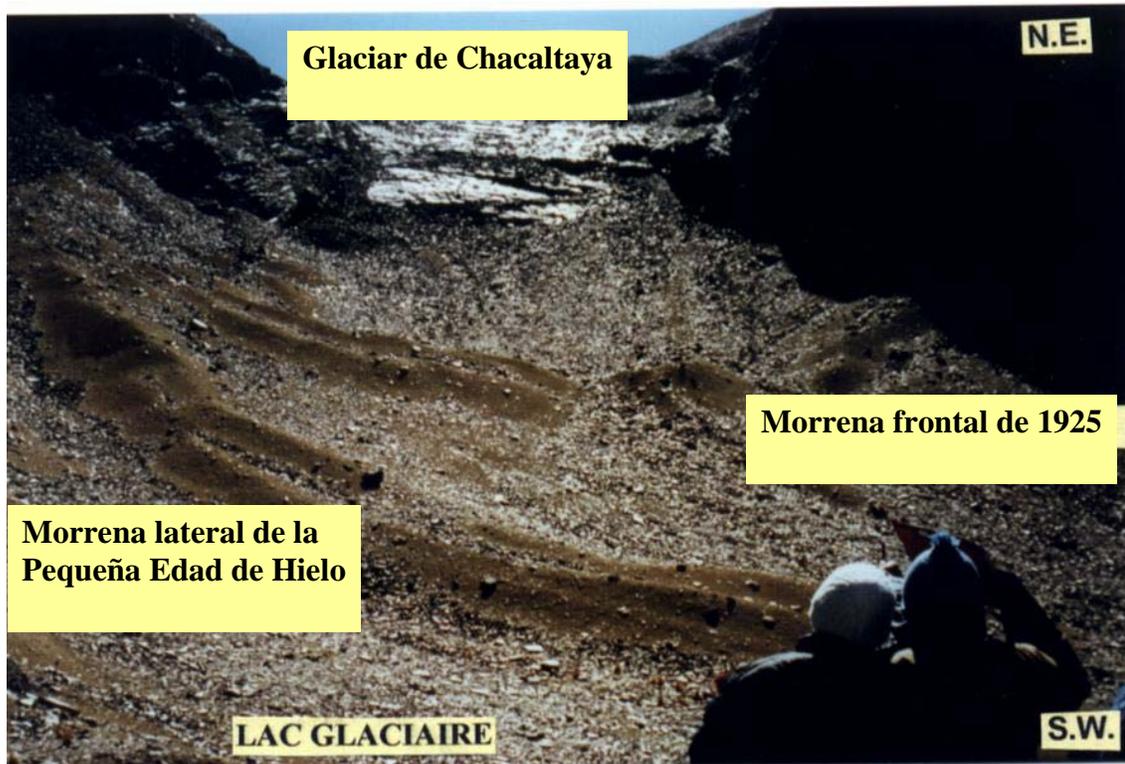


Fig. 3: Retroceso del glaciar Chacaltaya

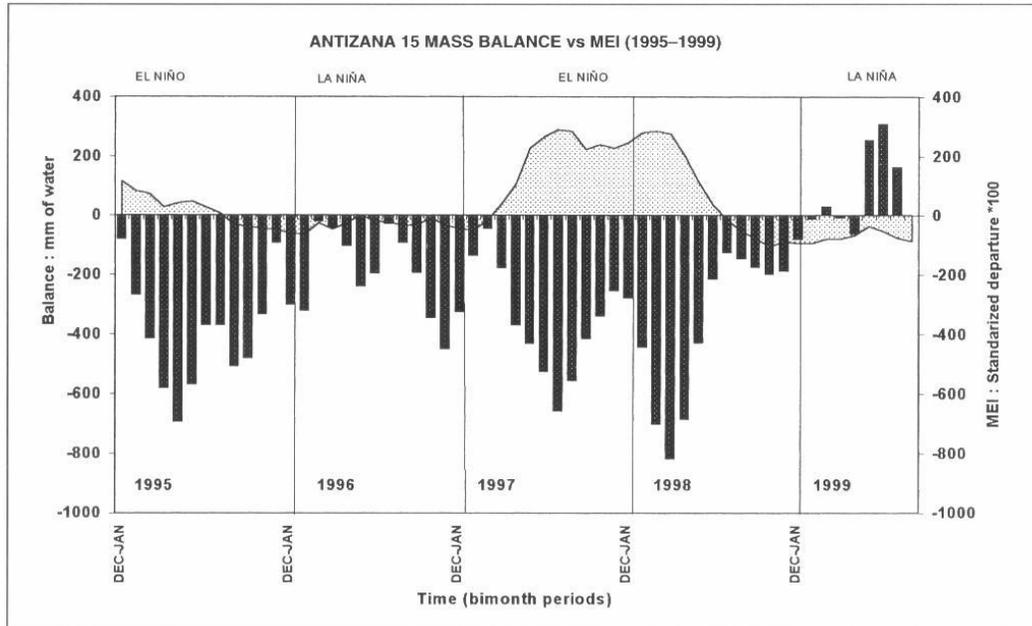


Figura 4: Evolución del balance neto en la zona de ablación del glaciar Antizana

En la figura 5, se muestra un mapa de espesores construido el año '98, a través del cual se pudo saber cuáles eran los sectores más vulnerables y cuál iba a ser la evolución del glaciar. Este mapa nos ha ido mostrando de una forma muy precisa a través del tiempo, la coincidencia con los datos observados en campo.

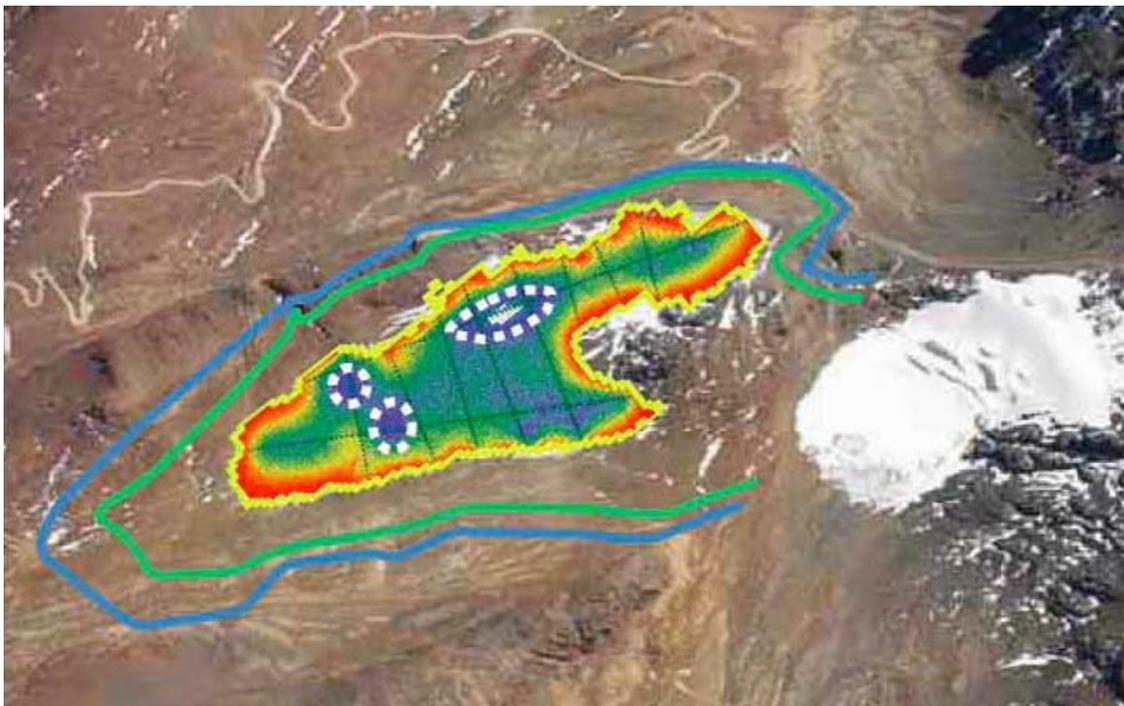


Figura 5: Mapa de espesores del glaciar Chacaltaya (1998)

En la figura 6, se muestra una secuencia histórica del glaciar Chacaltaya. En 1940 el frente del glaciar estaba al borde de un camino que existe en el lugar, pero a partir del año ´80, este glaciar ha ido perdiendo masa de manera acelerada. Entre el año ´96 y ´98, periodo del Niño, se observa el retroceso del glaciar y un cambio en la calidad del hielo. Cuando el hielo es bastante oscuro y sucio como en este caso, el glaciar gana mayor energía, por lo tanto, se produce mayor fusión del mismo. En la imagen del año 2000, el glaciar empieza a dividirse siguiendo la misma tendencia que se había generado en el modelo de espesores. Para el año 2003 se ven imágenes más dramáticas en las que el glaciar se ha dividido en tres porciones y el hielo sigue siendo de mala calidad. En una vista reciente solamente se pueden ver dos pequeñas manchas de hielo, gracias a lo cual el Chacaltaya ya no tiene la condición de glaciar.

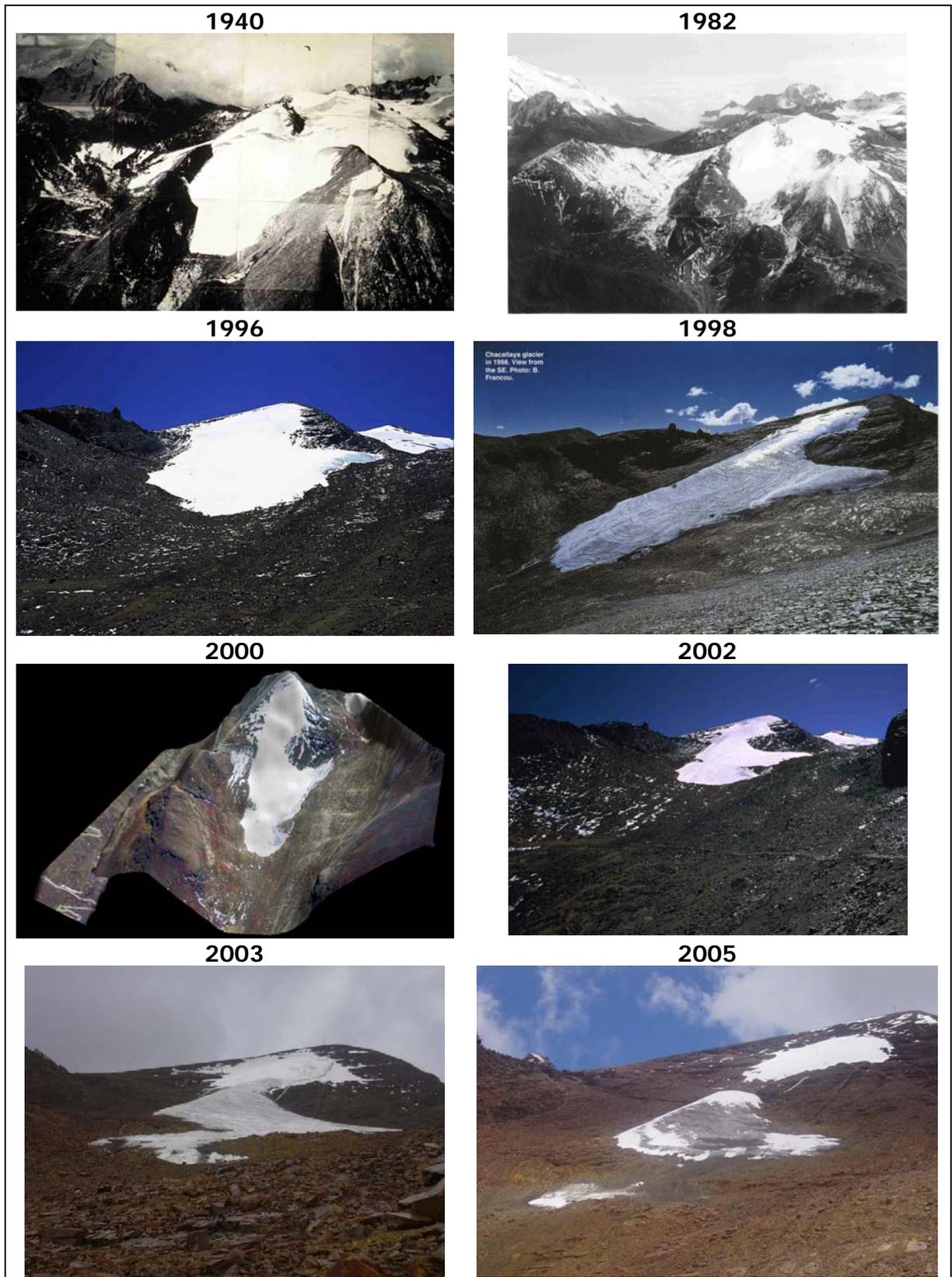


Figura 6: Registro fotográfico del retroceso del glaciar Chacaltaya

La evolución del Chacaltaya nos muestra un caso dramático del retroceso de los glaciares, este fenómeno no solamente ocurre en los glaciares de Bolivia, sino que afecta a todos los otros glaciares a nivel tropical tal como muestra el gráfico siguiente (figura 7), donde se observa que las curvas de evolución de diferentes glaciares ubicados en el Ecuador y Perú sufren una disminución dramática a partir de los años ´80.

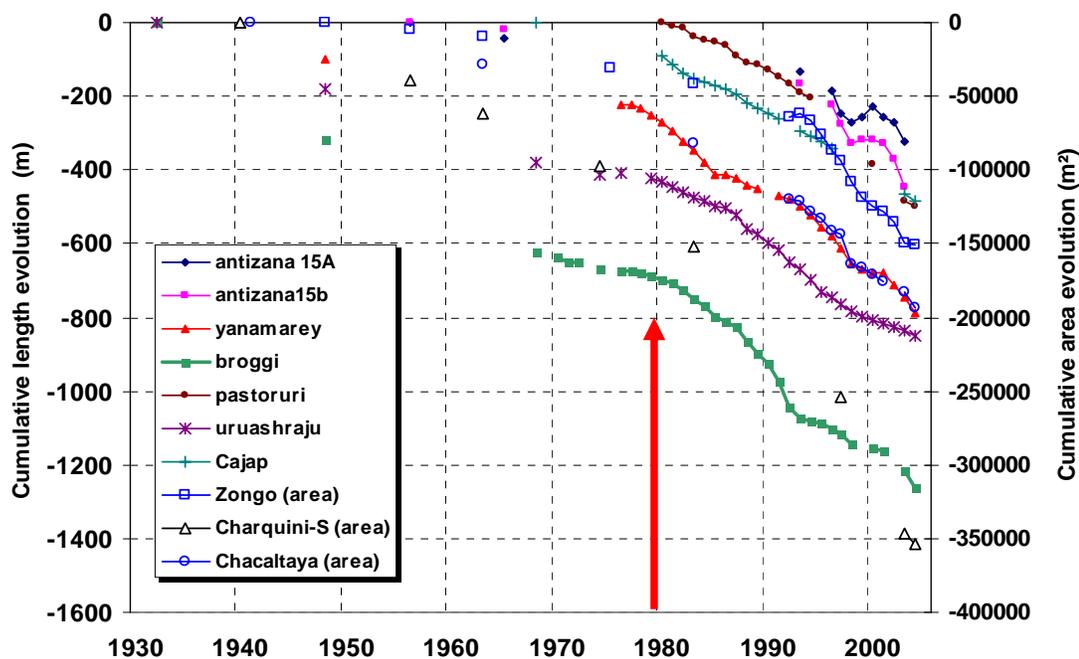


Figura 7: Incremento en las proporciones del retroceso glaciar desde 1976-1980 de glaciares de los andes tropicales

Como en el caso del Chacaltaya, la aparición de los eventos de El Niño todavía produce un efecto más drástico. En el periodo 97- 98, el glaciar ha tenido una pérdida muy significativa de masa a consecuencia de El Niño. Para este glaciar se estima una pérdida de aproximadamente un metro de espesor por año, pero durante el paso de El Niño, el glaciar ha perdido irreversiblemente cuatro metros de espesor. Estos resultados se obtienen del balance de masa anual, es decir, de la medición mensual de la variación de espesor del glaciar. El propósito de esta medición es realizar un balance mediante el cual se determinan las diferencias de espesor de cada lámina de agua. Cabe destacar que nuestro grupo de investigación es uno de los pocos a nivel mundial que se ocupa de realizar balances mensuales con un destacable nivel de detalle. El retroceso drástico de un glaciar durante el evento de El Niño, ocurre también por la baja nubosidad y un bajo albedo que caracterizan este periodo.

Actualmente, a través de este programa de investigación denominado GRANT, se están estudiando además los glaciares del sector del Tuni Condoriri con el propósito de entender las características hidrológicas de una cuenca con cobertura nival y de

importancia para la provisión de agua para el consumo humano. Cada vez que hay precipitación en la cuenca, existe inicialmente un escurrimiento directo a nivel superficial y, posteriormente, un escurrimiento retardado que proviene del glaciar; de ese modo funciona como un reservorio natural.

En la cuenca Tuni Condoriri tenemos dos programas de investigación. Uno apoyado por el Programa Nacional de Cambios Climáticos, y otro respaldado por el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), implementado por el equipo de investigación GRANT (Glaciares y Recurso Agua en los Andes Tropicales).

El interés de estudiar el sector del Tuni Condoriri radica en su relación con la provisión de recursos hídricos y la generación de energía eléctrica para la ciudad de La Paz.

En esta ocasión se presenta también una parte de los resultados que estamos obteniendo de estos estudios. A través de una restitución fotogramétrica del año '83 de los glaciares Tuni Condoriri y su comparación con fotografías tomadas en campo este año (2006), se aprecia el retroceso dramático que han tenido estos glaciares. Realizando un cálculo observamos que en este periodo (1983-2006) se ha perdido un 30% de la superficie glaciar.

Pero además de este cálculo, nos interesa cuantificar qué representa esta disminución en términos de recursos hídricos. Para este fin estamos realizando análisis y modelaciones considerando a la cuenca como un sistema en el cual tenemos entradas y salidas, y que el retroceso del glaciar va a producir una variación del volumen de agua en un determinado tiempo.

En la cuenca del Tuni Condoriri se han establecido tres estaciones hidrológicas donde se realiza el aforo de las aguas que provienen del nevado. Hasta la fecha se han colectado datos mensuales del caudal de un periodo comprendido de quince años. Una de las estaciones de aforo se encuentra en la represa Tuni que justamente recoge las aguas que provienen del glaciar. Aquí hay que mencionar que apoyamos la idea de establecer un área protegida en esta zona, pues así también se podría proteger los sectores donde se están tomando las mediciones, ya que uno de los grandes problemas que enfrentamos es el deterioro y robo de nuestras estaciones.

Con el propósito de estimar el aporte hídrico se realizan balances de aporte de masa ( $m^3$  de agua) de los diferentes sistemas que alimentan toda la ciudad de La Paz como Incachaca, Hampaturi, Milluni, Choqueyapu y Tuni que es el que nos interesa.

Para poder entender mejor, cuantificar y crear escenarios de lo que se puede esperar en las próximas décadas, se han aplicado diferentes modelos. En este caso explicaré el modelo de precipitación-escorrentía (Modelo CHAC-Simula), que es un modelo matemático que toma en cuenta el efecto de la precipitación que se infiltra a la zona no saturada la cual posteriormente se evapora. Además, se considera un excedente que genera escorrentía superficial y escorrentía subterránea. Finalmente, todo se traduce en la escorrentía total. En este caso la escorrentía total es lo que se aporta a la represa de Tuni.

En la figura siguiente se muestran los resultados de este modelo y se presentan los datos simulados y los datos observados. De esta manera podemos observar la correspondencia de cómo se logra reproducir este fenómeno. Este tipo de modelo responde directamente al efecto de la lluvia, vale decir que si tenemos alta producción de lluvia, vamos a tener una alta producción de caudal y viceversa, si tenemos baja producción de lluvia el modelo va demostrar que tenemos baja producción de caudal.

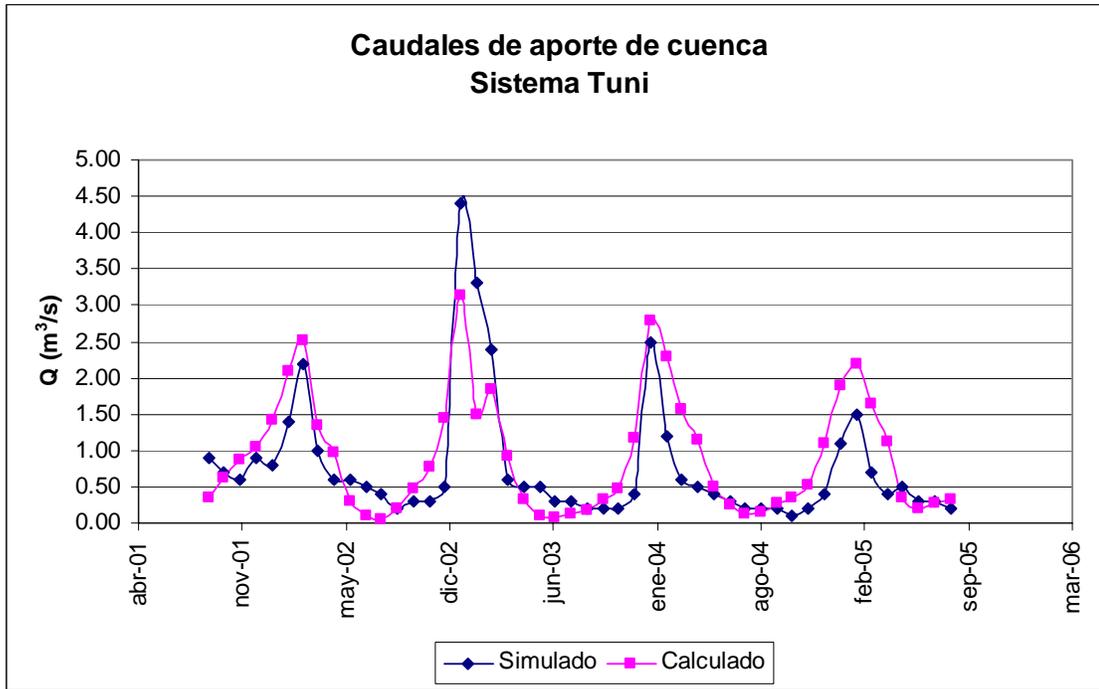


Figura 8: Caudales de aporte de cuenca. Sistema Tuni, según Ramallo 2006.

Observamos un año muy particular que es el periodo 1982-1983, durante el cual el modelo muestra una discrepancia entre lo observado y lo calculado. En este año en el que ocurre el fenómeno de El Niño, la precipitación es baja, por tanto el modelo nos predice bajo caudal, pero en la realidad lo que observamos es un pico alto de caudal y esto es precisamente el efecto del aporte de glaciar por derretimiento. De ese modo podemos saber y cuantificar cuál es el aporte del glaciar y cuál su aporte durante un evento de El Niño.

Todo el análisis de las curvas de masa que en realidad representarían los aportes que se tendría en términos de cuenca, se ha contrastado con los datos de demanda de recurso hídrico. Los datos de la proyección respectiva muestran que las dos curvas (oferta y demanda) se cruzan el año 2009, lo que significa que partir de ese año, tendremos serios problemas en el abastecimiento de agua potable con el consiguiente racionamiento, principalmente en la ciudad de El Alto y parte de las laderas de la ciudad de La Paz. Este es un dato alarmante si tenemos en cuenta que faltan tan solo tres años en los cuales tendremos que tomar medidas de prevención y adecuación.

Estos resultados de ninguna manera pretenden crear sensacionalismo, sino más bien, advertir sobre un problema real y presente. Hace diez años, cuando hablábamos de lo que iba a suceder con el glaciar de Chacaltaya y su desaparición, muy pocos fueron quienes realmente pusieron interés en este problema. Actualmente, cuando ya no existe el glaciar, recién empezamos a preocuparnos. Los resultados que presentamos ahora tienen el objetivo de crear conciencia, de que es el momento en que debemos tomar acciones inmediatas.

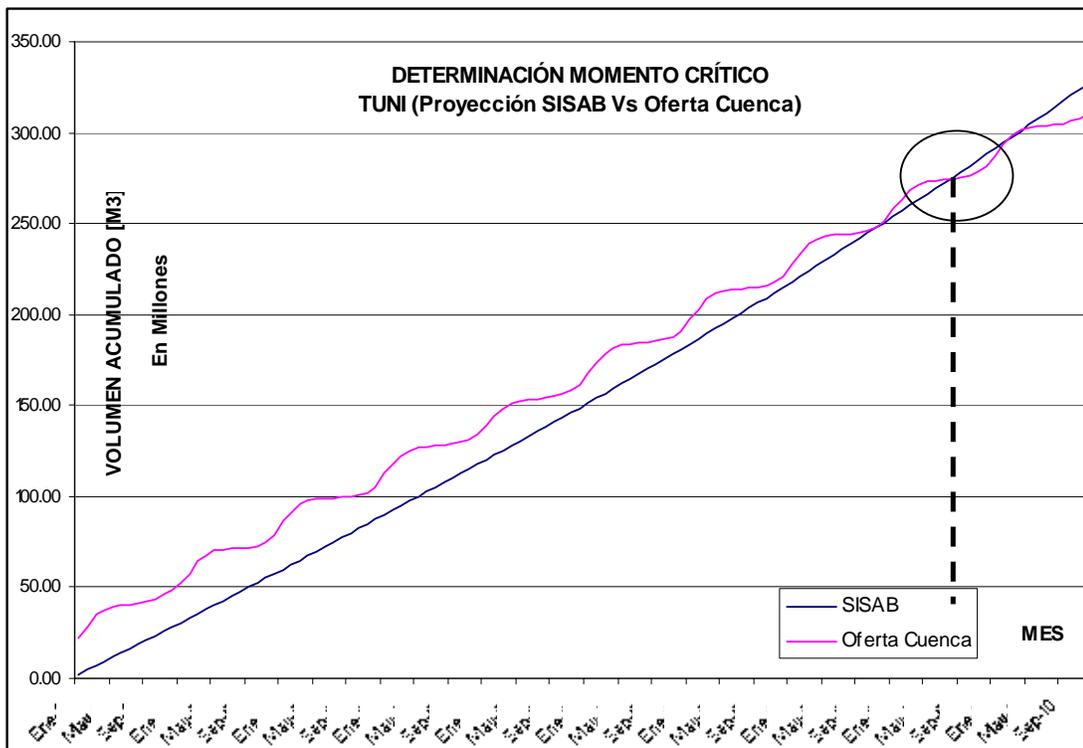


Figura 9: Determinación de momento crítico de aporte de agua según Ramirez & Olmos 2006.

Como conclusiones de este trabajo tenemos principalmente que:

- Como la mayor parte de los glaciares de la Cordillera de los Andes, los glaciares del Tuni Condoriri han acelerado su retroceso desde mediados de los '80 en respuesta a los importantes cambios climáticos observados a nivel mundial.
- La temperatura se ha incrementado en más de 0,5° en los últimos treinta años, lo que provoca un incremento de las tasas de derretimiento observadas en este periodo.
- La alta frecuencia y la evolución espacio-temporal de los eventos de El Niño desde mediados de los '70, juntamente con el calentamiento global de la troposfera sobre los Andes Tropicales, explica la reciente dramática

disminución de los glaciares en esta región, vale decir que la aparición cada vez más frecuente y más intensa de los eventos de El Niño, están provocando este derretimiento acelerado en los glaciares tropicales.

- Es urgente la planificación de medidas de adaptación y formulación de nuevas reglamentaciones de gestión de los recursos hídricos para las próximas décadas, tomando en cuenta un estrés hídrico inminente para la ciudad de El Alto y parte de la ciudad de La Paz. Actualmente se habla mucho sobre la guerra del agua, existiendo grandes conflictos en la discusión de quiénes se harán cargo de su administración. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que hay un problema más de fondo, la disponibilidad de agua, es decir, que aparte de la preocupación de quién va a hacerse cargo de la administración, debemos preocuparnos del abastecimiento de este recurso para las siguientes décadas.

## Proyecto Andino de Adaptación al Cambio Climático

Oscar Paz  
Programa Nacional de Cambios Climáticos

El Programa Nacional de Cambios Climáticos depende, luego de la nueva reforma institucional, del Viceministerio de Planificación Territorial y Medio Ambiente, pues el nuevo gobierno ha considerado que esta es una actividad estratégica que tiene que ver con muchos factores. El cambio climático es una cuestión transversal que hace a una serie de actividades del hombre, pero que también impactan en las propias actividades humanas.

Luego de esta pequeña introducción, me referiré a algunas actividades que se vienen desarrollando en el marco de este programa, en particular de un proyecto que se enmarca en el objetivo de este foro: vincular la investigación a la acción.

Creemos que este proyecto está avanzando en lo que hace a la acción respecto de las implicaciones del cambio climático. Esta presentación contextualizará algunos aspectos, pero fundamentalmente intentará describir los alcances del proyecto mencionado, así como las actividades que se tienen previstas en el corto y mediano plazo.

En ese sentido, creo que es muy importante tomar en cuenta algunos elementos que hacen a la vinculación del famoso efecto invernadero con el cambio climático, lo que a su vez tiene implicaciones en los impactos que se dan a nivel de los sistemas naturales y humanos. El desarrollo económico ha llevado a que en la tierra, en el planeta, se eleven las emisiones y las concentraciones de gases del efecto invernadero. Desde la época industrial se han empezado a generar variaciones en la temperatura, cambios en los patrones de precipitación, sequías, inundaciones y una serie de eventos que cada vez son más notorios, no solamente en nuestro país, sino a escala global en lo que se ha venido a denominar "el cambio climático". El Panel de Expertos del Cambio Climático (IPCC) ha demostrado, y tiene evidencia cada vez mayor, de que este cambio es real.

El cambio climático está generando impactos a nivel de diferentes actividades (ver figura 1), impactos por ejemplo, en los sistemas alimentarios, impactos a nivel de la oferta de agua (que se han mencionado en las sesiones anteriores), impactos a nivel de los glaciares, impactos a nivel de la biodiversidad y de diferentes ecosistemas, y también impactos a nivel de la salud humana. Añadiría también los impactos a la infraestructura debido a que las economías tienen grandes pérdidas por los daños provenientes de eventos climáticos extremos a caminos, presas, etc., y esta es una realidad a la cual el país no está al margen.

Los cambios climáticos y sus causas conforman un ciclo encadenado, el cual se debe considerar al momento de encarar los problemas y la búsqueda de soluciones. Las diferentes actividades humanas generan las emisiones de los famosos gases de efecto invernadero, estas concentraciones de gases están provocando cambios en el clima, los cuales se reflejan en la retracción evidente de los glaciares, en la elevación del nivel del mar, en la ocurrencia de desastres, que a su vez tienen incidencia

negativa en la economía, la provisión de alimentos, la agricultura, la biodiversidad, los bosques, etc.

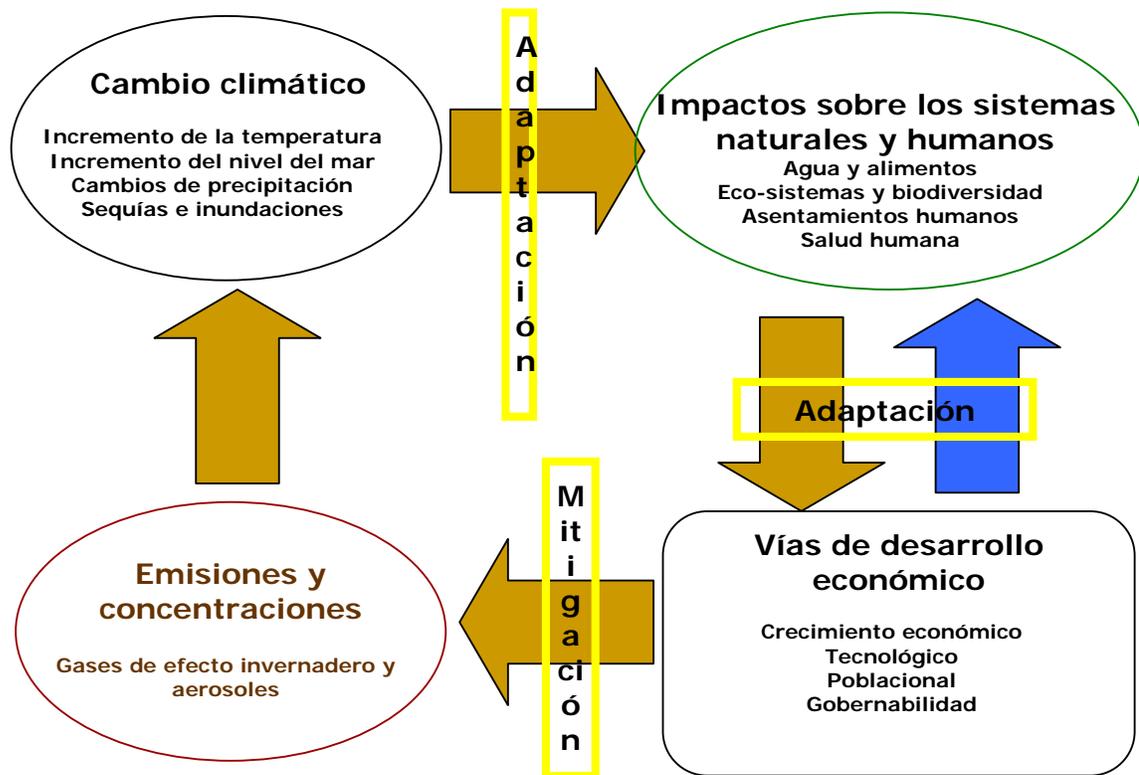


Figura 1: Cambio Climático un cambio integrado

De acuerdo a la Convención del Cambio Climático hay dos formas de actuar: una es la de reducir las emisiones, que se conoce como la mitigación del cambio climático, y la otra es la adaptación, la cual se tratará con mayor detalle en esta exposición.

La adaptación ha sido uno de los temas que con mayor retraso empieza a discutirse en el marco de la Convención del Cambio Climático. Recién en 1998, en Buenos Aires se planteó la necesidad de un plan de acción conocido como el Plan de Acción de Buenos Aires, que apunta precisamente a trabajar en las cuestiones de la adaptación.

Ya en Nueva Delhi, el año 2001 se remarcó la necesidad de trabajar en la adaptación al cambio climático, y la importancia de generar un fondo especial del cambio climático para llevar adelante proyectos de adaptación en los países en vías en desarrollo.

Haciendo un paréntesis, hay que mencionar que los países en vías en desarrollo son los más damnificados del cambio climático, pues aunque no generan grandes emisiones tóxicas, tienen grandes impactos en sus condiciones económicas al no estar preparados para enfrentar este problema. Por eso se ha hecho hincapié en la necesidad de crear un fondo que aunque no sea suficiente para solucionar todas las necesidades, es el punto de partida para que los propios países destinen también una parte de sus propios fondos a la misma causa.

En este marco, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia empezaron a analizar la posibilidad de realizar un trabajo conjunto en zonas de montaña, haciendo un esfuerzo por atraer ciertos recursos de este fondo para trabajar en un proyecto de adaptación al cambio climático en estas zonas.

Como estos procesos no son inmediatos, se discutió el alcance de este proyecto por largo tiempo hasta que en Montreal, el año 2005, se ha llegado a un acuerdo para ejecutar el denominado "Proyecto Andino de Adaptación", a través del cual se pretenden implementar medidas piloto de adaptación al cambio climático en la región andina. A mediados de este año conseguimos que el fondo especial del cambio climático, que es manejado por el Banco Mundial, asigne recursos para preparar el proyecto e implementar medidas de adaptación.

Este es un plan muy importante para Bolivia, ya que está en perfecta línea con lo que hemos venido a denominar el Mecanismo Nacional de Adaptación. Este mecanismo es un proceso, es una especie de plan nacional de adaptación, el cual hace exactamente dos años, iniciamos mediante un proceso de consulta con diferentes actores en todo el país: privados, universidades, prefecturas, representantes de organizaciones sociales y ONG´s. Este mecanismo ha priorizado cinco líneas de acción en materia de adaptación al cambio climático, entre las cuales se tienen los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, el tema de los asentamientos y la gestión del riesgo, salud y los ecosistemas. Además se han priorizado tres líneas transversales: la investigación científica, la información-capacitación - sensibilización y el tema antropológico con los conocimientos ancestrales.

El Mecanismo Nacional de Adaptación ha identificado perfectamente las cuestiones que se deben enfrentar para prepararse ante los impactos del cambio climático. Creemos que así lo hemos hecho entender al nuevo gobierno. Así, si se revisa el Plan Nacional de Desarrollo, este incorpora de una manera muy clara, los temas del cambio climático, tanto en la reducción de emisiones como en el trabajo de adaptación. No se puede concebir que hoy en día ninguna sociedad y ninguna acción de política incorpore el desarrollo sin tomar en cuenta los impactos del cambio climático. A manera de ejemplo el siguiente caso: el área de biodiversidad tiene un programa de biocomercio, el cual no tendría razón de ser si el cambio climático impactara sobre las regiones donde estaba pensada una gran planificación del uso del biocomercio. Lo propio a nivel de la agricultura, recursos hídricos o para cualquier otra actividad. Por ello, consideramos que con este proyecto se ha tomado el camino correcto.

El Proyecto Andino de Adaptación al Cambio Climático busca como ultimo objetivo, implementar medidas de adaptación en zonas de montaña y tratar de afrontar de forma anticipada los impactos del cambio climático en la región de los Andes. Para este proyecto fue muy importante contar con alguna información, no solamente la proporcionada por el IRD, sino también por el Instituto de Hidráulica e Hidrología, acerca de la marcada retracción de los glaciares detrás de los cuales hay también una serie de impactos. El proyecto es financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y la agencia implementadora es el Banco Mundial. Por cuestiones de operatividad, se decidió que la administración regional de esta primera parte del proyecto estuviera centrada en el CONAME del Perú. El proyecto trabaja en Ecuador, Bolivia y Perú. En nuestro país, la agencia de implementación es el Programa

Nacional de Cambio Climático (PNCC), habiéndose creado una dirección, una Unidad de Coordinación Nacional del Proyecto para poder implementarlo de manera rápida y, en lo posible, sin ninguna traba burocrática. De esta manera se espera concluir la primera fase en apenas ocho meses.

El proyecto se enfoca en dos cuencas: la cuenca del Río La Paz y la cuenca de El Alto, por que de alguna manera ambas tienen influencia de zonas de montaña y glaciares.

La cuenca del Río La Paz fue seleccionada en base a criterios de pobreza, la vinculación de comunidades a la producción agrícola y la presencia de la propia ciudad de La Paz que tiene la necesidad de la dotación de agua para el consumo. En lo que hemos denominado la microcuenca de El Alto, se ha considerado muy importante la influencia glacial del Tuni Condoriri de donde proviene el agua para la ciudad de El Alto y la ciudad de La Paz. Lamentablemente, uno de los problemas que restringe la posibilidad de elegir otras regiones en el país, es la falta de información. Para este trabajo se necesita mucha información meteorológica, la cual normalmente no está disponible.

En esta fase de preparación del proyecto hay varias actividades. Estas son:

1.- El establecimiento de un marco institucional. Creemos que es muy importante incorporar marcos institucionales sólidos que permitan el adecuado desarrollo e implementación de los proyectos en los tres países involucrados. En esta primera etapa se harán las consultas no solamente entre los puntos focales a nivel internacional, sino también a nivel local con las comunidades que participan del proyecto. Se ha estado trabajando sobre algunos estudios técnicos, identificando y evaluando los estudios existentes en materia de cambio climático en las áreas escogidas y así medir el resultado de los diferentes modelamientos de los impactos del cambio climático en zonas de altura. También creemos que es sumamente importante contar por un lado con estudios sobre la influencia del Niño en el deshielo de los glaciares, y por otro, identificar las intervenciones progresivas y planificadas por el gobierno en sectores vulnerables al cambio climático.

2.- Edson Ramírez mencionó que el proyecto que el PNCC está apoyando junto a otras instituciones es muy importante para acceder a la mayor cantidad de información. Por otro lado, el PNCC tiene un proyecto con la cooperación holandesa conocido como "Estudios de cambio climático". El mismo se desarrolla en algunos municipios del altiplano norte, especialmente en el sector de Batallas y Ancoraimes donde se están identificando los impactos del cambio climático con las comunidades. Es un trabajo en el que la misma gente participa a través del descubrimiento de los impactos y las soluciones.

3.- Una tercera gran actividad es la de identificar fuentes de cofinanciamiento. Se prevé que este proyecto vaya a generar demandas muy grandes que posiblemente superen los veinte o treinta millones de dólares. Si se demostrara, por ejemplo, la necesidad de la construcción de una represa, no sólo se necesitarían fondos del gobierno, sino también de municipios y algunas prefecturas, así como del cofinanciamiento internacional.

Otra tarea importante que se pretende realizar es la consulta con los actores, de las áreas elegidas. Queremos llegar a un nivel de preparación de costos de las medidas de adaptación para tener una noción de los mismos.

Una tarea que los tres países han llevado a cabo, ha sido la designación de una misión del Servicio Meteorológico para trabajar en el Instituto Meteorológico de Investigación del Japón en la interpretación y conocimiento de modelos de simulación. Ello nos permitirá acceder a fuentes de información en escenarios climáticos a través de los cuales se permitirá proyectar el comportamiento de la temperatura, de las precipitaciones y de otros elementos climatológicos en las zonas donde se realizará la investigación. Creemos que el servicio Meteorológico está asumiendo esta tarea con bastante decisión, lo cual nos parece muy importante no solamente para el país, sino para esta institución.

Paralelamente, el Programa Nacional de Cambio Climático acaba de aprobar un proyecto que será implementado por el Servicio Meteorológico y el Instituto de Investigaciones Físicas y de la Atmósfera de la Universidad Mayor de San Andrés. Estas instituciones basarán su trabajo en dos modelos adicionales de escenarios con cambio climático. De esta forma se pretende cerrar un círculo del conocimiento que es fundamental, preparando a profesionales del SENAMHI en metodologías de estadística.

Ya se ha obtenido información sobre microcuencas para la elaboración de la propuesta principal. En este sentido, se tiene previsto conformar un equipo multidisciplinario de profesionales con expertos meteorólogos, hidráulicos, agrónomos, economistas, sociólogos, ambientalistas, ingenieros sanitarios para tratar el tema sobre la calidad y cantidad de agua. Es un trabajo muy importante, muy dinámico y que va a aportar importante información para armar un proyecto que identifique las principales líneas de acción con las que trabajarán los tres países en su conjunto.

En este proyecto estarán involucradas algunas instituciones muy importantes, entre otras, el Instituto de Hidráulica e Hidrología con el IRD, la Universidad de Massachussets que ha estado trabajando también en el tema de glaciares. Está prevista también la evaluación socioeconómica sobre el impacto de la retracción de glaciares sobre las áreas de influencia. Del mismo modo, se identificarán las medidas de adaptación consideradas las más importantes de los proyectos piloto.

Este es el panorama de lo que estamos tratando de desarrollar y espero que pueda servir de aporte para la discusión más adelante.

## PREGUNTAS Y DEBATE

En el foro debate se ha logrado una importante participación del público asistente mediante preguntas realizadas a los expositores. Para la edición de este documento, se han incluido las preguntas y además se las ha organizado temáticamente.

### GLACIARES Y TEMAS RELACIONADOS

#### 1. Francesco Zaratti del Laboratorio de Física de Atmósfera de la UMSA.

Pregunta: Hay dos temas de los que no se ha hablado, pero que a mi criterio son importantes. Por un lado, la cercanía de las grandes ciudades a los glaciares, lo cual no es algo muy usual en el resto del mundo y en los trópicos menos. Esto es consecuencia de las actividades humanas antropogénicas que de alguna manera están influyendo en la desaparición de los glaciares, no todo es culpa del cambio climático global. Por otra parte, en relación al estudio de las adaptaciones, me parece que hay que ampliar el radio de acción a la Amazonía. El chaqueo se está incrementando. En nuestro laboratorio se está midiendo aerosoles y se ha detectado evidencia de humo sobre el altiplano como resultado de las quemas en Brasil y de los llanos bolivianos. Este es un elemento que influye por cuestiones de albedo y del mantenimiento de la radiación cerca de los glaciares.

#### Edson Ramírez.

Respuesta: Es interesante la precisión que hizo el Dr. Zaratti, ya que una de las grandes discusiones y preguntas que se hace la comunidad científica actualmente es ¿cuál es el impacto del efecto antropogénico sobre los resultados que estamos observando? Bien ha dicho al afirmar que falta todavía realizar estudios sobre el comportamiento climático y lo que se está produciendo al interior de la Amazonia. Es el momento de aunar esfuerzos y cruzar información entre los diferentes equipos e investigadores que están realizando trabajos sobre este tipo de temática. Como decía el Dr. Zaratti, existen datos interesantes que tiene, por ejemplo, el Laboratorio de Física. Aprovecho para mencionar que a través de análisis realizados en varios testigos de hielo que se han extraído en diferentes nevados como Illimani, Sajama, Chimborazo (Ecuador), se han encontrado huellas de los procesos ocurridos en la Amazonía, no solamente de tiempos cercanos sino de series de hace miles de años. Ese tipo de estudios de otras disciplinas son muy útiles para reconstruir todo el proceso climático en periodos donde no hay información de parte de las estaciones meteorológicas.

#### Oscar Paz

Creo que las preocupaciones del Dr. Zaratti son ciertas, que el cambio climático sí existe y está generando impactos. Ciertos efectos locales lo están evidenciando, en especial en el caso de la cercanía de ciertos glaciares a la actividad urbana. No es tan sencillo aislar la una de la otra. Sin embargo, tal vez alguna investigación histórica pueda permitirnos distinguir esta influencia a partir de los registros de temperatura,

comparando los datos de estaciones cercanas a los nevados contra los de las estaciones en las ciudades.

Evidentemente, un tema importante es el impacto del cambio climático en la Amazonía, para nosotros es una evidencia, y en esto concuerdo con el Dr. Zaratti, de que por el cambio climático se están acrecentando las quemadas.

El Programa de Cambio Climático fomenta la investigación en esta área. Si bien el proyecto explicado ha sido planificado para zonas con influencia de glaciares, vemos que lo que ocurre en la Amazonía tiene su influencia.

## **2. Javier Gonzales, Programa Nacional de Cambio Climático**

La curva que mostró Edson Ramírez en su exposición, la que la demanda de agua se une a la curva de oferta para el 2009, es algo que nos llena de temor. Una forma de revertir esta situación es asegurar y ampliar las fuentes de agua, la otra es mantener a la gente en el campo, es decir, asegurar los medios de subsistencia de la población rural para evitar la migración.

La ciudad de El Alto está creciendo a un 9% anual. Durante los últimos veinte años, la ciudad ha triplicado su población precisamente por la falta de oportunidades y condiciones de vida.

Por ello, la adaptación necesita tanto de políticas para el cambio climático como de políticas sociales estructurales para evitar la migración a las ciudades. Con la descentralización se ha logrado frenar un poco el movimiento de la gente hacia las ciudades, pero hay que incluir alternativas de inversión rural. El debate tiene que llegar a esos niveles e involucrar a actores políticos que tomen decisiones en esos niveles.

### **Edson Ramírez**

Efectivamente, creo que el tema debe considerarse desde varios puntos de vista. Hace algún tiempo cuando conversaba en este tipo de reuniones con colegas que trabajan en el área social, nos informaban y nos alertaban sobre el efecto de los cambios globales en los futuros movimientos migratorios del campo a la ciudad. Si tomamos como ejemplo el caso de La Paz, sabemos bien que estos movimientos se asientan en los alrededores de la ciudad y básicamente en la ciudad de El Alto, de esta manera y de acuerdo a la curva que mostrábamos, esto haría que el tiempo se reduzca aún más y el año crítico ocurra antes de lo que esperamos. Debemos tomar varias acciones, entre las mismas, políticas de desarrollo. En este punto, si bien hemos mostrado datos fríos, encontramos que se puede desplazar o tratar de tener todavía un tiempo de holgura si tomamos otras medidas preventivas. Por ejemplo, uno de los grandes problemas que tiene aún nuestro sistema de abastecimiento de agua son las pérdidas; si éstas se reducen podríamos postergar el denominado año crítico. Pero estas son medidas que las debemos tomar ya, en este momento, porque el mejoramiento de la infraestructura, implementación de nuevas estructuras como presas por ejemplo, toman un tiempo largo ya que se tienen que realizar los proyectos a nivel de prefactibilidad, factibilidad, diseño final y financiamiento. Poner

en marcha el proyecto toma un tiempo mucho más largo que los tres años que nos quedan hasta el 2009.

### **3. Participante NN**

Pregunta: Mi preocupación es acerca del consumo de agua y su dotación tanto para la agricultura como para el consumo humano. Durante las exposiciones, no se si por falta de tiempo, no se ha brindado una información muy detallada sobre la producción y consumo de agua en la ciudad de La Paz. Se nos ha informado de que se pronostica la falta de agua dentro de poco, pero no sobre los estudios hidrológicos de almacenamiento. Se dice que en La Paz tenemos un almacenamiento de dos millones de m<sup>3</sup> diarios, pero ese almacenamiento es relativo si los nevados se están secando y se pierde el agua subterránea. Respecto a las aguas subterráneas tenemos también una información muy vaga.

### **Edson Ramírez**

Respuesta: La presentación que hemos realizado ha sido lo más didáctica posible ya que uno de los cuestionamientos que siempre se hace a los científicos, es que muchas veces hablamos en complicado y no logramos hacernos comprender ni alertar sobre lo que descubrimos a lo largo de nuestras investigaciones. En ese sentido nuestra presentación tuvo por objetivo mostrar, de la forma más clara posible, el problema que nos preocupa. Todos los datos sobre cuantificación, oferta, disponibilidad ya están disponibles y van a ser entregados muy próximamente como el producto final del financiamiento otorgando por el PNCC. Sin embargo, pienso que es importante hacer algunas reflexiones. Como mencionó uno de mis colegas, se debe tener mucho cuidado y guardar como dato muy valioso la información que proviene de las estaciones meteorológicas. Hay casos en que se han cortado los registros impidiéndonos llevar adelante otros estudios. Tal como había comentado en la presentación que hacía, en nuestro programa de investigación hemos logrado recopilar información de más de quince años y desglosarla por meses. Esta es una información de alta calidad que no se la puede obtener en cualquier lugar del país y del mundo. No obstante, en nuestro programa hemos sufrido continuamente por el deterioro de las estaciones, los robos de paneles solares y muchas otras dificultades. Hace poco se han saqueado tres importantes estaciones, consideradas entre las mejores estaciones a nivel mundial. En este marco, pienso que debemos además inculcar disciplina y conciencia de lo importante que es tener este tipo de estaciones entre la población local, caso contrario todos los resultados que nosotros mostramos no podrán salir a la luz.

### **4. Mauricio Zabala, Programa Nacional de Cambio Climático**

Pregunta: Mi pregunta va dirigida a la gente del Ministerio del Agua. He visto su presentación y la he atendido. Sin embargo, me preocupa el hecho de que en el país tengamos un gobierno que dice asegurar la disponibilidad de agua para todos los habitantes, tanto en el área rural como urbana. Habría que ver qué medidas de adaptación al cambio climático pueden estar contempladas dentro de lo que es una estrategia nacional del agua. Hay algunas opciones que evidentemente son caras,

como la construcción de represas. Me interesaría saber qué está haciendo el Ministerio del Agua al respecto y cuál es su planteamiento. Por otro lado, quisiera felicitar a la gente que ha organizado este evento porque creo que hemos podido ver necesitamos trabajar para resolver un problema que nos afecta a todos.

### **Carlos Laruta**

Respuesta: Bueno, creo que hay algo que está claro y que se ha remarcado en todas las exposiciones y preguntas y que éste es un problema integral más que va más allá del Ministerio del Agua. Como ya he mencionado anteriormente, estamos llevando a cabo el Plan Nacional de Cuencas que está priorizando proyectos en seis departamentos. Todos estos proyectos tienen dos componentes principales: la gestión integrada de los recursos hídricos y el manejo integral de cuencas. Si bien no podemos tener proyectos específicos de adaptación al cambio climático, pretendemos hacer proyectos de prevención que aseguren la disponibilidad de los recursos hídricos y mitiguen los posibles daños que puedan darse por efecto, por ejemplo, del fenómeno de El Niño que según el Viceministerio de Defensa Civil y el SENAMHI será moderado a leve para este año. Nuestros proyectos no son de corto plazo, son proyectos de mediano y largo plazo, por lo tanto están dirigidos a la prevención mediante una serie de acciones integrales en la cuenca, que tienen diferentes componentes, tanto en agropecuaria, turismo y en muchos otros sectores. En esa dinámica se van a llevar a cabo otros proyectos con un horizonte de cinco años que durará el Plan Nacional de Cuencas.

### **5. Abel Sambueza. Proyecto Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Departamento de La Paz – Prefectura.**

Pregunta: En las diferentes intervenciones se ha hablado sobre el ciclo hidrológico que ocurre en la alta montaña, sobre la escorrentía más propiamente, pero también nos indican de que el fenómeno del Niño deja algunas secuelas, las llamadas las morrenas, consecuencia de cambios climáticos, especialmente del fenómeno refrigerante. Estas morrenas se convierten en zonas completamente sensibles a la fracturación, yo quisiera saber si han hecho una evaluación de fracturas para la infiltración de las aguas subterráneas en alta montaña, porque sabemos que las aguas subterráneas en La Paz se recargan a través de los glaciares. En la época que perforábamos pozos, nos hemos encontrado con agua surgente. Actualmente, en estas zonas se presentan problemas de arreísmo y de subsidencia por lo que creemos que en la recarga está ocurriendo algo. Gracias

### **Edson Ramírez**

Respuesta: Dentro de los trabajos que se han realizado, principalmente en el marco de los estudios de investigación del Instituto de Investigación para el Desarrollo, se ha trabajado en la zona del altiplano con análisis y modelación, incluyendo las zonas de recarga y utilizando técnicas sofisticadas como técnicas isotópicas. Sin embargo, en zonas de alta montaña próximas a los nevados no existen todavía estudios muy detallados. Ese es justamente uno de los proyectos que le estamos planteando al nuevo representante de la Cooperación Francesa del IRD. Esto significa el estudio de ese tipo de flujos que viene como aporte del flujo base, en realidad como

escurrimiento subsuperficial, para lo cual se requiere además otras técnicas como las técnicas de geofísica que vamos a implementar a partir del 2007.

## **MITIGACION DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

### **1. Máximo Liberman, Carrera de Biología de la UMSA.**

Pregunta: Dos puntos que quería señalar en relación a los cambios climáticos y que creo sería importante rescatar respecto a la problemática que actualmente se está viviendo en gran parte del altiplano, están en relación a los cambios climáticos y los efectos que están teniendo sobre la agricultura. He estado recientemente en la zona intersalar y es realmente impresionante el avance de la frontera agrícola a consecuencia del cambio climático y el incremento de las temperaturas. En todo Nor Lipez y varias provincias, donde en el pasado no existían cultivos de quinua, la frontera ha avanzado gracias a que las temperaturas se han elevado. Sería bueno Hacer un seguimiento sobre el avance de la frontera agrícola en relación a las temperaturas. Otro tema fundamental es la aparición de nuevas plagas que antes no existían en toda esta región, y que están sorprendiendo a los campesinos, lo cual tiene un efecto directo sobre la economía de los pequeños productores agrícolas.

El otro punto que quiero comentar es respecto a la concientización. Creo el cambio climático es un tema cotidiano. Si uno sube a un taxi y conversa con la gente o escucha las conversaciones de otros, todo el mundo habla del calor que hace en estos días, de cuánto ha subido la temperatura. Ese es un momento propicio para concientizar o por lo menos contar lo que ocurre a consecuencia de esos cambios climáticos, pues todos estamos siendo afectados por ellos y nos damos cuenta de que hay una amenaza para el paisaje maravilloso que tenemos en La Paz con la vista del Illimani. Creo que en todos los noticiosos, en todos los informativos meteorológicos, se debería concientizar a la gente sobre toda esta problemática.

### **Oscar Paz**

Respuesta: Comparto plenamente las apreciaciones de Máximo Liberman sobre la cuestión de la integralidad de los estudios del cambio climático. Es cierto, esta no es una cuestión exclusivamente sectorial. Nosotros estimamos que la pérdida del recurso hídrico va a generar impactos sobre la agricultura, en la seguridad alimentaria, en la biodiversidad y algunos ecosistemas, y por último está el impacto en la economía, en el desarrollo. Entonces es una cuestión integral de análisis y es por eso que como Programa Nacional de Cambio Climático, desde hace un año atrás, a través de la cooperación del gobierno holandés, hemos lanzado continuamente convocatorias a pequeños proyectos de investigación, de educación, de adaptación y de mitigación al cambio climático. No son grandes proyectos, son pequeñas iniciativas, pero creemos que este es un proceso que va a desatar otros procesos a su vez. En este sentido, tenemos experiencias muy interesantes. En coordinación con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, hemos terminado de financiar un proyecto en una zona del altiplano para que una comunidad cambie las fechas de siembra en la papa, pues al sembrar a la manera tradicional, sus rendimientos habían bajado mucho. Al haber cambiado la fecha de siembra, el resultado ha sido

increíble y los rendimientos se han duplicado, por lo tanto creo que estas experiencias están reafirmando el hecho de que se necesita un trabajo integral.

Del mismo modo, nos preocupa la inquietud que plantea Máximo Libermann y creemos que es nuestra obligación apoyar la iniciativa de investigación sobre plagas y su vinculación con las variaciones climáticas. Debo confirmar el hecho de que, evidentemente, en el altiplano van a darse mejores condiciones para la actividad agrícola de algunas regiones. Un estudio que hizo el PNCC hace aproximadamente cuatro o cinco años, pronosticaba que en algunas regiones del altiplano el cambio climático sería benéfico para generar mejores condiciones para la agricultura, pero que posiblemente en otras no ocurriría lo mismo.

En cuanto a la concientización y difusión, evidentemente una de las tareas transversales es difundir y la concientizar. Estas tareas tienen costos y nosotros estamos tratando de generar estos procesos de concientización, en la medida de nuestras posibilidades.

### **Carlos Laruta**

Respuesta: En relación a lo que se mencionaba acerca de la socialización de los estudios y la educación, debo mencionar que como Ministerio del Agua se está trabajando en base al Plan Nacional de Cuencas, considerado el plan bandera del Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos. Quiero añadir que este plan no está todavía cerrado y todavía se sujeta a algunas modificaciones. Dentro del Plan Nacional de Cuencas, se incluye un componente de educación en lo referente al manejo integral de cuencas y recursos hídricos. Si bien no toca específicamente el tema de los glaciares o el del cambio climático, tiene mucho que ver con la mitigación de los posibles efectos provenientes de los cambios, por ello la educación va a ser parte de una política que se va a implementar en el Plan Nacional de Cuencas.

### **2. Stephan Beck, Herbario Nacional – Instituto de Ecología de la UMSA**

Pregunta: En el marco de las líneas de acción se nos ha hablado del Proyecto Regional Andino que prevé el estudio de otros factores tales como el de los ecosistemas. No obstante, creo que estos estudios se inclinan hacia el aspecto abiótico dejando de lado el biótico. Se insiste mucho en la falta de datos climáticos, pero creo que tenemos ojos; ustedes tienen que percibir qué está pasando con la vegetación, qué está pasando con la fauna, tenemos que hacer un monitoreo conjuntamente con datos meteorológicos y utilizar las áreas existentes para verificar qué ha pasado. El Instituto de Ecología ha presentado el año pasado un proyecto de monitoreo, hasta hoy día no he escuchado nada, solamente son pequeñas iniciativas particulares que hacemos nosotros, pero no hay ningún apoyo ni de este gobierno ni del gobierno anterior.

### **Oscar Paz.**

Respuesta: Yo simplemente invito a Stephan Beck a que me haga una propuesta de trabajo de investigación. Hemos estado trabajando con la universidad en el tema de

cambios climáticos y salud en el área de Tuntunani con el fin de identificar la presencia del vector de la malaria. Estamos editando una publicación en la que demostramos que el cambio climático está provocando la presencia de malaria a tres mil doscientos metros sobre el nivel del mar. Pero lo que usted dice es cierto, tenemos que empezar a hacer el trabajo sobre biodiversidad, el tema biótico, el de la vegetación y estaríamos gustosos de poder cooperar en esta investigación. Aprovecho de comentarles que junto al Viceministerio de Planificación Ambiental y el Viceministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación, se va a lanzar una especie de programa para apoyar estas investigaciones, pues creemos que son muy importantes. Sin embargo, es necesario que también participen las universidades y no solo el gobierno. En este caso particular veo con muy buen interés el que podamos llevar adelante un estudio de esta naturaleza.

### **3. Franz Gutiérrez, Deportista, Federación de Esquí y Andinismo. Club Andino Boliviano**

Pregunta: Mi pregunta está en relación a las causas del cambio climático. Como mencionó Oscar Paz, el avance y progreso de la raza humana son los principales factores, pero sabemos que existe un convenio que no quieren firmar los países desarrollados, ¿qué se sabe al respecto?

#### **Dirk Hoffmann**

Respuesta: Estoy de acuerdo en que los países industrializados son los principales causantes del cambio climático antropogénico. No cabe duda. No obstante, también sabemos, y eso es cierto, que sobre todo los países dotados de bosques tropicales están contribuyendo de una manera significativa con el cambio climático y el efecto invernadero. Acerca de qué se puede hacer para que EE.UU. y otros países firmen el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Bolivia no tiene muchas posibilidades de presionar, aunque de igual modo se debería insistir, en especial desde el gobierno.

#### **Oscar Paz**

Respuesta: En realidad creo que todos nos hemos convencido, por el desarrollo histórico, que el gran desarrollo industrial de los países del norte es el causante del cambio climático. En aquel entonces, este desarrollo industrial fue un proceso sin ningún control, con grandes emisiones de gases tóxicos a la atmósfera y que siguen allí a pesar de los cincuenta y hasta cien años que ya han transcurrido.

A manera de ilustración quiero añadir que los gases del efecto invernadero provienen principalmente de la actividad del transporte y deforestación. Como decía Dirk Hoffman, La deforestación está provocando el cambio global, y en ese aspecto en algunos países como el nuestro, debemos empezar ciertas precauciones. En Bolivia, así como en todos los países, tenemos un inventario de gases de efecto invernadero. La contribución de gases del país es mínima con respecto a las emisiones mundiales. El valor estimado alcanza el 0,04% del total de las emisiones. De esta cifra, el sector forestal es el que mayor contribuye con el 80% del total boliviano, y la principal causa es la deforestación que se estima a una tasa de cerca de ciento ochenta mil

hectáreas por año. Con estos datos no quiero distraer la atención de los países que emiten la mayor cantidad de gases de efecto invernadero y que quieren ratificar el protocolo de Kyoto, me refiero particularmente a EE.UU. que registra el 28% de las emisiones mundiales. Cualquier plan o proyecto internacional que quiera resolver este tema a nivel global, tiene que lograr que ese país ratifique este protocolo; pero también sabemos que detrás de las decisiones políticas están las decisiones de carácter económico, seguramente los países han hecho un balance entre sus inversiones a futuro para reducir emisiones y lo que significa para ellos el nivel de reducción.

¿Qué hacemos en el país para presionar a que otros países se adscriban al protocolo de Kyoto? Como país no tenemos una influencia directa, pero sí podemos influir como parte del "Grupo de los 77" en el que se aglutina un conjunto de países en vías de desarrollo que, en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, está presionando para que los países desarrollados cumplan sus obligaciones de reducir estas emisiones. Como información adicional, quiero decir que se está en pleno proceso de discusión de lo que podría ser el segundo período de compromiso de reducción de emisiones. Los países están analizando una serie de opciones, una serie de escenarios con la participación de los EEUU, para que realmente este empiece a reducir sus emisiones.

## **PROBLEMAS DEL DEPORTE DE ALTURA**

### **1. Ronny Bato, Club Andino Boliviano**

Pregunta: Nosotros que hemos estado practicando actividad de montaña durante muchos años y hemos percibido cambios dramáticos en las montañas, especialmente en los glaciares. En relación a la diapositiva que acaba de mostrar las variaciones de temperatura, si realmente hemos entendido bien, la proporcionalidad del aumento de temperatura supuestamente está cerca al nivel del mar. Quienes han hecho esta medición, es de 0-3 puntos con respecto a la temperatura anual y de seis a siete en la montaña, a más de 5.000 m de altura. Esto significa que los glaciares, como depósitos de agua, eran también como un irradiador gigante de enfriamiento que también está extinguiéndose. El derretimiento de los glaciares afecta las actividades deportivas y el esparcimiento, ¿qué se está haciendo al respecto?

### **Edson Ramírez**

Respuesta: Cuando hacíamos la presentación del estudio del glaciar de Chacaltaya, dijimos que este además que era un símbolo emblemático del dramático proceso que están sufriendo los glaciares. A lo largo de todo este tiempo hemos escuchado muchas iniciativas para poder evitar este fenómeno, muchas de estas se han difundido en prensa, como los proyectos de crear nieve artificial sobre Chacaltaya. Lamentablemente, estos no funcionarían en nuestro medio por las condiciones al ser este un glaciar tropical. No solamente es el efecto de un aumento de temperatura lo que está produciendo este derretimiento, sino también la aparición cada vez más frecuente e intensa presencia de El Niño. Por otro lado, este tipo de glaciares responden a otras variables climáticas como ser la humedad relativa, la nubosidad, el tipo de precipitación, etc., ante los cuales estos proyectos e iniciativas no funcionan,

pues resuelven sólo una de las variables que es la cantidad de lluvia, pero no la baja de temperatura ni la humedad, ni mucho menos la nubosidad. Creo que más bien debemos enfocarnos en la infraestructura turística de Chacaltaya en lugar de aplicar tecnologías que no se aplican a nuestro medio. Sería importante identificar otras alternativas en lugares aptos tanto para el deporte como para la investigación y el turismo, como es el caso del Mururata, de tal manera que optimicemos nuestros recursos.

## **2. Juan Pablo Asbún, Guía de Montaña, Club Andino Boliviano**

Pregunta: Quisiera refutar un poco tu teoría (Edson Ramírez) sobre la ocurrencia de grandes tormentas en la Cordillera Real. En invierno también ocurren tormentas y generalmente la cantidad de nieve depositada llega a ser de veinte a treinta centímetros de espesor, misma que permanece durante dos semanas debido al frío y el ambiente seco. Por eso se cree que las condiciones son ideales para la cobertura de nieve artificial. Mi sugerencia es de que se haga proyectos piloto de nieve artificial para ver cuán factible es en la época de invierno y en las condiciones adecuadas. La última tormenta de junio ha permitido que la superficie de la cordillera mantenga el espesor de la nieve entre los veinte y treinta centímetros. Si se puede generar esta cantidad de nieve artificial, se podría atenuar el impacto del cambio climático sobre los espacios de esquí.

Uno de los impactos del cambio climático sobre el turismo, ha sido la desaparición de rutas el deslizamiento de paredes. Ello implica un mayor peligro para los guías de montaña; muchas veces hemos tenido que cambiar de rutas o retornar con los turistas sin haber logrado nuestros objetivos.

Aprovechando la presencia del Instituto Boliviano de la Montaña y autoridades de gobierno y la gente que quiere la montaña, quiero mencionar que otro peligro es la cantidad de basura y nadie dice nada al respecto. Basta ir al Huayna Potosí por la ruta normal y ver las pésimas condiciones de higiene.

En una oportunidad experimenté la subida a tres montañas en el mes de octubre y es impresionante la cantidad de agua que baja del glaciar. Mientras uno intenta subir, entonces todo ese caudal de agua arrastra también esa basura. Tengo un refugio en el Illimani y ya hay reportes de que han aparecido epidemias que no habían antes en los valles bajos.

Otra cosa que habría que analizar es hasta qué punto las represas van a mitigar el problema del agua. Hay que darse un paseo entre octubre y noviembre, antes de que empiecen las lluvias, y los niveles de agua de las represas son realmente bajos; una situación que no se ha visto en mucho tiempo, y eso no solamente afecta al agua potable sino a la generación hidroeléctrica. Lastimosamente a mucha gente no le interesa, no hay difusión, como decía alguien, no hay concientización de lo que está pasando con el cambio climático.

Y por último, quería hacer un aporte sobre las plagas. En el refugio del Illimani he sufrido la picadura en dos ocasiones de mosquitos, o sea que hay plagas que están viniendo con los vientos del valle, con los vientos calientes. Entre noviembre y marzo se ven ocasionalmente tábanos, cosa que no se veía antes y eso no es algo normal.

Hace seis años en la región de Nor Lípez cerca al Lauca, hay una laguna llamada Macaya. Allí he sido picado por mosquitos y según los comunarios la presencia de esos mosquitos es usual no solamente en verano. Es decir, hay un impacto importante respecto a las plagas. En Río Abajo hay vinchucas y si las temperaturas suben, las vinchucas pueden aparecer en la ciudad de La Paz así como los mosquitos.

Finalmente, creo que la propuesta que tenemos en el Club Andino sobre las pistas artificiales de esquí no es tan descabellada. Habría que hacer un pequeño proyecto de factibilidad para considerar su aplicación.

### **Edson Ramírez**

Respuesta: Voy a comentar una anécdota que teníamos hace algún tiempo, justamente cuando hacíamos las mediciones de espesor del glaciar, cerca del año noventa y siete cuando todavía teníamos fotografías de los campeonatos de esquí. En ese entonces, yo creía que no valía la pena invertir en Chacaltaya en lo relacionado al esquí, pues todos los cambios que estamos analizando sobre el comportamiento de este glaciar, nos indicaban su inminente fin. Aquí radica la importancia de haber estudiado tantos años para entender el mecanismo de cómo reacciona el glaciar tropical, el cual es muy particular. En aquel momento nosotros pronosticábamos que se produciría una etapa de una falsa recuperación del mismo por efecto del fenómeno de La Niña, que es un fenómeno inverso donde se presenta una falsa época de lluvias en invierno. Incluso en la prensa se publicaron algunos comentarios sobre la supuesta recuperación del glaciar, lo cual por supuesto no era verdad. En ese entonces habíamos advertido que no se invierta en infraestructura y al año siguiente se cayó todo el esquif (ski-lift). No nos agrada dar ese tipo de advertencias, pues nuestra actividad la realizamos de cierta manera también en la montaña, pero nuestra responsabilidad es justamente orientar para que no se cometan este tipo de errores.

La producción artificial de nieve es una medida novedosa, pero el hecho que funcione en los Alpes no significa que funcione en los Andes. Este proyecto requiere gran cantidad de agua que no está disponible en los glaciares. Cuando analizamos este proyecto se pretendía recuperar agua de la bruma, tal como lo hacen en Chile con las denominadas "camachacas" que son unas pantallas que colocan para captar el agua de neblina. Es una alternativa muy costosa, además de nociva para el medio ambiente porque se requieren muchos aditivos que a la larga pueden generar contaminación. Al margen de esto, repito nuevamente que no es solamente un problema de la cantidad de agua, pues entran en juego una serie de variables como humedad y temperatura que no se pueden controlar. Cuando mostraba un esquema de un glaciar, se destacaba un límite, una línea de equilibrio que divide a la parte de recarga o zona de alimentación y la zona de pérdida. En el caso del glaciar de Chacaltaya ya se ha sobrepasado la línea de equilibrio y todo lo que se podría alimentar mediante la generación de nieve artificial va a desaparecer porque es zona de pérdida.

### **Dirk Hoffmann**

Ya que Edson ha hablado largo sobre el tema de nieve artificial, me queda muy poco que añadir a la discusión en ese sentido. Pero quiero recalcar es un proyecto muy caro. En los Alpes se hacen estas inversiones porque hay una intensa actividad turística y por tanto un ingreso que permite costear los gastos, lo que no sucede en el caso de Chacaltaya.

Sobre el cambio climático, quiero añadir que los bancos exigen estudios a este respecto para evaluar las posibilidades de inversión en varios lugares de esquí en Europa. Si alguien quiere construir un lift, un hotel de cinco estrellas, el banco se preocupa primero si en veinte años el lugar va a conservar una cantidad de nieve aceptable para el mantenimiento de la actividad turística. Este análisis se debería realizar también para establecer un centro de esquí de montaña en el país. Entiendo que el Chacaltaya es un lugar turístico de suma importancia para el Club Andino, pero por qué no pensar en cambiar la función del lugar en vez de soñar con mantener una pista de esquí que muy difícilmente pueda sostenerse. Es necesario pensar un poco en alternativas que no sean los usos tradicionales.

## Conclusiones

Jorge Choquehuanca  
Instituto Boliviano de la Montaña

El principal objetivo del foro debate "Cambio Climático: Retroceso de los Glaciares y Recursos Hídricos" fue impulsar el debate nacional sobre la problemática, para a partir de la discusión y del intercambio, proponer soluciones pasando de la "investigación a la acción". Si bien el objetivo planteado fue muy ambicioso para un evento de tan corta duración, se tiene la positiva conclusión de que el intercambio de información entre las instituciones puso por primera vez sobre la mesa de discusión y en un evento público, un problema que hasta la fecha ha sido descuidado, a pesar que un gran segmento de la población es testigo del mismo.

Las cuatro exposiciones presentadas se refirieron a los aspectos más importantes relacionados con el retroceso de los glaciares. De esta manera, creemos que un público diverso ha logrado tener un panorama general del problema. La primera presentación a cargo de Dirk Hoffmann del BMI, difundió las conclusiones de la conferencia regional de Quito sobre el mismo tema, recalcando que este es un problema global con efectos locales. Tal el caso de la disponibilidad del agua. En la presentación de Carlos Laruta del Ministerio del Agua, sobre las políticas de recursos hídricos y cuencas, se demostró que faltan estrategias de prevención frente a la inminente desaparición de los glaciares, pero que las políticas nacionales de recursos hídricos brindan una base favorable para el diseño y posterior inclusión de las mismas.

Sin lugar a duda, la exposición de Edson Ramírez del Instituto de Hidrología e Hidráulica de la UMSA, fue la que mayor impacto causó entre los asistentes, pues quedó demostrado con datos científicos y de manera didáctica, las causas que hacen tan vulnerables a los glaciares de las zonas tropicales, y las proyecciones futuras del impacto que tendrá el retroceso de glaciares considerados fuentes principales de agua para las ciudades de La Paz y El Alto. Un dato al que se debe poner gran atención, es el pronóstico sobre la demanda de agua, la cual se espera superará significativamente la actual para el año 2009, por lo cual hay que empezar a prever medidas desde ahora.

Finalmente la exposición de Oscar Paz del Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC) cerró el programa de presentaciones mostrando que ya se han iniciado algunas medidas contra los efectos del cambio climático y el retroceso de los glaciares. Tal el caso del Programa de Adaptación en los Ecosistemas de Altura.

En líneas generales, las exposiciones y la discusión posterior muestran que los glaciares tienen diversos significados para nuestra sociedad. Para la mayoría estos son bellezas que se contemplan de lejos, pero de los que se desconoce su importancia en la provisión de agua y cuya preservación requiere de atención. Para otro segmento de la población, los glaciares son los laboratorios de investigación que permiten monitorear los cambios climáticos, y para otros, los centros de esparcimiento y deporte que paulatinamente están perdiendo.

A pesar de que en Bolivia aun se requiere una mayor investigación, ha quedado en evidencia que ya existen importantísimos aportes científicos de la universidad, los mismos que han ofrecido sus primeras recomendaciones perfectamente aplicables. Por esa razón creemos que estas deben ser atendidas por las instituciones responsables de la gestión del agua. No obstante, en ese sentido aún falta mayor comunicación e intercambio.

El Instituto Boliviano de la Montaña (BMI), como promotor de la iniciativa de este foro-debate, está muy satisfecho por los resultados de este evento, los mismos que han dado lugar a manifestaciones posteriores como la publicación de artículos de prensa y la realización de eventos sobre el agua, impactos modestos que animan al BMI a proseguir con su misión de alentar el desarrollo sostenible de los ecosistemas de alta montaña.

**ANEXO 1**

**Listado de asistentes al foro debate**

No	Nombre	Institución	Cargo/Posición	E-mail
1	Oscar Paz	PNCC	Coordinador General	pncc.bol@mds.gov.bo oscarpaz2@hotmail.com
2	José Luis Gutierrez	Ministerio de Planificación del Desarrollo	Resp. De la 2 comunicación de Bolivia ante la CMNCC	j.gutierrez@gmx.net
3	Mauricio Zeballos	PNCC del Ministerio de Planificación del Desarrollo	Resp. De la 2 comunicación de Bolivia ante la CMNCC	pncc.bc@planificación.gov.bo mzaballa@gmail.com
4	Francesco Zaratti	Laboratorio de Física de la Altura	Director	
5	Ing. Joaquin Aguilar A.	SENHAMI		
6	Carlos Días	SENAMHI	Director Nacional	
7	Dr. Ing. Edson Ramirez	IHH/UMSA	Sub Director	<a href="mailto:eramirez@accelerate.com">eramirez@accelerate.com</a>
8		Máximón Liberman		<a href="mailto:max_army@hotmail.com">max_army@hotmail.com</a>
9	Britta Horstmann			<a href="mailto:britta.horstmann@gmx.de">britta.horstmann@gmx.de</a>
10	Lic. Arturo Meron	Fundación Bio Bolivia	Presidente	
11	Cornelia Gerhard	PROAPAC Programa de Agua y Alcantarillado	Coordinadora	
12	Jesmy Gemio	CIM Centro para la Migración y el Desarrollo	Coordinadora	
13	Roberto Aparicio	CICDA -VSF	Coordinador Nacional Bolivia	<a href="mailto:r.aparicio@avsf.org">r.aparicio@avsf.org</a>
14	Jean-Joinville Vacher	IRD	Representante	
15	Patrick Ginot	IRD	Resp. GREAT-ICE	
16	Thomas Berger	IRD		<a href="mailto:berger.thomas@hotmail.com">berger.thomas@hotmail.com</a>
17	Ruben Urquiolo		Casilla 3501 Correo Central	
18	Peter Asmussen	gtz	Coordinador Proyecto Norte Potosí	
19	Edson Ramirez	Instituto de Hidráulica UMSA	Sub Director	<a href="mailto:eramirez@accelerate.com">eramirez@accelerate.com</a>
20	Juan Pablo Ando	CAB	Guía de Montaña	<a href="mailto:rillmon@hotmail.com">rillmon@hotmail.com</a>
21	Eueondra Simeone	ACRA	Investigadora	<a href="mailto:simeone@tiseali.it">simeone@tiseali.it</a>
22	Edouard Perroy	IRD	Investigador	<a href="mailto:edperroy@yahoo.fr">edperroy@yahoo.fr</a>
23	Jaime Villanueva	Universidad Loyola	Consultor	<a href="mailto:jaivillanueva@hotmail.com">jaivillanueva@hotmail.com</a>
24	Eduardo r. Palenque	LFA - UMSA	Investigador	<a href="mailto:edyruy@latinmail.com">edyruy@latinmail.com</a>
25	Jaime Anani Vargas	YUNTA	Coordinador	<a href="mailto:yunta@com">yunta@com</a>
26	Edgar Soliz Rodríguez	PROCLEA SRL	Gerente	<a href="mailto:proclea.pes@yahoo.com">proclea.pes@yahoo.com</a>
27	Germán J. Aramayo	AIPUR	Director Ejecutivo	<a href="mailto:aipur@hotmail.com">aipur@hotmail.com</a>
28	Arturo Ticona	AIPUR	Supervisor	<a href="mailto:aipur@hotmail.com">aipur@hotmail.com</a>
29	Chiara Perucca	ACRA	Antropóloga	<a href="mailto:perucchina@hotmail.com">perucchina@hotmail.com</a>
30	Danilo Kuljis	Asoc. Boliviana de Geógrafos	Presidente	<a href="mailto:kuljisd@entelnet.bo">kuljisd@entelnet.bo</a>
31	Sergio Valdivia	WCS	Asistente SIG	<a href="mailto:echinopsis@accelerate.com">echinopsis@accelerate.com</a>
32	Juan de Dios Guerasa	CAB	Encargado de Deportes	<a href="mailto:fecab@bolivia">fecab@bolivia</a>
33	Guillermo Miranda	IE	Investigador	<a href="mailto:guiller0707@yahoo.es">guiller0707@yahoo.es</a>

No	Nombre	Institución	Cargo/Posición	E-mail
34	Abel Sangüeza Antezana	Prefectura	Hidrogeólogo	<a href="mailto:abel275200@yahoo.es">abel275200@yahoo.es</a>
35	Freddy Canqui M.	HNB -Agra	Investigador	<a href="mailto:lpb.madidi@accelerate.com">lpb.madidi@accelerate.com</a>
36	Alfredo Villca	Altiplano Extreme	Guía Montañista	<a href="mailto:altiplano@extreme.com">altiplano@extreme.com</a>
37	Teddy Siles	WES	Coordinador y SIG y Mon	<a href="mailto:tsiles@wes.org">tsiles@wes.org</a>
38	Susana Sarnieuto S.	INDEPENDIENTE		<a href="mailto:susisar10@yahoo.es">susisar10@yahoo.es</a>
39	Paola Bustillos Castillo	INDEPENDIENTE	Consultora	<a href="mailto:paolabuscas@yahoo.es">paolabuscas@yahoo.es</a>
40	Luis Chumacero	INDEPENDIENTE		<a href="mailto:chumalu@hotmail.com">chumalu@hotmail.com</a>
41	Gonzalo Paredes	INDEPENDIENTE	Consultor Agrónomo	<a href="mailto:gopazeb@yahoo.es">gopazeb@yahoo.es</a> <a href="mailto:gopazeb@hotmail.com">gopazeb@hotmail.com</a>
42	Verónica Ávalos	ABC	Investigador	<a href="mailto:vermussica@hotmail.com">vermussica@hotmail.com</a>
43	Sergio Zegarra	Parlamento La Paz	Asesor Senado	<a href="mailto:s_zegarra@hotmail.com">s_zegarra@hotmail.com</a>
44	Victor Hugo Perales M.	PIEB	Investigador Social	<a href="mailto:victorhugo76@gmail.com">victorhugo76@gmail.com</a>
45	Franza Gutierrez	FBSA	Deportista	<a href="mailto:franz.fgr.gmil">franz.fgr.gmil</a>
46	Carlos Laruta V.	DGCRH VCRH	Técnico	<a href="mailto:atukicarlos@hotmail.com">atukicarlos@hotmail.com</a>
47	Dionicio Mamani	UMSA	Investigador	<a href="mailto:yahooclinonl.com.ar">yahooclinonl.com.ar</a>
48	José L. Gutierrez	PNCC	Coordinador Nal. PRAA	<a href="mailto:jl.gutierrez@gmx.net">jl.gutierrez@gmx.net</a>
49	Willy M. Flores Mancilla	UMSA	Investigador	<a href="mailto:willy_cafe@yahoo.es">willy_cafe@yahoo.es</a>
50	Pamela Velasco	F. PUMA	Consultora	<a href="mailto:pvelasco@fundaciónpuma.bo">pvelasco@fundaciónpuma.bo</a> <a href="mailto:pamelavelascopacheco@hotmail.com">pamelavelascopacheco@hotmail.com</a>
51	STEPHAN BECK	Historia Nal. De la UMSA	Director	<a href="mailto:dir@accelerate.com">dir@accelerate.com</a>
52	Bader Piña Chumacero	WES	Becario	<a href="mailto:mobinet@hotmail.com">mobinet@hotmail.com</a>
53	Halcos Arce	USAID	Ing. Planta	<a href="mailto:marace@usaid.gov">marace@usaid.gov</a>
54	Fernando Saavedra	UTO	Docente	<a href="mailto:fsaavedra3g@yahoo.es">fsaavedra3g@yahoo.es</a>
55	Jaime Peñaranda	CAB	Dirigente	<a href="mailto:patouquin@mixmail.com">patouquin@mixmail.com</a> <a href="mailto:JonatanLazarteMujia@hotmail.com">JonatanLazarteMujia@hotmail.com</a>
56	Jonatan Lazarte	Prefectura	Técnico RRNN	
57	Gabriela Villanueva Araoz	WES	Asistente SIG	<a href="mailto:gvillanueva@axs.org">gvillanueva@axs.org</a>
58	Imbre Olting	INDEPENDIENTE	Geógrafa	<a href="mailto:imkecelling@gmail.com">imkecelling@gmail.com</a>
59	Rojas F.	UMSB	Profesional	<a href="mailto:rrojas@sias.gov.bo">rrojas@sias.gov.bo</a>
60	Rolando Aguilar	UMSA	Geografía	<a href="mailto:espaciogeo@yahoo.es">espaciogeo@yahoo.es</a>
61	Edmundo Layme Clemente	Khatia Utama	Representante	
62	Erika García Lino	UMSA	Geografía	<a href="mailto:eri_akire@yahoo.com">eri_akire@yahoo.com</a>
63	Sarah Zain	PCI	Voluntaria	<a href="mailto:sarahinzair@hotmail.com">sarahinzair@hotmail.com</a>
64	Grisel Jiménez	Facultad de Geología	Estudiante	<a href="mailto:jimenezgrisel@yahoo.com">jimenezgrisel@yahoo.com</a>
65	A. Martine z	C.-----	Guía	
66	Carlos Villegas	CAB	Directivo	
67	Paola Verónica Lozano Vargas	UMSA	Estudiante	<a href="mailto:pavelona@gmail.com">pavelona@gmail.com</a>
68	Ing. Juan Carlos Soria Meruvia	Fundación EDEN	Ing. Agrónomo Dir. Prov.	<a href="mailto:soriameruvia@yaoo.es">soriameruvia@yaoo.es</a> <a href="mailto:reforesting_our_world@yahoo.com">reforesting_our_world@yahoo.com</a>
69	Ama J. Clavijo N.	R.O.W.	Coordinador Técnico	
70	Viviana Virelo Veliz	UMSA	Estudiante	<a href="mailto:vivi_urrelo@yahoo.es">vivi_urrelo@yahoo.es</a>
71	Carmen Urquieta	UPFT	Egresada	<a href="mailto:carmen.219@hotmail.com">carmen.219@hotmail.com</a>
72	Cristian Gutierrez	UMSA	Estudiante	

No	Nombre	Institución	Cargo/Posición	E-mail
73	Mauricio Zaballa R.	PNCC	Responsable	comunicación.nacional.bol. gmail.com
74	Giovanna Mendieta	BIOTA	Educación Ambiental	<a href="mailto:yovimendieta@yahoo.com">yovimendieta@yahoo.com</a>
75	Zenobio Quispe	C.I.- L.P.	Representante	<a href="mailto:foroindigena@yahoo.es">foroindigena@yahoo.es</a>
76	Marcos Andrade	UMSA	Investigador	<a href="mailto:mandrade@atmos.umd.edu">mandrade@atmos.umd.edu</a>
77	Darrel Nitsche	CAB	Socio	<a href="mailto:dnits123@telvs.net">dnits123@telvs.net</a>
78	Ivan Alfaro	Proyecto F57	ATP	<a href="mailto:alfaring@yahoo.net">alfaring@yahoo.net</a>
79	Jean Carla Guzman	FUNDACIÓN EDHEN	Socio	<a href="mailto:jeancarbg@yahoo.com.ar">jeancarbg@yahoo.com.ar</a>
80	Vanesa Serrudo Gonzales	Asociación para la Biología de la Conservación	Secretaria	<a href="mailto:acbbolivia@gmail.com">acbbolivia@gmail.com</a>
81	Edgar Pardo	CONSULTOR	Consultor	<a href="mailto:adjarpardo@hotmail.com">adjarpardo@hotmail.com</a>
82	Sophia Espinoza	UMSS	Estudiante	<a href="mailto:sofykantuta@gmail.com">sofykantuta@gmail.com</a>
83	Danty Rodríguez	UMSA	Docente Ing.	<a href="mailto:haday@hotmail.com">haday@hotmail.com</a>
84	Juan José Medina	Asociación Boliviana de Cultura	Director	<a href="mailto:abc_df.bolivia@yahoo.es">abc_df.bolivia@yahoo.es</a>
85	Javier G. Quiroga Aguilar	Fac. de Agronomía	Particular	<a href="mailto:javiequiro@yahoo.es">javiequiro@yahoo.es</a>
86	Ester Ayllón	PROMENA	Consultora	<a href="mailto:esthersilvet@yahoo.es">esthersilvet@yahoo.es</a>
87	Hernán Zeballos	SG-SIRENARE	Superintendente General	<a href="mailto:sgsirenare@yahoo.es">sgsirenare@yahoo.es</a>
88	Ivan Piñe		Estudiante	<a href="mailto:ogakors@hotmail.com">ogakors@hotmail.com</a>
89	Miriam Jemio	LA PRENSA	Periodista	<a href="mailto:telmajemio@yahoo.es">telmajemio@yahoo.es</a>
90	José Luis Vargas	INDEPENDIENTE	Periodista	<a href="mailto:epsbolivi@yahoo.es">epsbolivi@yahoo.es</a>
91	Luis Alberto Blacutt	LAB. FISICA UMSA	Docente Investigador	<a href="mailto:blacott@fiumsa.edu.bo">blacott@fiumsa.edu.bo</a> <a href="mailto:luis.blacutt@roca.gov">luis.blacutt@roca.gov</a>
92	Ivette Arias J.	AGUAS DEL ILLIMANI	Jefe de dir. de Información Técnica	<a href="mailto:ariasia@aguasdelillimani.com">ariasia@aguasdelillimani.com</a>
93	Mayte Agredano	AGENCIA EFE	Redactora	<a href="mailto:mayte_efe@entelnet.bo">mayte_efe@entelnet.bo</a>
94	Maria del Carmen Hidalgo	IGEMA Prog. De Cambio global	Investigadora	<a href="mailto:hidalgomaricar@gmail.com">hidalgomaricar@gmail.com</a>
95	Enrique Torrico	UM Servicios Básicos	Profesional	<a href="mailto:etorrico@sias.gov.bo">etorrico@sias.gov.bo</a>
96	Maximo	INDEPENDIENTE		<a href="mailto:max_army@hotmail.com">max_army@hotmail.com</a>
97	Luis Moriega	SENAMHI	Hidrología	<a href="mailto:loriega@sinamhi.gov.bo">loriega@sinamhi.gov.bo</a>
98	J. Mendoza R.	SENAMHI	Hidrología	<a href="mailto:jmendoza@senamhi.vo">jmendoza@senamhi.vo</a>
99	David Rada	Consultor Cuencas	Ing. Agrónomo	<a href="mailto:dul.rela67@yahoo.es">dul.rela67@yahoo.es</a>
100	Denys Sanjinés	BMI	Miembro	<a href="mailto:quimsacruz-bolivia@hotmail.com">quimsacruz-bolivia@hotmail.com</a>
101	Rubén Urquiola	PRIVADA		Casilla N° 3501 <a href="mailto:jilata-reyconde@hotmail.com">jilata-reyconde@hotmail.com</a>
102	Reynaldo Conde	Jacha Suyu Pacajes	Coordinador Proyecto	<a href="mailto:jilata-reyconde@hotmail.com">jilata-reyconde@hotmail.com</a>
103	Pascual Condori G.	Jacha Suyu Pacajaqi	Autoridad Originaria	
104	Preciliano Cruz	Jacha Suyu Pacajaqi	Jacha Mallku	<a href="mailto:JSPakajaqi@">JSPakajaqi@</a>
105	Eva Pamera	Foropelqalto	Coordinadora	<a href="mailto:solucion@hotmail.com">solucion@hotmail.com</a>
106	Alberto Pareja	HERBARIO NAL.	Investigador	<a href="mailto:lpb@accelerate.compareja.millan@gmail.com">lpb@accelerate.compareja.millan@gmail.com</a>
107	Cecilia Ramos			<a href="mailto:cecilia.rha@gmail.com">cecilia.rha@gmail.com</a>

## **ANEXO 2**

**Conclusiones de la Conferencia Regional sobre Retroceso de los Glaciares  
- Quito, octubre, 2006**

Debido a los cambios climáticos globales, la velocidad del retroceso de los glaciares de la Zona Andina viene incrementándose desde los años '80. Las proyecciones científicas demuestran que este proceso no es reversible en un futuro cercano.

A pesar de su tamaño relativamente pequeño, los glaciares de la Zona Andina desempeñan un papel clave en el sistema hidrológico: Junto con los páramos, tienen la función de amortiguadores que contribuyen a mitigar fluctuaciones naturales p.ej. debidas al fenómeno del Niño.

Como consecuencia, la toma de decisiones estratégicas a nivel gubernamental debe tomar en consideración tres tendencias claves :

1. Tanto el crecimiento de la población como el aumento de la producción industrial y agraria van a causar una mayor demanda de agua potable y energía;
2. Se va a reducir constantemente la contribución del agua de origen glaciar al sistema hidrológico;
3. Interferencias por los impactos del fenómeno del Niño van a aumentar periódicamente el riesgo de sequías.

En las zonas de riesgo, estas tendencias van a tener impactos económicos, sociales y ambientales serios:

Impactos económicos :

- La reducción del caudal de los ríos alimentados por agua de deshielo afectará tanto la producción agrícola como la de energía hidroeléctrica;
- Mayores costos de operación de los servicios de agua potable

Impactos ambientales :

- Aumento del riesgo de sequías en regiones que ya son áridas (en algunas regiones precipitaciones mayores son probales)
- Sobreexplotación de agua subterránea

Ejemplo: Costos del retroceso de los glaciares según el Banco Mundial)

- Para reemplazar la pérdida de 1 MW CCGG de energía se requiere USD\$1.1 MM
- La compensación de  $1\text{m}^3/\text{s}$  de suministro perdido de agua requiere del orden de USD\$30-60 MM

## **Recomendaciones: Prioridades para la acción**

1. Consolidación/elaboración de los datos necesarios para la toma de decisiones estratégicas a nivel gubernamental y empresarial, junto con el monitoreo de glaciares representativos:
  - porcentaje del agua proveniente de los glaciares / cuenca
2. Reducción de la demanda: Implementar medidas para fomentar las capacidades de gestión de los proveedores de servicios de agua para alcanzar el uso más eficiente de los recursos conduciendo a la reducción del consumo de agua y de energía, tanto en el sector público como en el privado.
3. Aumentar la oferta: Desarrollar las medidas infraestructurales para asegurar el abastecimiento con agua en el futuro.
4. Optimización del uso de los recursos económicos disponibles en la mitigación de los efectos del cambio climático para tener el mayor efecto positivo posible.
5. Gestión integral de los recursos hídricos, incluyendo el análisis del marco jurídico con respecto a los recursos hídricos provenientes de los glaciares.S
6. Educación ambiental y concientización por los impactos del cambio climático
7. Formación de personal calificado para el la investigación y el monitoreo de los procesos del cambio climático y del retroceso de los glaciares
8. Documentación y desarrollo de buenas prácticas a nivel local, incluyendo incentivos para la implementación de proyectos pilotos.
9. Coordinación de las iniciativas, redes y programas relacionados al cambio climático en general y al retroceso de los glaciares en especial.
10. Incentivar el desarrollo de políticas hacia la adaptación a los cambios climáticos.

### **ANEXO 3**

**Publicaciones de prensa realizadas con motivo del foro debate**

Portada | Editorial | Política | Economía | Deportes | Foros | Escribanos | Archivo

Buscar

Columnistas

El Evento

Sociedad

Cultura

Al Cierre

Entrevista

Mundo

Social

Farándula

Entretenimiento

Seguridad

La Paz

¿Quiénes Somos?

Escribanos

RSS Titulares



Cartas Lectores

Informe de Domingo

El Caso de Domingo

Informe de Lunes

SUPLEMENTOS

Escape

Tendencias

Ejecutivos

Marcas Lunes

Ventana Ciudadana

Tiempo Político

Especial



## Columnistas

### Réquiem para los glaciares en Bolivia

Francesco Zaratti\*



Imprime esta nota

Recomienda esta nota

Opiniones sobre esta Nota

científico presentadas en el evento.

El calentamiento global del planeta, a una tasa estimada de 0,3°C per década, es ya innegable, como innegable es la responsabilidad de los países industrializados, junto a China e India. Además, diferentes estudios sugieren que el incremento de temperatura del planeta es mayor en altura, resultado que nos atañe directamente, por ser la causa principal del deshielo acelerado de nuestros glaciares, fenómeno al cual asistimos impotentes desde hace 25 años.

Los glaciares tropicales, como indica su nombre, son masas de hielo que se ubican en la franja tropical por arriba de los 5.500 metros. Todos los glaciares de Bolivia son tropicales, están situados, casi exclusivamente, en la Cordillera Real y representan el 20% de la superficie glaciar en América Latina, muy por detrás del Perú que posee el 70%. Si bien la mayoría de los glaciares de la Tierra se halla a latitudes altas, principalmente en la Antártica, los glaciares tropicales no dejan de tener gran importancia. ¿Por qué?

En primer lugar porque cumplen la función de depósitos renovables de agua dulce para el consumo humano, el riego y la generación de energía hidroeléctrica: a mayor temperatura, más difícil resulta fijar el agua en el hielo durante la estación de lluvias (primavera-verano en los Andes), de modo que el agua del deshielo no se repone totalmente. Luego, al desaparecer los

glaciares, el agua disponible disminuye contribuyendo a los conflictos por ese recurso que ya estamos viendo. Además, desastres naturales y cambios en los ecosistemas de altura, con el incremento de humedales, pueden causar impactos socio-económicos imprevisibles. ¿Y qué decir del turismo? ¡Imagínese una postal de La Paz sin el imponente Illimani!

Sin duda uno de los eventos científicos más significativos del año que termina ha sido un reciente Foro-debate sobre el retroceso de los glaciares en Bolivia, organizado por el dinámico Instituto Boliviano de la Montaña. Significativo, no sólo por el inesperado gran número de participantes, sino por la calidad de las exposiciones de carácter

### Inmigrantes en regla

En el 2007, la cifra real de no comunitarios que llegarán hasta aquí con contrato será de 180.000 trabajadores, aunque podría ampliarse...

### Agonía

Un médico de prestigio mundial ha viajado a Cuba para hacer un diagnóstico acerca de lo que Fidel Castro no padece. Y no padece cáncer. Seguramente tampoco sufre de cálculos renales ni de sarcoma de Kaposi ni de hidronefrosis, o riñón dilatado...



### El socialismo de Argentina

El crecimiento de la economía argentina desde 2003 ha sido el mayor de Iberoamérica alcanzando una cifra promedio anual mayor al ocho por ciento, lo que no deja de ser un guarismo respetable y también comparable con los buenos tiempos de los llamados "tigres asiáticos" como Singapur y Corea del Sur. ...



### ¿El plan condorito?

No hay que meterse con la embajada de Cuba en Bolivia porque quien lo haga sale escaldado. No se debe olvidar que el embajador cubano en La Paz, ya no sólo es un acompañante más del presidente Evo Morales en sus actos bailables...

Ediciones Anteriores

Encuesta del día

¿Cómo le fue al país este 2006?

Muy bien

Bien

Regular

Mal

» Resultados

¿O qué sería de Cien años de soledad sin su magistral comienzo, el del hielo que flota en la memoria del coronel Aureliano Buendía, ante el pelotón de fusilamiento; hielo posiblemente de un glaciar tropical colombiano?

Se ha señalado, con toda razón, que los glaciares más vulnerables son los más pequeños, como nuestro difunto Chacaltaya. Es una muy mala señal que esos glaciares, que en Bolivia representaban el 85% del total hace 35 años, ahora ocupen una superficie 10% menor, debido a un proceso que ya es difícil detener.

Sin intenciones catastrofistas, los expositores han emitido algunas alertas, como, por ejemplo, que, al ritmo actual de crecimiento del consumo, la demanda de agua superará a la oferta en la región de La Paz hacia el 2009, lo que obliga a tomar medidas urgentes de mitigación y, además, a sostener la investigación científica que realiza la UMSA junto a la cooperación internacional. En Bolivia tenemos hasta un Ministerio del Agua, pero parece que esa repartición del Estado, ocupada en otros funerales, no tiene vela en el entierro de nuestros glaciares.

**\*Francesco Zaratti**  
*es físico.*

[Portada](#) | [Editorial](#) | [Política](#) | [Economía](#) | [Deportes](#) | [Archivo](#) | [Foros](#) | [Columnistas](#) | [El Evento](#)

[Sociedad](#) | [Cultura](#) | [Entrevista](#) | [Mundo](#) | [Social](#) | [Farándula](#) | [Entretenimiento](#) | [Seguridad](#) | [Ciudades](#)

[Cartas de los Lectores](#) | [Informe de la Semana](#) | [Info. del Lunes](#) | [Ideas](#) | [Libro](#) | [Debate](#) | [El Caso](#) | [Servicios](#)

[Ventana Ciudadana](#) | [Marca Lunes](#) | [Tiempo Político](#) | [Geniecitos](#) | [Escape](#) | [Ejecutivos](#) | [Tendencias](#) | [Especial](#)

© 2005. Prisa Internacional