





Esta publicación cuenta con el auspicio del Fondo Climático de Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania y de la Embajada de la República Federal de Alemania en Bolivia.

#### Glaciares Bolivia

12 Testigos del cambio climático

Concepto, textos y edición general: Teresa Torres-Heuchel

Edición gráfica: Gabriela Fajardo E.

Diseño de portada y diagramación: Erik Rodríguez

Archivo gráfico y documentación:

Heidi Stache, Ekkehard Jordan,

Deutscher Alpenverein (DAV), Instituto Boliviano de la Montaña (BMI)

Fotografía de portada: Dirk Hoffmann

Colaboradoras: Alicia de Mier, Johanna Hömberg

El contenido de la presente publicación es de responsabilidad del Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) Urbanización La Barqueta, Achumani Calle 28 B esquina calle 4 C Sajama 5

Teléfono: 2.71.24.32.

Correo electrónico: bmi@bolivian-mountains.org

Casilla: 3-12417 La Paz, Bolivia









# Glaciares Bolivia

12 Testigos del cambio climático

#### Indice

Prólogo Presentación

#### ■ 12 Glaciares

- I. Sajama
- II. San Enrique
- III. IIIimani
- IV. Picacho Kasiri
- V. Wila Manquilisani
- VI. Chacaltaya
- VII. Chiar Kerini
- VIII. Zongo
- IX. Lengua Quebrada
- X. Maria Lloco
- XI. Wila Llojeta
- XII. Culin Thojo

#### ■ La vida en torno al glaciar

Glaciares y el ciclo hídrico Bofedales, tesoros de montaña Lagunas glaciares y los nuevos riesgos para la población de montaña

#### El cambio climático en Bolivia

Bolivia y los bolivianos en el cambio climático Buscando limitar el calentamiento global a 2° C COP 20 en puertas, glaciares andinos expuestos a ojos del mundo



#### Prólogo

Frenar el calentamiento global y desarrollar soluciones para la adaptación al cambio climático es una tarea global. Para Alemania, la protección del medio ambiente y del clima es una meta política de altísima prioridad. Queremos llegar a acciones y condiciones concretas y ambiciosas a nivel internacional, y estamos dispuestos a llevarlas a la práctica tanto en Alemania como en nuestros países socios como Bolivia. El compromiso de nuestro Gobierno está enfocado en la transición global hacia sistemas económicos de poca emisión de CO<sub>2</sub>, en la protección de bosques y en el financiamiento para apoyar acciones climáticas de protección, adaptación y mitigación.

En Bolivia el retroceso de los glaciares es uno de los efectos del calentamiento global más visibles. Los Andes tropicales donde están los glaciares bolivianos son parte de una región extremamente vulnerable con ecosistemas muy sensibles a las variaciones del clima. El derretimiento de los glaciares no sólo pone en peligro los reservorios importantes de agua dulce para el altiplano y las ciudades La Paz y El Alto, sino que también tiene un impacto para la cultura de la sociedad andina y su forma de vivir. Con los "ponchos blancos" de los nevados andinos desaparecerán también los referentes de la mística campesina e indígena del occidente boliviano.

La exposición "Glaciares Bolivia: 12 testigos del cambio climático", mostrada en el mes de noviembre 2014 en las ciudades de La Paz y El Alto, tiene el objetivo de sensibilizar a la población sobre los efectos del calentamiento global y el cambio climático. Las fotos de la exhibición muestran la evolución del deshielo de los glaciares bolivianos de la situación pasada al estado actual.

La exposición fue financiada a través del Fondo Climático, uno de varios instrumentos del Gobierno Alemán para luchar contra el cambio climático. El Fondo nos ayuda a promover directamente el diálogo climático a nivel político, económico, social y científico, y apoyar iniciativas políticas para la transición hacia sistemas económicos de poca emisión de dióxido de carbono.

Esta pequeña publicación ilustrada sirve de excelente acompañamiento a la exposición fotográfica "Glaciares Bolivia: 12 testigos del cambio climático". Esperamos que nos ayude a aumentar la conciencia sobre los impactos del cambio climático, motive a la población y a sus instancias representativas a enfrentar el calentamiento global mediante medidas de adaptación y mitigación, y reabra el tema en puertas de la Conferencia Climática (COP 20) de las Naciones Unidas que se realizará en diciembre de 2014 en Lima, Perú.

En ese sentido, felicito al Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) por la conceptualización del proyecto y por su ejecución en el detalle.

Peter Linder Embajador de la República Federal de Alemania en Bolivia





#### Glaciares andinos, testimonios fotográficos del deshielo

Los glaciares son conocidos como los termómetros naturales del cambio climático en el mundo. Pero los ojos del mundo no siempre están puestos sobre ellos, pese a que los efectos del calentamiento global ya se hacen visibles en sus hielos. Tal vez porque la mayoría de la gente no vive en sus cercanías o quizás porque los ojos urbanos se han desacostumbrado a interpretar las señales de la naturaleza, los cambios que se están dando en los glaciares están pasando desapercibidos para la mayoría de la población.

Es por esa razón que decidimos "traer" algunos de ellos y presentarlos en esta exposición fotográfica comparativa: "Glaciares Bolivia: 12 testigos del cambio climático", con el objetivo de ver con nuestros propios ojos cómo los glaciares bolivianos se han ido derritiendo en las últimas décadas.

En esta parte del mundo, si bien algunos nevados como el Illimani, el Chacaltaya, el Huayna Potosí, el Illampu, el Ancohuma o el Sajama tienen su buen registro, seguramente a causa de su gran perfil como destino para el andinismo; otros como el Wila Manquilisani o el San Enrique son casi "perfectos desconocidos", sólo presentes en alguna colección particular de investigador o montañista.

Desde hace tiempo, el Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) ha estado reuniendo fotos antiguas de glaciares, además de nombres de personas e instituciones poseedoras de estas imágenes; sin embargo, por las exigencias técnicas en cuanto a calidad para el montaje de una exhibición fotográfica, se tuvo que realizar una nueva búsqueda, un trabajo arduo para encontrar a las personas poseedoras de las imágenes originales. La búsqueda anterior y la nueva recolección para esta exposición permitirán al BMI ampliar su archivo, en un ejercicio de documentación y sistematización de fotografías de los glaciares de Bolivia.

La necesidad de contar con fotografías actuales –tomadas en el lugar exacto para la comparación con las imágenes históricas rescatadas–, obligó a nuestro equipo a trasladarse hasta los mismos glaciares.

En el camino, cuando el proyecto de "traer" los glaciares de las cordilleras a La Paz y El Alto estaba en plena ruta, tropezamos con la dificultad de tener lluvias y mal tiempo prolongados en este año, específicamente entre agosto y septiembre, meses considerados secos. En algunos casos, las constantes nevadas y los cielos nublados impidieron la toma de nuevas fotografías. Este fue el caso concreto del Illampu y del

Ancohuma, dos montañas de más de 6.000 metros cuyos glaciares estaban incluidos en la lista inicial para esta exposición; sin embargo, a pesar de tres visitas a Sorata y de la perfecta identificación de los lugares para la toma comparativa con las fotografías históricas, el tiempo imposibilitó tomar réplicas de calidad. Fueron semanas y semanas de espera para poder subir a las montañas. En las alturas la precipitación cae en forma de nieve y ese detalle impedía tomar fotografías aptas para una comparación de los distintos momentos en la vida de los glaciares elegidos. Así, este proyecto también sufrió las alteraciones que vemos hoy en las estaciones climáticas; y nuestras previsiones tuvieron que ajustarse a las inusuales y constantes nevadas de esos meses durante la época seca de este año.

En cuanto a las fotos históricas, agradecemos de forma muy especial a Heidi Stache, Ekkehard Jordan y al Deutscher Alpenverein (DAV) - (Club Alpino Alemán), personas y organizaciones que nos cedieron algunas fotografías como base para la comparación. El conservar y valorar estos registros nos muestra cuán importante es tener un ojo –un lente, una cámara– puesto sobre el glaciar, y también tener una datación de las fotos. Una fecha señala un momento específico para la comparación futura.

Por las fotos actuales queremos agradecer a las coordinadoras del Proyecto Exposición Fotográfica del BMI, Alicia de Mier y Johanna Hömberg, quienes actuaron también de fotógrafas de montaña para registrar los glaciares de las cordilleras Quimsa Cruz y Real, en las dos últimas semanas de octubre. Con sus cámaras pasaron varias noches sobre los 4.000 metros esperando buen clima y la luz perfecta para la foto. Quienes conocen la montaña saben que cerca de los 5.000 metros las condiciones para la toma de fotografías son muy variables y que no es lo mismo tener luz para caminata o ascenso que para una foto.

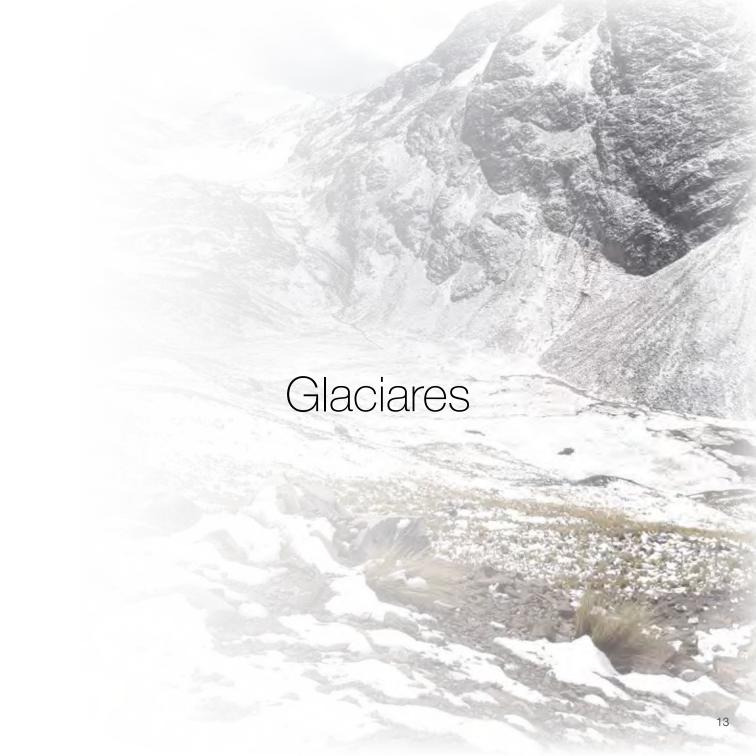
Mención particular a los especialistas en cambio climático, autores y coautores del *Klimablog* –la esfera digital de información científica y política actualizada del BMI sobre los aspectos relevantes del calentamiento global en Bolivia—, personas a quienes les debemos datos precisos e investigaciones amplias que han alimentado los contenidos de la presente publicación. Gracias extendidas a Denys Sanjines y a Florian Holtei, por su apoyo con la identificación de los glaciares; a Fernando Corro Ayala, por sus valiosos aportes y múltiples gestiones; y a Teresa Torres—Heuchel, por su cuidadosa edición de contenidos.

A nivel institucional, nuestra gratitud con el Museo Nacional de Etnografía y Folklore (MUSEF), en la ciudad de La Paz; y con el espacio cultural Jach'a Qhatu de Mi Teleférico, Línea Roja, Estación 16 de Julio de la ciudad de El Alto, por abrir sus puertas a la exposición durante la segunda quincena de noviembre del 2014.

Todo este proyecto fue posible gracias al financiamiento del Fondo Climático del Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania, operado en Bolivia por la Embajada de la República Federal de Alemania, instituciones a las cuales agradecemos por su compromiso con la acción y su apoyo para la concientización ciudadana; siempre con el objetivo de impedir que el mundo llegue a un estado de fiebre climática antes de concluir el presente siglo.

La Paz, noviembre 2014

Dirk Hoffmann Instituto Boliviano de la Montaña (BMI)





### I. Sajama, el "volcán nevado"





2001 2014

El nevado Sajama, con sus 6.542 metros, es el pico glaciar más alto de Bolivia y uno de los volcanes más altos del mundo. La cumbre, o cima del Sajama, está oculta con hielo y es por eso que no es posible ver el perfil del cráter; su pico está cubierto por un extenso glaciar de más de 130 metros de profundidad.

La imagen tomada en 2001 muestra al Sajama o "Tata Sajama" en un segundo plano, detrás de los dos cerros. El registro más nuevo corresponde a 2014, frente a la misma locación, un lugar próximo a las cabañas del albergue del Proyecto Ecoturístico Comunitario Tomarapi.

Según percepciones de los campesinos de la zona, desde 2004 hasta hoy, las lluvias regionales han bajado en la época seca y han subido en los meses de lluvia; incluso provocando el rebalse de la laguna Huaña Khota. Investigaciones científicas señalan que el tamaño de los glaciares del nevado Sajama se ha reducido entre 30 a 40%.

Por su gran elevación y buen espesor de glaciar, el Sajama bien podría ser uno de los últimos glaciares en mantener su capa de hielo hasta la segunda mitad del presente siglo y así sobrevivir a los demás glaciares.

Si bien no existen estudios detallados acerca del glaciar del Sajama y del volumen de agua que almacena en sus hielos, se sabe que sus deshielos aportan a los afluentes de la cuenca del Sajama, Tomarapi y Esquillani.

Un componente hidrográfico importante en la zona son las lagunas de la alta montaña, entre ellas la laguna Huaña Khota: fuente de agua para los campesinos de la región, vida silvestre, y alimentación de las especies nativas del área, tal como es el caso específico de los bofedales ubicados al oeste y noroeste del Sajama donde se alimentan llamas y alpacas; ganadería camélida que es uno de los sostenes económicos de la población local.

Las laderas del Sajama albergan bosques de queñua, una especie nativa amenazada en los años 30, cuando los constructores del ferrocarril Arica—La Paz utilizaron la madera del árbol como combustible de locomotoras. A raíz de tal situación, y como una medida de protección de la especie en riesgo, en 1939 se creó el área protegida Parque Nacional Sajama, el primer espacio natural protegido de Bolivia.

Recientemente, la Organización No Gubernamental (ONG) Agua Sustentable ha elaborado un Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Sajama, un documento que propone medidas para contrarrestar los impactos y efectos del calentamiento global, y del derretimiento de los glaciares en la zona.

Altura Sajama: 6.542 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Occidental

Municipio: Curahuara de Carangas

Localidades o ciudades próximas: Tomarapi y el pueblo de Sajama

Distancia desde La Paz y El Alto: 195 Km.

Fotos: 2001 (H. Stache) / 2014 (BMI)





### II. San Enrique, atractivo pero distante...





1982 2014

El glaciar San Enrique es uno de los más visibles de la Cordillera *Quimsa Cruz* o Tres Cruces, un macizo independiente al sur de la Cordillera Oriental. La Cordillera *Quimsa Cruz*, tal como se la conoce, es una cadena montañosa que está separada del Illimani por el cañón del río La Paz. Los primeros exploradores en dejar informes sobre esta zona de la cordillera fueron ingenieros europeos que trabajaron en las minas del área.

La fotografía del año 1982, en blanco y negro, muestra cómo los hielos del glaciar San Enrique están muy próximos al campamento minero Malla Chuma, ubicado en la parte derecha de la imagen, a pocos metros sobre el lago. En la toma que corresponde a 2014, se observa cómo las lenguas del glaciar se han retraído de una forma notable y se han alejado ya de la población minera.

Probablemente a causa de la distancia que separa la Cordillera Quimsa Cruz de las zonas urbanas, no se han realizado mediciones de campo en los glaciares pertenecientes a esta prolongación de la Cordillera Oriental.

La cadena montañosa de Tres Cruces tiene una extensión de 40 Km de longitud y 15 Km de ancho, y se divide en dos grupos: Araca y Choquetanga, pertenecientes a los municipios de Cairoma, Quime y Malla de la provincia Loayza.

Las temperaturas en la zona son bastante bajas (con promedios de 5° C), con lluvias que llegan a los 600 mm anuales, y con heladas frecuentes. La ubicación de la parte sub cordillerana de la cadena montañosa Quimsa Cruz permite observar paisajes con serranías cubiertas de praderas nativas que están irrigadas por la filtración de vertientes que sostienen los pastizales y bofedales en esas alturas.

En sus cumbres se observan varios nevados como El Salvador, Nevado Corri Chuma, San Pedro, San Felipe, Jacha Pacuni, Campanani y una serie de lagunas glaciares, entre ellas Laram Khota y Octakhota.

Desde la perspectiva turística, la Cordillera Quimsa Cruz tiene un alto potencial para el desarrollo de deportes de montaña. A esa valoración se añaden los importantes atractivos naturales de la zona, además de la singularidad de algunas especies animales y vegetales propias de los seis pisos ecológicos que la rodean. Estos nevados son muy poco visitados a causa de la distancia desde las zonas urbanas; pero también por la poca jerarquía de sus picos en términos de altitud (ninguno sobrepasa los 6.000 metros), desde la consideración de los andinistas.

Para la agricultura, la zona es aún territorio de la legendaria "papa de araca" (*Huaycha paceña*), apreciada por su buen sabor y fácil cocción; un cultivo que mereció la atención de proyectos internacionales de desarrollo para el fomento de la expansión y mejora del producto en los años 90.

Después del colapso de la minería de estaño de 1985, la región ha quedado sumergida en una situación de miseria y abandono, especialmente en sus zonas mineras, tal es el caso del centro minero de Viloco y de la mina Caracoles.

Desde el punto de vista medioambiental, la zona está afectada por la contaminación minera y erosión de suelos como resultado de la eliminación de residuos orgánicos y químicos desde las minas. A futuro, el deshielo del San Enrique y de otros glaciares de la Cordillera Quimsa Cruz podría causar problemas en el ciclo hídrico del área.

Altura San Enrique: 5.565 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Quimsa Cruz

(Tres Cruces), macizo independiente al sur de Cordillera Real

Municipio: Quime, Cairoma, Malla Localidades o ciudades próximas: Viloco Distancia desde La Paz y El Alto: 95 Km

Fotos: 1982 (DAV) / 2014 (BMI)





### III. IIIImani, símbolo de la identidad paceña





1985 2014

El Illimani es el nevado más emblemático del país y el más inspirador de La Paz: cuadros, fotografías y composiciones musicales la tienen presente; es un símbolo de identidad del paceño; y es la imagen de marca de la ciudad en términos turísticos. Ubicada al extremo sur de la Cordillera Real, con sus 6.438 metros, es la segunda montaña más alta de la Cordillera Oriental.

El célebre nevado también ha llamado la atención de misiones científicas que han logrado extraer núcleos de hielo desde su mismo lecho rocoso a 136 metros de profundidad desde la superficie. Según los resultados de las investigaciones realizadas en los glaciares del Illimani, la edad del hielo –en su parte más profunda– tiene 18.000 años. Esta muestra ha permitido a los investigadores reconstruir el clima de la zona durante ese periodo comprendido entre la última glaciación y el comienzo del Holoceno.

La fotografía más antigua muestra al Illimani en 1985, vista desde un punto en la Ceja de el Alto, próximo al valle de Achocalla. En la relación fotográfica se observa que las lenguas del glaciar Illimani de 1985 son más profundas y que sus picos glaciares están más cubiertos; también se distingue cómo la parte baja del lado izquierdo mantiene sus

hielos. La imagen comparativa muestra al nevado en 2014, con lenguas disminuidas, con los picos parcialmente descubiertos de hielo, y con la parte baja izquierda carente de hielos.

A través de fotografías aéreas e imágenes satelitales ALOS, los estudiosos del Illimani vieron que las tasas de pérdida glaciar en la famosa montaña no se producen de forma lineal. De acuerdo a evaluaciones hechas por el glaciólogo boliviano Edson Ramírez, el nevado Illimani perdió el 12% de su superficie entre 1963 y 1983; posteriormente, entre 1983 y 2009, la reducción glaciar se aceleró hasta significar el 26%.

Se estima que el Illimani –junto al Sajama y el Ancohuma– será una de las últimas montañas en mantener hielo cerca de sus cumbres debido a su gran elevación. Los tres serán una especie de "últimos sobrevivientes" a las agresiones del calentamiento global.

Los deshielos del glaciar Illimani alimentan a los *bofedales* del área y a los ríos Jankho Uma, Chunga Mayo y al mismo río La Paz, afluentes de ríos mayores que llegan hasta el Amazonas. En las faldas del Illimani existen alrededor de 50 comunidades (Palca, Jalancha, Khapi, Cohoni, Challasirca, Tahuapalca, por citar sólo algunas) que habitan diferentes pisos ecológicos que van desde los 4.000 metros en las cabeceras de cuenca, hasta los 2.000 metros en las partes más bajas.

Desde tiempos precolombinos, el Illimani ha recibido varios nombres: *Illemana* ("por donde sale el sol"), *Jilir Mamani* ("hijo mayor"). Su pico izquierdo –visto de frente– era conocido como *Khunu Urucuncu* ("Oso de nieve"), el central como *Chapa Punku* ("Puerta de espuma"), y el derecho como *Khunu Chaubiri* ("Mirador de nieve").

Altura Illimani: 6.438 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real, extremo sur

Municipio: Palca

Localidades o ciudades próximas: Mina Bolsa Negra, Palca, La Paz

Distancia desde La Paz y El Alto: 45 Km

Fotos: 1985 (H. Stache) / 2014 (BMI)





## V. Picacho Kasiri, en puertas del "Camino de la muerte"





1986 2014

El glaciar Picacho Kasiri adopta el nombre del cerro que se abre a la vista inmediatamente después de cruzar la zona denominada "La Cumbre", al iniciarse el descenso hacia los Yungas de La Paz. El Cerro Picacho Kasiri es el guardián de la entrada al valle de Unduavi y se ubica por encima de la localidad La Rinconada, un lugar hoy conocido como "puesto de control antinarcóticos".

La fotografía tomada en 1986 muestra los hielos del Picacho Kasiri muy presentes en la falda sur de la montaña, la cara protegida de los rayos del sol durante la mayor parte del día. La imagen correspondiente a 2014, registrada frente a la misma ubicación, muestra hielos ya bastante disminuidos; lo más notable es que el glaciar mantiene sólo su centro y su densidad se ve menor en relación al glaciar de la fotografía de 1986; en todo caso, los hielos de la parte superior izquierda han desaparecido.

El Picacho Kasiri se redujo incluso antes del inicio del proceso de derretimiento acelerado que afectó a los glaciares como consecuencia del cambio climático. En décadas pasadas, los habitantes de los Yungas paceños solían sacar bloques de hielo de las faldas de esta montaña con el propósito de llevarlos hasta sus poblaciones y refrigerar sus bebidas, especialmente durante las fiestas. Todavía hoy es visible desde la carretera la senda

de herradura que sube serpenteante en la ladera de la montaña, como testigo de esas viejas prácticas.

Técnicamente hablando, debido a su incapacidad de aumentar volumen, los hielos del Cerro Picacho Kasiri ya no reciben el denominativo de glaciar; su definición científica más próxima es: "Campo de hielo muerto".

En la fotografía antigua se aprecian también las huellas del viejo camino a los Yungas de La Paz, una vía que fue reemplazada hace algunas décadas por la nueva carretera asfaltada.

El punto más bajo de esta zona montañosa y, al mismo tiempo, el de mayor elevación de la carretera entre La Paz y los Yungas es conocido como "La Cumbre", un lugar de gran atracción para paceños y alteños cuando las nevadas invernales se hacen presentes, momento propicio para los juegos con nieve y el disfrute de los paisajes vestidos de blanco. "La Cumbre" es también un sitio reconvertido al uso de la mística andina durante el mes de agosto, cuatro semanas para el "pago" a la *Pachamama* ("Madre Tierra") y para la invocación de los espíritus de la tierra y las montañas, buscando su protección para los negocios y la salud. La Cruz de estas ceremonias es muy visible desde la carretera, un sitio en el que algunas personas "regalan" alcohol y hojas de coca a modo de ofrenda a la *Pachamama*, antes de continuar su viaje –"ya protegidos" – hacia las tierras bajas.

Para el turismo, "La Cumbre" es el punto de partida en el descenso del "Camino de la muerte", un recorrido que se realiza en bicicleta y cuyo mayor atractivo está en el trayecto del antiguo camino a Coroico; y el inicio de la caminata por el Choro, uno de los dos Caminos del Inca más atractivos en la zona.

Altura Cerro Picacho Kasiri: 5.120 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real, parte sur

Municipio: La Paz

Localidades o ciudades próximas: La Paz Distancia desde La Paz y El Alto: 20 – 30 Km

Fotos: 1986 (H. Stache) / 2014 (BMI)





#### V. Wila Manquilisani, origen del río Choqueyapu





1990 2014

El Wila Manquilisani es un pequeño glaciar desconocido por la mayoría de los habitantes de La Paz y el Alto... a pesar de su proximidad. La gente que llega hasta la zona lo hace atraída por la laguna Pampalarama y el proyecto eco-turístico de base comunitaria desarrollado a los pies del glaciar. Pocos saben que es el lugar de nacimiento del Choqueyapu, la columna vertebral de los ríos en la ciudad de La Paz.

La fotografía tomada en 1990 muestra la gran dimensión de los hielos del Wila Manquilisani, macizo que, en la imagen, sirve como telón de fondo a los camélidos alimentándose en los *bofedales* del área. En 1990, el glaciar se evidencia más grande y denso, con su cuerpo extendido hacia los laterales. La imagen que corresponde a 2014 deja apreciar el derretimiento notable del glaciar, con muchas superficies rocosas a la vista.

Por ser pequeño y de altura poco significativa, no se han realizado mediciones del glaciar Wila Manquilisani (pico que adopta el nombre de la montaña). Por estar debajo de los 5.500 metros, el glaciar se encuentra por debajo de la línea altitudinal de equilibrio y, por lo tanto, carece ya de una zona de acumulación.

Al igual que el Picacho Kasiri, el Wila Manquilisani dejó de ser considerado un glaciar, desde una valoración técnica. Los aportes de nevada que recibe ya no se convierten en

hielo y, en consecuencia, su definición correcta es la de "campo de hielo en permanente derretimiento".

Por sus dimensiones reducidas es un glaciar más vulnerable en relación con otros mayores, una característica que le permite ser, lamentablemente, un adelantado en el tiempo: su vida se calcula en años más que en décadas.

Parte de los deshielos del Wila Manquilisani forman la laguna Laram Khota, origen del río Kaluyo, un torrente cristalino que va cambiando de color a medida que va ingresando a la ciudad de La Paz hasta formar el río Choqueyapu, uno de los dos afluentes mayores (junto al Orkojauira) del río de La Paz, aguas que llegan hasta el rio Beni y el Amazonas.

Los deshielos del Wila Manquilisani aportan a la laguna Laram Khota y a otras como Pampalarama, Murmutani, Pampalarata y la Laguna Encanto. Los numerosos y extensos *bofedales* constituyen parte del atractivo de la zona, un lugar apto para la observación de llamas, alpacas y vegetación de montaña.

Uno de los rostros del Wila Manquilisani es vivible metros antes de llegar al lugar conocido como "La Cumbre", justo como fondo de la laguna Estrellani –ubicada al lado izquierdo de la carretera que va hacia los Yungas– cuyas aguas heladas sirven en el proceso de elaboración de "Tunta", una variedad de papa deshidratada muy apreciada en la culinaria local.

Altura Wila Manquilisani: 5.324 m.s.n.m.

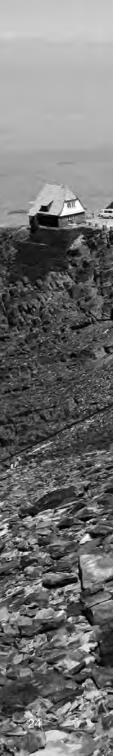
Ubicación en la cadena montañosa: Cordilera Oriental, Cordillera Real, parte sur

Municipio: La Paz

Localidades o ciudades próximas: La Paz Distancia desde La Paz y El Alto: 20 Km.

Fotos: 1990 (H. Stache) / 2014 (BMI)





## VI. Chacaltaya, primero en encender la luz de alarma





1985 2012

El Chacaltaya tiene una fama pasada que hoy casi sonroja: ser "la pista de esquí más alta del mundo". Y lo seguimos repitiendo a quienes nos visitan desde afuera. En 1986, cuando sus hielos aún permitían la práctica del esquí, el glaciar Chacaltaya era un destino deportivo y turístico. Hoy es un lugar para testimoniar los efectos del calentamiento global in situ, todavía un observatorio de lujo frente al escenario montañoso andino.

Las fotografías comparativas del Chacaltaya muestran dos momentos en la vida del glaciar: 1985 y 2012. En el primero tenemos al glaciar en uno de sus momentos más gloriosos en términos de atracción deportiva y turística. Las competencias de esquí se realizaron hasta el 2001 y el derretimiento del glaciar está marcado en el 2010. En el segundo momento, la cabaña del Club Andino Boliviano todavía se expone como una constatación de los buenos tiempos, mientras que el cable roto del telesquí de la estación es la señal del abandono; la superficie completamente desnuda de hielo.

Entre 1940 y 1982 el retroceso del glaciar del Chacataya fue relativamente lento: 0.95 centímetros por año. Entre 1940 y 1993 el ritmo anual subió a 2.01 metros; sin embargo, el promedio de la década comprendida entre 1982 y 1993, se disparó a 6.05 metros de

pérdida por año. Se constata así que los años 90 fueron los más duros durante el siglo XX para el Chacaltaya, en ese periodo su retroceso fue 3 a 5 veces más alto que en las décadas pasadas.

El estudio "El glaciar del Chacaltaya (Bolivia): Tendencias del balance de masa y retroceso medido desde 1940" menciona que en 1993 se registró un retroceso récord de alrededor a 17 metros. A ese ritmo, el glaciar del Chacaltaya fue el primero en despertar la alarma en Bolivia acerca del derretimiento de sus glaciares.

Altura Chacaltaya: 5.393 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, extremo sur.

Municipio: La Paz

Localidades o ciudades próximas: El Alto y La Paz

Distancia desde La Paz y El Alto: 20 km

Fotos: 1985 (H. Stache) / 2012 (BMI)



### VII. Chiar Kherini, un rostro desconocido del Chacaltaya





1995 2012

El Chiar Kherini es un conjunto de glaciares ubicado en la cara noreste del Chacaltaya. Más allá de ser vecino de la antigua "pista de esquí más alta del mundo", el grupo de glaciares Chiar Kherini es posiblemente el último en el país en ser todavía explotado por los "hieleros". Armados con picotas y en camiones, suben hasta las lenguas del Chiar Kherini para sacar bloques de hielo glaciar que luego utilizan en la fabricación de los conocidos "raspadillos" que son vendidos en las ferias abiertas de las ciudades y pueblos del altiplano.

La fotografía de 1995 muestra parte del grupo Chacaltaya - Chiar Kherini con presencia importante de hielos. La imagen de 2012 expone los mismos picos pero ya prácticamente desnudos, con restos mínimos de glaciar sobre la montaña de cumbre redonda de la derecha (visto de frente en la imagen).

Fácilmente se advierte la gran pérdida que ha sufrido este glaciar durante las últimas tres décadas. Se anticipa que son pocos los años que subsistirá el pedazo de hielo visible en la foto de 2014.

Desde los años 50, el Chacaltaya sirvió como base de observación a la Estación Climática Chacaltaya y, desde 2011, con la modernización de sus equipos, forma parte de la red de vigilancia de la atmósfera global de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), administrado en Bolivia por el Laboratorio de Física de la Atmósfera (LFA) de la UMSA. El objetivo de su trabajo incluye la obtención de información relativa al cambio climático, mediciones de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como el impacto de las cenizas de las quemas (chaqueos) sobre los glaciares bolivianos.

Altura Chiar Kherini: 5.363 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, extremo sur.

Municipio: La Paz

Localidades o ciudades próximas: El Alto y La Paz

Distancia desde La Paz y El Alto: 20 km

Fotos: 1995 (H. Stache) / 2012 (BMI)





# VIII. ZONGO, el más investigado en los Andes tropicales





1995 2009

Si La Paz tiene al Illimani como a su *Achachila* resplandeciente, la ciudad de El Alto tiene al Huayna Potosí como a su "Gran joven *Apu*". No por nada, Huayna significa joven en aymara y es uno de los mayores *Apus* (espíritus) de los Andes bolivianos. Una montaña—espíritu que acompaña el desarrollo de la ciudad más joven de Bolivia, un macizo que sorprende a los turistas al llegar al aeropuerto y que atrae a los andinistas hasta sus cumbres; el gran Huayna Potosí, padre de glaciares como Zongo.

A excepción de científicos y escaladores, no muchos saben que el Huayna Potosí tiene varios glaciares entre los que destacan el "Glaciar Zongo", el "Glaciar Lengua Quebrada o Sur" y el "Glaciar cara oeste". Otro aspecto desconocido del Huayna Potosí es que el glaciar Zongo –ubicado en el camino al valle de Zongo– es probablemente el más investigado en toda la región de los Andes tropicales (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) a causa de su proximidad a las zonas urbanas y de su fácil acceso hasta la misma zona glaciar.

Una imagen tomada en 1995 – desde las faldas del Charquini, montaña vecina al Huayna Potosí – muestra al coloso con sus cumbres nevadas y con el glaciar Zongo al centro.

La del 2009 muestra al mismo glaciar sin sus laterales cubiertas y con las paredes centrales con menor densidad de hielo.

Con alturas que van desde los 4.900 a los 6.000 metros, el glaciar Zongo cubre una extensión de 2.9 Km² y está ubicado en la parte baja de la cara este del Huayna Potosí. Según estudios científicos realizados por investigadores franceses y bolivianos –en el marco del Programa de Monitoreo Glaciar (GLACIOCLIM)– entre 1956 y 2006, el glaciar Zongo perdió alrededor de 16.32 metros de su espesor medido en volumen equivalente en agua y el 15% de su superficie.

Su perfil individual revela que el periodo más estable del glaciar Zongo estuvo entre 1956 y 1975, con un pico de aumento de masa glaciar entre 1963 y 1975; a partir de ese momento presentó un rápido y contínuo decrecimiento.

Altura Huayna Potosí: 6.088 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real, extremo sur

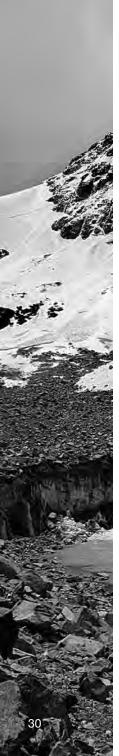
Municipio: La Paz, El Alto y Pucarani

Localidades o ciudades próximas: El Alto y La Paz

Distancia desde La Paz y El Alto: 30 Km

Fotos: 1995 (H. Stache) / 2009 (BMI)





#### X. Lengua Quebrada, en la cara sur del Huayna Potosí



2009



2014

Lengua Quebrada es otro de los glaciares del Huayna Potosí y se encuentra en su flanco sur, bajando por un valle angosto, el mismo que más adelante se caracteriza por tener inmensas morrenas. Hace algunos años atrás, este glaciar fue bautizado con el nombre de "Lengua Quebrada" debido a la fisionomía característica de su lengua.

Para la comparación fotográfica se presentan dos imágenes de la lengua del glaciar. El retroceso de Lengua Quebrada está siendo medido por medios rústicos (con una cinta de 30 metros) por el Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) desde 2009. Desde esta fecha, el Lengua Quebrada ha perdido un total de 80 metros, cantidad que significa más de un metro de retracción por mes. Desde abril de 2014 ha perdido 11 metros adicionales.

Las aguas del Lengua Quebrada nutren un bofedal que está en las cercanías y luego bajan hacia Jankho Khota, una laguna que forma parte del sistema de captación de agua potable de la ciudad de El Alto.

En la actualidad, el Huayna Potosí es uno de los macizos más atractivos para el turismo de montaña que llega a Bolivia: el 38% de los montañistas quiere escalarlo. En los últimos años, el turismo creció de forma significativa en la zona y, según datos de los refugios

cercanos, se estima que durante la temporada alta de flujo turístico, alrededor de 130 personas visitan el Huayna Potosí a diario.

Sin duda, el Huayna Potosí es una de las montañas más espectaculares de la Cordillera Real, el cuerpo mayor de la Cordillera Oriental boliviana; un macizo que ofrece glaciares, lagunas y ríos para el disfrute turístico.

Un reciente inventario de glaciares señala que la Cordillera Oriental reúne a más de 684 glaciares con una superficie total de 199,3 Km<sup>2</sup>.

Altura Huayna Potosí: 6.088 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real, extremo sur

Municipio: La Paz, El Alto y Pucarani

Localidades o ciudades próximas: El Alto y La Paz

Distancia desde La Paz y El Alto: 30 Km

Fotos: 2009 (H. Stache) / 2014 (BMI)





### X. María Lloco, vecino de gigantes





1986 2014

La montaña María Lloco, con sus 5.522 metros de altitud se ve eclipsada por el imponente Huayna Potosí, su vecino más próximo. Por su parte, el glaciar María Lloco se ve como una pequeña pirámide entre el Condoriri y el Huayna Potosí... casi un enano entre dos gigantes. Aunque es visible desde varios lugares de El Alto, incluso desde el mismo aeropuerto, son pocos quienes pueden distinguirlo por el nombre. Un glaciar que se presenta como un interesante reto para el escalador inexperto debido a la fuerte pendiente en sus partes superiores; una gran oferta, sin ser un coloso.

En la fotografía de 1986 se observa que los hielos del glaciar cubren toda la parte superior de la montaña María Lloco (la pequeña a la izquierda vista de frente), así como la cara oeste del Huayna Potosí (al centro de las montañas), y el flanco derecho. Por su parte, la imagen de 2014 muestra los mismos sitios pero ya visiblemente descubiertos de hielo.

Un estudio encargado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua señala que en 1963 la altitud media terminal de los pequeños glaciares de la Cordillera Real estuvo próxima a los 4.722 metros y que, 46 años después, en 2009, esta altura subió en 348 metros. En el caso de los glaciares de superficies mayores a 1 km², el incremento durante el mismo periodo fue de sólo 191 metros a partir de los 4.728 metros. Según el mismo estudio,

esta diferencia puede ser atribuida a la baja elevación de las áreas de acumulación con la consecuencia de que en algunos años la superficie entera de los pequeños glaciares está en riesgo de convertirse en zona de ablación o pérdida. En el caso particular del glaciar María Lloco, se estima que desaparecerá antes del 2030.

Por su proximidad a las ciudades de La Paz y El Alto, la región Tuni-Condoriri – Huayna Potosí es un destino muy popular para el turismo, una visita casi obligada para los visitantes extranjeros. La montaña atrae especialmente para la escalada en roca y hielo.

El glaciar María Lloco está íntimamente ligado con el abastecimiento de agua dulce a las ciudades de La Paz y el El Alto: sus deshielos alimentan a la laguna Tuni que, mediante un embalse artificial construido en 1977, tiene la capacidad de almacenar 24,7 millones de metros cúbicos de agua. En términos de superficie glaciar, la cuenca Condoriri tiene 14.87 Km² mientras que la de Tuni tiene 9.87 Km².

Junto a la laguna Milluni, las lagunas Condoriri y Tuni atienden la demanda de agua potable de los habitantes de la ladera Oeste y Norte, los barrios de Munaypata, La Portada, Alto Tejar, Achachicala, Avenida Periférica, Vino Tinto, Villa El Carmen, entre otros de la ciudad de La Paz. En la ciudad de El Alto, sus aguas atienden a Villa Adela, 1ro. De Mayo, Villa Ingenio, Alto Lima, 16 de julio, Ciudad Satélite y Villa Dolores, entre otras.

Altura María Lloco: 5.522 m.s.n.m.

Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real, centro

Municipio: Pucarani

Localidades o ciudades próximas: Pucarani, El Alto y La Paz

Distancia desde La Paz y El Alto: 30 - 40 Km

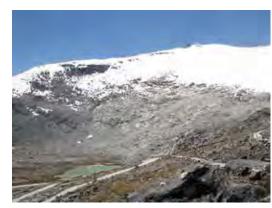
Fotos: 1986 (H. Stache) / 2014 (BMI)





#### XI.Wila Llojeta, glaciar adoptivo de Ekkehard Jordan





1984 2012

El glaciar Wila Llojeta está en la pequeña montaña del mismo nombre, un cuerpo rocoso ubicado al final del valle Hichu Khota– Janko Khota ("Lago blanco" en aymara), entre el famoso Condoriri, al sur, y el impresionante Chachacomani, al norte. El Wila Llojeta es un glaciar que se está derritiendo de forma acelerada en las últimas décadas.

Willa Llojeta significa "derrumbe rojo" en aymara y forma parte del macizo Nigruni. Es una zona de gran atractivo para la escalada de montaña, considerando que la mayoría de sus picos está entre los 5.200 y 5.600 metros de altitud; y, en el caso particular del Wila Llojeta, por ofrecer un ascenso fácil con dos características: glaciar en su cara oeste (altiplano) y roca en su cara este (los Yungas de La Paz).

La fotografía tomada en 1984 muestra cómo los hielos del Wila Llojeta están casi pegados a la laguna glaciar que se había formado un par de años antes. En la imagen de 2012, el mismo glaciar no llega ni a la mitad del lomo de la montaña.

Pese a su modestia, el Wila Llojeta es un glaciar que despertó la atención del prestigioso geógrafo alemán, Ekkehard Jordan, autor del primer inventario de glaciares de Bolivia elaborado en la década de los 80. Desde esos años, Jordan no pierde la oportunidad

de subir a la montaña para registrar el retroceso de la lengua del glaciar y marcar sus nuevos frentes. Por esas visitas frecuentes y el interés permanente, se puede decir que el Wila Llojeta es el "glaciar adoptivo" del reconocido glaciólogo.

Según los reportes del propio Jordan, en 1984 los glaciares del grupo Nigruni–Condoriri tenían una superficie de 40,8 km² y registraban elevaciones comprendidas entre 4.420 y 5.752 metros. El complejo de nevados Nigruni–Condoriri se encuentra separado del sector Calzada – Chearoco– Chachacomani por el denominado "Paso Condoriri".

El glaciar Wila Llojeta se encuentra justo en la zona divisoria de aguas. Los drenajes glaciares de la cara oeste de la región Nigruni–Condoriri tributan al lago Titicaca mientras que las áreas glaciares del este pertenecen a la cuenca hidrográfica del río Zongo, cauce que lleva sus aguas hasta la Amazonía.

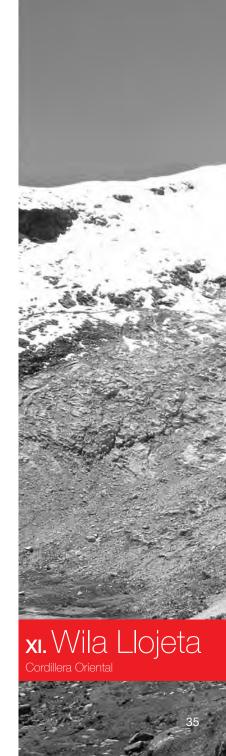
Altura Wila Llojeta: 5.244 m.s.n.m.

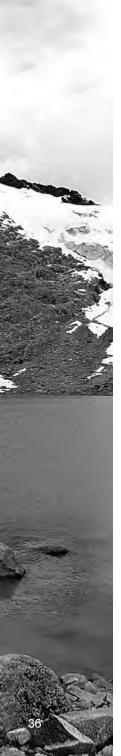
Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real, zona central.

Municipio: Batallas

Localidades o ciudades próximas: Batallas, El Alto Distancia desde La Paz y El Alto: 40 – 50 Km

Fotos: 1984 (E. Jordan) / 2012 (BMI)





## XII. CUI IN THOJO y la laguna Moro Khala, una nueva relación glaciar





2007 2014

En las últimas décadas, la retracción de los glaciares está provocando la formación de nuevos lagos glaciares en sus contornos. Una evaluación realizada mediante imágenes ALOS (Advanced Land Observation Satellite) identificó 35 nuevos lagos formados al pie de los glaciares de la Cordillera Real. Una de ellas es la laguna Moro Khala, hija del glaciar del cerro Culin Thojo.

La pequeña laguna glaciar Moro Khala fue bautizada con ese nombre por el Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) a causa de la ausencia de un nombre oficial y la necesidad de referirse a ella de alguna manera. Su existencia no está registrada en los mapas del Instituto Geográfico Militar debido a que su formación es de data reciente y antecede a la elaboración de los mapas topográficos.

La fotografía del año 2007 muestra cómo la masa glaciar de ambos lados del cerro Culin Thojo estaba unida y llegaba a directamente hasta la laguna. La imagen que corresponde a 2014 registra la separación de la masa glaciar –quedó partida en dos– y la significativa retracción de las respectivas lenguas.

La laguna es de reciente formación y adquirió cierta notoriedad circunstancial el 2007 cuando tres personas de nacionalidad alemana establecieron el "record de bañarse en la

altura" (5.106 metros), sin indumentaria, en sus aguas. Tal llamativa hazaña está registrada como "Höhenbaden Bolivia".

Se llega a la laguna Moro Khala y al glaciar Culin Thojo subiendo el valle de Hichu Khota – Janko Khota y luego tomando el desvío hacia la mina Fabulosa. En la zona del abra hay un pequeño desvío a mano derecha que conduce a un pequeño y rústico campamento situado a pocos metros de la laguna Moro Khala, un lugar habitado por mineros que viven en cubículos de piedra cubiertos con lona azul fungiendo de techo. Pese a la gran distancia que la separa de las urbes, es un lugar que fue registrado por el censo poblacional de 2012.

El glaciar Culin Thojo es el típico caso de un pequeño glaciar de baja altitud que ya no tiene área de acumulación y que en realidad ha dejado de ser un glaciar en sentido estricto. En términos propios es hoy otro "campo de hielo en retroceso constante", un ritmo que lo llevará hasta su desaparición final que, probablemente, no se haga esperar por más de 10 años.

Registros de Google Earth muestran que en 2002 la laguna Moro Khala aún estaba cubierta de hielo. En ese sentido, llama poderosamente la atención el acelerado ritmo de derretimiento del glaciar que ha acortado su vida prevista incluso a menos años.

Altura Culin Thojo: 5.368 m.s.n.m.

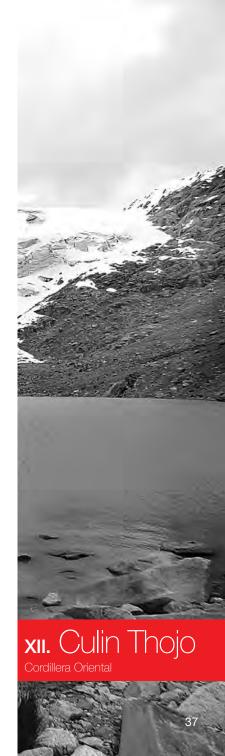
Ubicación en la cadena montañosa: Cordillera Oriental, Cordillera Real,

parte central (Grupo Nigruni)

Municipio: Batallas

Localidades o ciudades próximas: Batallas, Peñas Distancia desde La Paz y El Alto: 40 – 50 Km

Fotos: 2007 (BMI) / 2014 (BMI)









## Todo lo que un glaciar andino nos cuenta...

Es difícil imaginar a las ciudades de La Paz y El Alto sin sus montañas blancas. ¡La Paz sin el Illimani, El Alto sin el Huayna Potosí¡ ¿Cómo imaginar ambas ciudades sin sus mayores símbolos? El cambio climático obliga a pensar en postales futuras: montañas de piedra que alguna vez fueron nevados considerados eternos.

Si bien el derretimiento de los glaciares como consecuencia del cambio climático devenido del calentamiento global es un fenómeno mundial, los glaciares tropicales –aquellos próximos a la línea del Ecuador y donde destacan los glaciares de los Andes sudamericanos— se encuentran entre los más afectados del planeta por su vecindad con las regiones tropicales y sub tropicales. Por añadidura, el derretimiento de los glaciares tropicales tiene un mayor impacto por encontrarse en una de las regiones más vulnerables del mundo a causa de la fragilidad de sus ecosistemas y de la pobreza de la población de montaña.

Durante los últimos 30 años Bolivia ha perdido aproximadamente la mitad de sus glaciares. En el caso particular boliviano, los causantes del derretimiento de sus glaciares no sólo están en el calentamiento global y sus efectos potenciados debido a la gran elevación de sus montañas, sino también están en la ceniza que llega hasta sus cumbres como producto de las quemas forestales (*chaqueos*) y quema de pastizales que se efectúan en las tierras bajas, y aquella que sube desde los motores de los vehículos a diesel. Como un manto negro, el hollín está "ensuciando" los glaciares de la zona y, como consecuencia, su capacidad de reflejar (rebotar) la luz está disminuyendo; de ese modo, su derretimiento se está acelerando.

Pese a las diferencias que existen respecto al origen y componentes de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) entre regiones y países, es importante tener presente que la subida global de temperaturas resulta del acumulado histórico de los diferentes GEI y que el principal de ellos es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La presencia de este último en la atmósfera va en ascenso a causa del incremento en el uso de combustibles fósiles en la industria y en el transporte, la deforestación –cuyo ritmo acelerado está disminuyendo la retención del dióxido de carbono en los bosques— y el aumento del metano resultante de la extracción de recursos energéticos del subsuelo y de los gases digestivos expulsados por los animales (procreación igualmente en aumento debido a la creciente demanda mundial de carne).

A diferencia de otros fenómenos exacerbados por el cambio climático (sequías, inundaciones o pérdida de biodiversidad), los glaciares se ofrecen como "termómetros" naturales de las condiciones climáticas para la ciencia, además su pérdida de masa permite reflejar los efectos del calentamiento global en otras áreas y ecosistemas.

Más allá de brindarnos una postal para los ojos, los glaciares nos advierten sobre los riesgos que supone su derretimiento tanto para el sistema hídrico como para la salud de los suelos, el mantenimiento del ecosistema, el bienestar de las poblaciones circundantes y la vida en las ciudades. Los glaciares nos piden acción y no quedarnos de hielo frente a sus señales.



# Glaciares, cambio climático y el agua nuestra de todos los días

Nieve, no es lo mismo que hielo. En los Andes tropicales, la nieve se derrite con el sol y dura poco. De toda la nieve que cae en determinado periodo, sólo una pequeña parte logra acumularse y compactarse en los picos glaciares. Ese es el hielo que alimenta un glaciar y el proceso de retención y consolidación requiere bastante tiempo. Con el aumento de temperaturas, la línea que demarca la zona glaciar –aquella donde la nieve no se derrite – sube, afectando así a los hielos que conforman el cuerpo glaciar; al mismo tiempo, la lengua del glaciar pierde volumen y se presenta entonces el retroceso del glaciar.

El incremento de temperaturas es un fenómeno que impacta en el sistema climático, principalmente en el sistema hídrico: los glaciares se derriten, cambia la conducta de las lluvias al punto que ya nada parece ser predecible en el planeta, se presentan eventos extremos bajo la forma de sequías e inundaciones, el nivel de los mares va en ascenso y los vientos se intensifican. Entonces, el cambio climático tiene un efecto en cadena dentro del sistema hídrico y los ecosistemas; un trastorno con potencial de impactar negativamente en todas las actividades humanas.

El derretimiento de los glaciares de los Andes tropicales se ha acelerado de manera alarmante en los últimos 30 años. Los glaciares por debajo de 5.400 metros están perdiendo su masa dos veces más rápido que los glaciares que están por encima de esa altura. El derretimiento es preocupante también para las grandes urbes. En el caso específico de las ciudades de La Paz y El Alto, el agua de los glaciares representa entre el 10 y 15 % de sus recursos hídricos y, en época seca, el porcentaje de agua glaciar sube hasta 27 % en algunas de sus cuencas.

Sin embargo, hay que constatar que en una primera fase del derretimiento de los glaciares, los ríos adyacentes reciben un flujo adicional de agua, contribuciones mayores al promedio histórico. En un segundo momento –después de la "fase inicial de aguas" – se prevé que el aporte de los glaciares caerá de forma abrupta porque ya estarán tan disminuidos que no podrán atender a los ríos de forma mínima. Los torrentes que dan vida a la vegetación, producción y economía circundantes, ya no serán los mismos.

En adición al calentamiento global, el aumento o retroceso de los glaciares está definido por el régimen de lluvias. En la región de los Andes centrales (Perú y Bolivia), los sistemas de precipitación están marcados por el transporte de vapor originados en el océano Atlántico y en la zona amazónica; el comportamiento del océano Pacífico; y, aunque en menor medida, también por la presencia del lago Titicaca. Son tres evaporatorios que influyen en las lluvias de la región al tener al frente a la cordillera Oriental que actúa como barrera de condensación.

Las tierras deforestadas en las zonas tropicales producen la mitad de la evapotranspiración que las tierras forestadas, lo que puede causar una reducción regional en las precipitaciones, incluso en la época de lluvias. A menos bosque, menos retención de dióxido de carbono en las plantas, menos evaporación y menos lluvias.

A partir de un estudio que integra los efectos combinados de la deforestación, cambio climático e incendios, el Banco Mundial predice que la deforestación del 20 por ciento del bosque amazónico es suficiente como para provocar el trastorno del ciclo hídrico y el inicio de la muerte progresiva del bosque. Hoy se estima que 13,1 por ciento del bosque amazónico ya está deforestado, es decir, el margen es de sólo 7 por ciento.

Así, tanto por la pérdida de los glaciares en la cordillera como por la pérdida de los bosques en la Amazonía, el agua nuestra de todos los días parece estar en riesgo.





#### Bofedales, tesoros de montaña

Sobre los 4. 500 metros, a medio camino entre el altiplano y los primeros hielos del glaciar, un territorio de vida: el *bofedal* alto andino, una especie de oasis de humedad y de vegetación permanente en las alturas, un lugar donde pastorean camélidos y se desarrolla la vida salvaje de otros miembros de la fauna y flora.

Considerados como un equivalente a praderas húmedas de alta montaña, los bofedales son normalmente poco extensos, pero generan vida por la humedad que retienen en sus suelos; se nutren de las lluvias, del deshielo de los glaciares y de las aguas subterráneas. El bofedal es uno de los tesoros de vida allí donde la oxigenación se ralentiza, un recurso que ahora está en peligro a causa de la disminución de la masa glaciar y del calentamiento de la atmósfera.

Aunque el número de especies en la zona es restringido (vicuñas, patos, vizcachas y zorros), los bofedales son vitales para el desarrollo del ecosistema de alta montaña. Son lugares en los que se alimentan camélidos, principalmente llamas y alpacas, y en los que se albergan aves migratorias. Los bofedales tienen entonces un valor para el ecosistema y una función económica y cultural para las poblaciones del entorno.

En la actualidad, los bofedales andinos no sólo están en riesgo a causa del derretimiento de los glaciares. La aproximación del hombre a sus límites está encendiendo otra luz de alarma sobre su situación. Con glaciares cada vez más pequeños y con temperaturas más altas en la zona, los humanos están habilitando esas áreas para su uso agrícola -"estresándose" así al frágil ecosistema- e invadiendo los bofedales para drenar sus recursos hídricos en favor de cosechas y de la explotación minera que en el último tiempo se ha extendido en sus proximidades.

La destrucción de *bofedales* a causa del drenaje es muy significativa en los Andes centrales y del sur. Después de la quema de combustibles fósiles y de la deforestación en las zonas intermedias y bajas, el drenaje de los *bofedales* en las tierras altas es una fuente importante de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en toda la región comprendida entre Perú, Bolivia y Chile. El dióxido de carbono es la primera fuente de carbono para la vida vegetal en la tierra, pero también es un gas que regula el calentamiento global (a mayor emisión, más aportes para el calentamiento).

Con el riesgo de desaparición de los glaciares, la importancia de los *bofedales* va en aumento. Si los *bofedales* no mueren como consecuencia de la disminución de aguas provenientes del deshielo de las montañas y del drenaje operado por el hombre, éstos podrían ser almacenes futuros de agua dulce dentro de los sistemas hídricos de montaña.



# Lagunas glaciares y los nuevos riesgos para la población de montaña

El mundo de los habitantes de la alta montaña en Bolivia gira en torno a sus grandes nevados. Los une la mística andina pero también la vida generada en su relación. La montaña es el *Achachila* (abuelo), es el espíritu masculino.

Precisamente la mística andina dice que lo masculino está en sus cumbres mientras que lo femenino está en sus lagunas, son los remansos de la *Pachamama* (Madre Tierra). Se dice también que se puede reconocer el rostro del *Achachila* en el reflejo de esas aguas, siempre y cuando los *Apus* (espirítus) así lo permitan.

Con el derretimiento de los glaciares, las lagunas originadas en sus hielos están aumentando en cantidad y tamaño. De acuerdo a un inventario realizado en la Cordillera de Apolobamaba –cadena que alberga a la población de Curva, cuna de la cultura Kallawaya, y que se aproxima hasta el Lago Titicaca–, las lagunas de origen glaciar aumentaron de 174 a 216 en cantidad mientras que la superficie total de las lagunas creció aproximadamente en 2,5 km², entre 1986 y 2008. ¿Y qué representa esto para las poblaciones de montaña? Para sus habitantes, estas nuevas lagunas proveedoras de agua y vida, suponen hoy un peligro.

A partir del anticipo de los efectos del calentamiento global sobre el ciclo hidrológico, el interés público parece estar concentrado sólo en ese sistema. Hasta hoy, poca o ninguna atención se ha prestado a los riesgos y peligros asociados al rápido derretimiento de los glaciares y al *permafrost* (suelos permanentemente congelados). Cuando un glaciar retrocede puede formarse una laguna en la punta de su lengua. Las lagunas glaciares son a menudo represadas por morrenas (sedimentos de origen glaciar y de constitución variada que contiene arcillas, arena, grava, canto rodado, entre otros). Dependiendo de las condiciones del terreno local y de los aportes del glaciar, una laguna puede crecer de modo considerable hasta tener una fuerza poderosa capaz de liberar cantidades enormes de agua hacia las zonas bajas.

El primer caso documentado de una riada por la ruptura de una laguna glaciar en Bolivia ocurrió en 2009 en la cuenca Keara, en la Cordillera de Apolobamba. En la mañana del 3 de noviembre una laguna descargó violentamente su contenido después de que el glaciar arrojara bloques de hielo. El agua alcanzó a la comunidad de Keara: inundó sus campos de papa, ahogó a sus animales, destruyó sus puentes y 7 kilómetros del camino de tierra ubicado al lado del lecho del río. Los habitantes de Keara no obtuvieron ninguna compensación por las pérdidas sufridas. Una ruptura de laguna glaciar con efectos directos sobre el bienestar de los habitantes de montaña.

Ante un episodio como el de Keara, los pobladores de montaña piensan que el *Achachila* está enojado. En realidad, el derretimiento de los glaciares está relacionado con procesos de desarrollo económico industrial, agrícola y ganadero radicados en el uso de combustibles fósiles y en la deforestación de campos para la expansión agraria y ganadera. Unos más que otros, responsables somos todos.



El cambio climático en Bolivia





## Bolivia y los bolivianos en el cambio climático

Una percepción generalizada es que los países en vías de desarrollo como Bolivia son las víctimas de aquellas naciones desarrolladas cuyas economías han crecido en base a una industrialización alimentada por la explotación de los recursos naturales mundiales y la quema de combustibles fósiles. Sumando todas estas emisiones históricas de dióxido de carbono desde la Revolución Industrial del Siglo XIX se advierte que los países industrializados del Norte han acumulado una "deuda climática" con el resto del mundo.

Más allá de esa perspectiva histórica, es importante revisar algunos datos actuales: se estima que Bolivia produce más de 10 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) per cápita, principalmente como consecuencia de los incendios (quemas y *chaqueos*), deforestación y, en menor medida, de las actividades industriales y de transporte. A eso se suman las emisiones de metano –otro de los Gases de Efecto Invernadero– que escapan durante la extracción de combustibles fósiles y los procesos digestivos de animales del rubro ganadero. Considerando la cantidad de su población, ese número convierte a Bolivia en un país muy contaminador e insostenible en términos ecológicos; pero también "injusto" desde una perspectiva de justicia climática global.

Según el Programa Nacional de Cambios Climáticos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, entre 1990 y 2004, las emisiones de dióxido de carbono producidas por Bolivia crecieron de 38,6 a 92,7 megatoneladas.

Si bien la deforestación y los incendios figuran en Bolivia como los grandes responsables en el aumento de emisiones de dióxido de carbono, la industria, la generación eléctrica y el transporte están incluidos en la misma lista. De manera indirecta, las exportaciones bolivianas de gas también estarían contribuyendo a las emisiones de otros países. Así, el considerable desarrollo económico logrado durante la última década en Bolivia está acelerando el ritmo de las emisiones contaminantes.

Se considera que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero atribuibles a cada habitante de Bolivia (aproximadamente 10,2 toneladas de dióxido de carbono al año, incluidos los cálculos como efectos de quemas y



deforestaciones) son menores a las de un norteamericano, pero son mayores a las de un europeo, un chino o un japonés. Esa elevada tasa de contaminación está influenciada fundamentalmente por las quemas y deforestaciones de las zonas bajas del país, acciones que representan aproximadamente el 80% de la emisión de cada habitante. Un perfil individual bastante alejado al concepto que tiene el propio boliviano acerca de sí mismo y de su papel en relación al cambio climático.

Por su parte, el perfil medioambientalista de Bolivia está afectado por su apego al desarrollo basado en la extracción y en la exportación de recursos naturales. Desde hace varias décadas la economía boliviana está apoyada en sus ventas externas de hidrocarburos y productos mineros. Ambas actividades son altamente contaminantes de aguas y suelos, y lanzan muchos Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera. Sólo la extracción de gas y petróleo de suelo boliviano generó 362 megatoneladas de dióxido de carbono entre el 2000 y 2012.

Según los reportes de la FAO, Bolivia perdió 290 mil hectáreas de áreas forestadas por año entre 2000 y 2010 y, con esa cifra, se situó como el noveno país del mundo en términos de deforestación anual. Ese ritmo se explica por el crecimiento de la agroindustria, especialmente por la expansión de los cultivos de soya; el aumento del consumo boliviano de carne de res –aspecto que ha provocado la deforestación de campos para uso ganadero–; y por los usos de suelo desarrollados por los agricultores de pequeña escala, especialmente en las tierras bajas del norte del país.

El estímulo al consumo interno de gasolina, diesel y gas natural –a través de subsidios que mantienen los precios bajos–, y el crecimiento de la economía y población se combinan hoy con un cambio de valores en la sociedad boliviana. Todos estos factores unidos están contribuyendo en distinto grado a subir la temperatura de la atmósfera.

# Buscando limitar el calentamiento global a 2° C

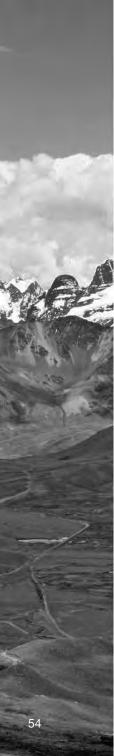
Si el mundo no consigue frenar el ritmo de crecimiento mundial de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la temperatura global subirá entre 4° y 6°C al terminar el presente siglo. Ante esa visión, la mayoría de los países ha llegado al consenso de limitar el calentamiento promedio a 2°C y esa meta ha sido aprobada en el Acuerdo de Copenhague por 114 de los 122 países en las discusiones internacionales de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la máxima instancia de negociaciones sobre el cambio climático en el mundo.

Desde ese acuerdo hubo muchas rondas de negociaciones y bastante polémica al respecto. Por un lado, están los países ya industrializados que promueven fundamentalmente el desarrollo de los mercados de carbono; por otro, están aquellas "economías emergentes" (donde destacan China, India, Brasil y Sudáfrica), administraciones que se niegan a frenar el ritmo de crecimiento de sus economías. También están los países en vías de desarrollo (entre ellos Bolivia) que reclaman por la injusticia histórica que supone pagar las consecuencias del calentamiento global y, además, renunciar a su propio derecho de explotar sus recursos en favor de sus economías.

El mercado de carbono consiste básicamente en un sistema de compensación monetaria por la reducción de emisiones de GEI, por parte de los países industrializados a los menos desarrollados a cambio de que estos últimos mantengan sus bosques y no aumenten sus emisiones.

En una lectura económica y política convencional, la reducción de emisiones supone un freno al ritmo de crecimiento económico y consecuencias en la popularidad de los gobiernos. No son decisiones que suman votos. Por lo tanto, todos hablan de bajar emisiones, pero ninguno quiere actuar de forma contundente.





Por eso, en lugar de bajar las emisiones y comenzar una transición hacia una economía de bajo carbono, las economías emergentes y los países en vías de desarrollo copian los modelos de "desarrollo sucio", es decir, crecen sin freno en base al uso masivo de carbón, petróleo y gas, con la consecuencia de acelerar también sus emisiones de GEI.

Por su parte, los países industrializados también están dilatando las acciones al no proporcionar medios financieros para la adaptación y acceso a tecnologías limpias. La decisión de postergar la acción ahora condenará a las generaciones futuras a siglos de altas temperaturas y a profundos trastornos climáticos.

Para limitar el calentamiento a sólo 2°C se necesita un cambio acelerado de los actuales modelos de desarrollo y la adopción de otros basados en energías alternativas (eólica, solar, geotérmica, entre otras). Una transformación que supone también el dejar la mayor parte de las reservas de combustibles fósiles conocidas en el suelo, frenar la deforestación y emprender reforestaciones a gran escala; y además, cambiar los hábitos de consumo por parte de la gente. Probablemente, una revolución en los valores del ciudadano.

# COP 20 en puertas, glaciares andinos expuestos a ojos del mundo

Casi en puertas de la realización de la edición número veinte de la Conferencia Climática de las Naciones Unidas (COP 20) en la ciudad de Lima, a realizarse entre el 1 y 12 de diciembre de 2014, América Latina confía en hacer escuchar su voz acerca de su realidad regional en relación al cambio climático e influir en este importante espacio de la diplomacia climática internacional, aprovechando su condición de dueño de casa del encuentro.

La COP es la Conferencia de las Partes –países– firmantes de la Convención Marco de las Nacionales Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) que se reune cada año desde hace 20 años.

Desde la perspectiva internacional, la COP 20 representa el último encuentro antes de la COP 21 que se realizará el 2015 en Paris, es decir, la COP 20 es una cita en puertas de un *rendez–vous* decisivo donde el mundo debería definir un nuevo acuerdo global para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y hacerse efectivo a partir del 2020, según lo definido en la Plataforma de Durban en 2010.

Durante la última década, las emisiones del gas más importante dentro de los GEI, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), muestran una tendencia de aumento anual de 3%. Para muchos participantes del encuentro (entre negociadores gubernamentales y representantes de la sociedad civil asistentes a estas citas), la COP 21 significa la última oportunidad para poder limitar el calentamiento global por debajo de los 2 °C, temperatura que es considerada como el límite máximo para evitar catástrofes en varias regiones del mundo en el presente siglo.

Según muchos observadores de las negociaciones, sin presiones sobre los gobiernos nacionales desde las sociedades civiles respectivas, será muy difícil llegar al momento político suficiente como para negociar y firmar un acuerdo realmente efectivo.

Ahora, con los ojos del mundo puestos en la capital peruana y en la realidad andina en particular (con los glaciares tropicales en pleno proceso de retroceso), los nevados andinos tienen la oportunidad de atraer la atención mundial por un breve momento. Aprovechemos la ocasión para hacer nuestra parte desde donde estamos...





#### Fondo Climático: "El cambio climático es un asunto de todos"

En la actualidad, el cambio climático es uno de los mayores retos de la humanidad. Es un desafío que debe unir a los hombres porque toca su vida actual y porque afectará la existencia de sus descendientes en el futuro inmediato. El cambio climático llega como fenómenos climáticos extremos: sequías, inundaciones, subida del nivel del mar o el derretimiento de los glaciares. Son consecuencias del calentamiento global que ya se sienten.

Desde el 2011 el Ministerio Federal de Relaciones Exteriores de Alemania puso fondos económicos a disposición de sus representaciones diplomáticas en el exterior (Embajadas Alemanas en el mundo) con el objetivo de promover el diálogo climático a nivel político, económico, social y científico, y, apoyar iniciativas políticas para la transición hacia sistemas económicos de bajo carbono.

El Fondo Climático está para promocionar el diálogo político con respecto a la protección climática y medioambiental –incluso la adaptación al cambio climático, protección forestal, biodiversidad, gestión de agua– y una administración económica favorable al clima. Pero también para apoyar el desarrollo y realización de estrategias de mitigación y adaptación a nivel nacional y local, la elaboración de posiciones de negociación sobre políticas climáticas nacionales, y estrategias para lograr economías favorables al clima y reducción de emisiones.

En los años anteriores, la Embajada Alemana en La Paz (Bolivia) promocionó medidas de comunicación política a través de conferencias/seminarios locales y regionales con la participación de responsables del área política y expertos, pero también acciones de cooperación en el sector científico (estudios específicos sobre el país, folletos y conferencias sobre el cambio climático).

#### Mayor información:

- www.la-paz.diplo.de (Embajada Alemana en Bolivia)
- wz-11@lapa.auswaertiges-amt.de

Tel.: 2-2440066 Av. Arce 2395 Casilla 5265



### Instituto Boliviano de la Montaña (BMI)

"Contribuyendo a un desarrollo sostenible de regiones de montaña en Bolivia"

El Instituto Boliviano de la Montaña (BMI) fue fundado en 2002 a propósito de la celebración del Año Internacional de las Montañas. Establecida como una fundación sin fines de lucro, funciona como una red de investigadores. Su misión es contribuir al desarrollo sostenible de regiones de montaña en Bolivia a través de la investigación científica, la capacitación y la asistencia técnica, además del intercambio de experiencias y de la realización de proyectos. Todos estos aspectos están en concordancia con la Agenda 21 de las Naciones Unidas y así están establecidas en la carta fundacional de la organización.

En ese entendido, el BMI prioriza la investigación para el desarrollo y la conservación de áreas de montaña, el cambio climático y global en la región Andina, la capacitación y asistencia técnica, los proyectos sostenibles en las montañas y el debate y concientización pública. Todas estas son sus prioridades temáticas.

Con un enfoque hacia la práctica, el BMI ha publicado recientemente dos documentos como aporte al debate nacional sobre los impactos del cambio climático:

En 2012 fue publicado el estudio "Bolivia en un mundo 4 grados más caliente. Escenarios sociopolíticos ante el cambio climático para los años 2030 y 2060 en el altiplano norte", con la pretensión de ser un aporte a la construcción de una sociedad más resilente, mejor preparada para el futuro gracias a la reflexión y toma de consciencia ante los desafíos con los que, probablemente, tendrá que lidiar.

En 2014 siguió la publicación del libro "Cambio climático en Bolivia. Lo mejor del *Klimablog 2011 – 2013*", una selección de artículos sobre el cambio climático en Bolivia, sus impactos actuales y las previsiones a futuro; noticias y reflexiones publicadas por primera vez en el Klimablog (www. cambioclimático-bolivia.org), en formato digital, vía Internet.

# Glaciares Bolivia

12 Testigos del cambio climático



