

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS INFORMAN

EDICIÓN N° 01

LOS IMPACTOS DEL CAMBIO GLOBAL
EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
Y SUS ZONAS DE INFLUENCIA: EL CASO DEL
PARQUE NACIONAL HUASCARÁN
Y LA CUENCA DEL RÍO SANTA



Implementada por
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS INFORMAN

Es una publicación institucional del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP

Edición N° 01 - Los impactos del cambio global en las áreas naturales protegidas y sus zonas de influencia: El caso del Parque Nacional Huascarán y la cuenca del Río Santa

Con el apoyo técnico y financiero del "Proyecto Iniciativa Trinacional: Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Áreas Naturales Protegidas en Colombia, Ecuador y Perú" de la Cooperación Alemana implementada por la GIZ

Fotografías

Jesús Gómez López / SERNANP
Koky Castañeda y Edson Ramírez
Adam French
Molly Polk

Diseño y Diagramación

Gisselle Torrico y Luz Riquelme
Tokapu Concepto Creativo S.A.C.

Impresión

Giacomotti S.A.C.
Santa Eduvigis 316 – Urb. Pando Cercado
Teléf: 564-7101
Email: cmapelli@gmtti.com

Lima – Perú, Julio del 2013

EDITORIAL

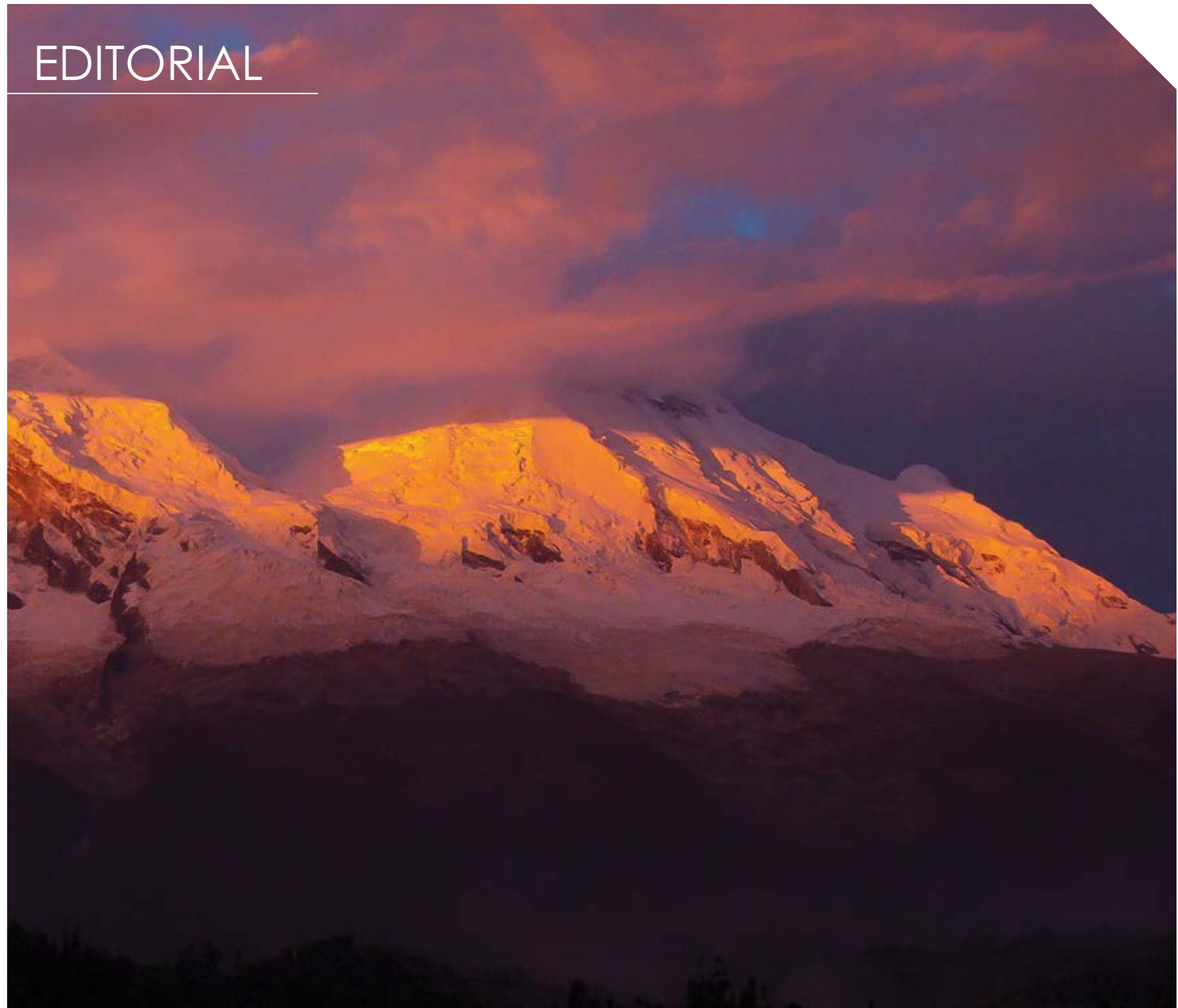
Perú, tiene 77 áreas naturales protegidas (ANP) de administración nacional, 15 ANP de conservación regional y 62 ANP de conservación privada, son algo más de 22 millones de hectáreas, lo que representa casi el 17% de la superficie terrestre del país. Por ello, la oportunidad que brindan para la realización de estudios científicos e investigaciones relacionadas a la diversidad biológica y el mejor conocimiento de nuestro medio natural es uno de los servicios más importantes que ofrecen las áreas protegidas, las que son también consideradas como excelentes observatorios para estudiar las consecuencias del cambio global. Constituyen en su esencia y por sus mismas características, una posibilidad de realizar estudios de muy largo plazo, incluyendo programas de monitoreo de gran alcance. Monitoreo no solamente de la diversidad biológica, sino también de una gama de variables e indicadores ecológicos, climáticos, económicos y sociales, relacionados a la amplísima oferta de bienes y servicios que ofrecen las áreas protegidas a nuestra sociedad.

En un escenario de cambio climático, donde las amenazas a la diversidad biológica se ven incrementadas de manera significativa, las ANP adquieren una mayor relevancia. En el caso del sistema peruano de áreas naturales protegidas son muchas las investigaciones y trabajos científicos que se han venido realizando. Sin embargo el potencial y lo que debiera investigarse supera ampliamente lo que podamos imaginar. Es crucial para la humanidad multiplicar los esfuerzos por conocer y estudiar nuestra realidad natural, tan severamente amenazada como resultado del cambio climático. Inteligentes e innovadoras estrategias y medidas de adaptación, con un enfoque amplio e integral son una prioridad para nuestras sociedades y ellas requieren el respaldo de serios estudios científicos.

En esta oportunidad, el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), asumiendo una tarea pendiente, realiza el esfuerzo de procesar, editar y poner a disposición de un público amplio, una selección de investigaciones realizadas en las áreas naturales protegidas. Con esta primera edición sobre glaciares, científicos peruanos e internacionales vienen compartiendo los resultados de sus investigaciones realizadas en el Parque Nacional Huascarán y en la cuenca del Río Santa, ubicados en la Cordillera Blanca. Así, sus estudios demuestran los impactos del cambio climático en los servicios ecosistémicos y en la sociedad y llaman a la toma de acciones concretas para una mejor gestión de los sistemas hídricos. Es útil recordar que más del 60% de energía eléctrica que se genera en el país por centrales hidroeléctricas se producen o son gracias a las aguas que provienen de áreas naturales protegidas del país (Huascarán, Junín, Nor Yauyos Cochas, Salinas y Agua Blanca, entre otros).

En el marco de los convenios y acuerdos que el SERNANP viene desarrollando con instituciones públicas, académicas y privadas, esta revista hace parte de las iniciativas que se promueven para la difusión de conocimiento sobre el rol y el valor de las áreas naturales protegidas.

Pedro Gamboa Moquillaza
Jefe del SERNANP





RESUMEN

Esta revista presenta una serie de breves informes sobre los objetivos y resultados de investigación colaborativa y multidisciplinaria en el Parque Nacional Huascarán (PNH) y la cuenca del Río Santa. Los estudios presentados abarcan diversos aspectos de los impactos del cambio global, con un enfoque común en el sistema hidrológico, su nexa con los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y la gestión social del agua y de los riesgos glaciares. El objetivo principal es generar información sobre los cambios y las tendencias actuales para destacar sus impactos tanto para los ecosistemas como para la sociedad. La información se dirige al público en general y especialmente los administradores y los responsables políticos para ayudarlos al momento de tomar decisiones sobre el manejo de los recursos naturales y las áreas naturales protegidas.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos nuestros amigos, colegas, y colaboradores en el Perú quienes han contribuido a nuestras investigaciones durante años y destacamos el apoyo de la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos del Autoridad Nacional del Agua tanto como la Jefatura del Parque Nacional Huascarán del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Las investigaciones presentadas en este boletín fueron apoyadas por la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos (NSF) con las becas #BCS-0752211, #DEB-1010550, y #DEB-1010381. La redacción de la revista por Adam French fue apoyada por una beca del Programa “Escalador-Cientista” (CCRDCS0001) de la Agencia del Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) y el diseño y la impresión es gracias al “Proyecto Iniciativa Trinacional: Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Áreas Protegidas de Colombia, Ecuador y Perú” de la Cooperación Alemana implementada por la GIZ y ejecutado por el SERNANP. Los resultados y las opiniones presentadas son exclusivamente de los autores y no necesariamente representan las posiciones de estas organizaciones.

ÍNDICE

Introducción
Por: Adam French y Marco Arenas Aspilcueta

11

Trabajo de investigación 1: Cambio Climático en la Cordillera Blanca: el retroceso de los glaciares y los recursos hídricos
Por: Michel Baraer, Bryan Mark, Adam French, Jeffrey McKenzie y Ricardo Jesús Gómez López

17

Trabajo de investigación 2: Dinámica de la vegetación en la Cordillera Blanca y su vínculo hidrosocio climático
Por: Kenneth R. Young Molly H. Polk

23

Trabajo de investigación 3: Los riesgos glaciares y sus lecciones para el futuro
Por: Mark Carey

29

Conclusión: La vulnerabilidad social al cambio global
Por: Adam French y Jeffrey Bury

35



INTRODUCCIÓN

Cambio Global en el Parque Nacional Huascarán y la Cuenca del Río Santa

Por Adam French¹ y Marco Arenas Aspilcueta²

Con un área de conservación de 340,000 hectáreas, el Parque Nacional Huascarán (PNH) ubicado en el departamento de Ancash es una de las áreas naturales protegidas más importantes de los paisajes de alta montaña a nivel mundial. Fue establecido en 1975 y designado Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1985. El parque incluye una diversidad impresionante de ecosistemas, lagunas y ríos, así como la gran mayoría de las cumbres de la Cordillera Blanca. Esta cordillera, la más alta y con mayor cobertura glaciar en toda la zona tropical del mundo, es una fuente importante de recursos naturales y particularmente de la provisión y regulación del recurso hídrico. Desde sus cumbres, nacen las aguas que se juntan para formar el Río Santa que, desde su cabecera en los glaciares y en la Laguna Conococha hasta su boca ubicada pocos kilómetros al norte del puerto de Chimbote, recorre más que 300 kilómetros, contribuyendo a la ganadería y la agricultura de la parte alta y media de la cuenca; a los usos consuntivos de ciudades principales como Huaraz, Caraz, Chimbote, y Trujillo; a la producción hidro-energética en el Cañón del Pato que brinda entre 5 a 10% de la energía en el Perú; y a los grandes proyectos especiales de la costa, CHINECAS y CHAVIMOCHIC.

A pesar de los esfuerzos de conservación, el ambiente del PNH y de la cuenca del Río Santa ha sufrido cambios fuertes en las últimas décadas. Por un lado, el calentamiento global ha contribuido a una reducción de la cobertura glaciar en la Cordillera Blanca de un ~30% desde el año 1970, lo cual ha generado nuevos riesgos de desastres naturales así como un temor general a una crisis del agua en el futuro. Por otro lado, los diversos impactos de la globalización económica han creado nuevas presiones sobre los recursos hídricos y paisajísticos. Los impactos convergentes de estos dos procesos ocasionan hoy en día desafíos sin precedente en la gestión de los recursos naturales, tanto dentro del PNH como en su zona de amortiguamiento y la parte baja de la cuenca del Río Santa. En su escurrimiento por la vertiente del Pacífico, este río provee agua vital a diversos ecosistemas, comunidades, y actividades económicas muy importantes para el país. En un contexto de una reducción gradual en oferta y una alza rápida en demanda de agua, uno de los desafíos más complicado es la gestión del recurso hídrico y de la contaminación al nivel de la cuenca del Río Santa.

1. Universidad de California, Santa Cruz; adamkfrench@gmail.com

2. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) - Agencia de Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ - Iniciativa Trinacional).

Esta problemática ya ocasionó varios conflictos entre actores que tienen intereses y derechos sobre los recursos naturales en competencia. El caso de la Laguna Parón es un ejemplo emblemático: una coalición de actores locales se enfrentó a una empresa y a su gestión sectorial del agua de la laguna para fines hidroeléctricos. El caso del ambiente de la Laguna Conococha es otro ejemplo que muestra las conflictivas prioridades para el uso del territorio: usuarios desde la misma laguna hasta la costa se unieron para defender de la minería la cabecera del Río Santa y sus afluentes. Estos dos conflictos se convirtieron en temas importantes a nivel nacional, sin embargo cabe destacar que existen también otras preocupaciones relacionadas con el uso humano del agua y del territorio que todavía no llaman debidamente la atención. Por ejemplo, el problema del sobrepastoreo y la consecutiva degradación de los suelos dentro del PNH existe desde hace muchos años y está empeorando en el contexto de los cambios actuales.

El surgimiento a nivel nacional y global de estos conflictos obliga a los actores involucrados, juntos con las autoridades estatales, a buscar soluciones colaborativas entre diferentes sectores. El marco de la ley actual contempla conceptos claves para fortalecer este tipo de cooperación: la consulta previa, el ordenamiento territorial y la gestión integrada de los recursos hídricos son ejemplos de herramientas que tienen como meta promover el diálogo entre los actores y establecer procesos de gestión equitativa y transparente al nivel de los ecosistemas y cuencas. Sin embargo, estos marcos legales siguen siendo muy teóricos y todavía falta implementar prácticas institucionales concretas que guiarán la gestión de los territorios y los recursos que proveen.

Para llevar a cabo una gestión más sostenible e integrada es necesario basar la toma de decisiones en la mejor información posible; una necesidad que se complica mucho por los procesos del cambio global y sus consecuencias cada vez más inciertas y difíciles de prever. La recolección y el análisis de

datos, especialmente a largo plazo, así como la difusión de resultados requieren recursos y pericia que faltan en muchos contextos. Gracias a su destacada ubicación, el PNH y su zona de influencia es uno de los sitios más estudiados en los Andes y los resultados de las investigaciones y estudios en esta región ofrecen importantes perspectivas y lecciones para otros sitios con elementos ambientales y sociales parecidos.

Considerando el interés que representa compartir estas lecciones, el presente boletín agrupa los resultados de una investigación multidisciplinaria y colaborativa entre un grupo de científicos norteamericanos y peruanos. Estos trabajos desafían los discursos demasiado populares que sugieren que "en veinte años no vamos a ver glaciares ni agua en la Cordillera Blanca" y que "pronto todos tendrán que migrar a otros sitios para sobrevivir." Para no restringirse a declaraciones catastróficas, los estudios presentados en este boletín destacan unos cambios actuales que merecen la atención de la sociedad y hablan de tendencias importantes que podemos esperar en el futuro.

Michel Baraer et al. usan datos históricos y métodos estadísticos para calcular los cambios en el aporte de los glaciares al caudal del Río Santa y unos de sus afluentes. Sus resultados sugieren que una disminución en el caudal del Río Santa en época de estiaje no es una preocupación del próximo siglo sino un cambio que empezó alrededor del año 1970 y que exige adaptaciones en la gestión hídrica actual. Kenneth Young y Molly Polk presentan unas observaciones sobre la manera en que los cambios del clima y el sistema hidrológico van afectando los bofedales en el PNH y sugieren que existe una creciente fragmentación y reducción en estas áreas vitales que brindan importantes servicios ecosistémicos a diversos usuarios. Mark Carey describe como el retroceso de los glaciares ha contribuido a la intensificación de los riesgos de desastres naturales y destaca la importancia de los esfuerzos de investigación, monitoreo, y proyectos

de ingeniería que pueden mitigar los riesgos y sus impactos como ha pasado con los trabajos exitosos de la Unidad de Glaciología durante las décadas anteriores. Adam French y Jeffrey Bury describen unas convergencias entre el cambio climático y la globalización económica que juntas amplían sus impactos en el bienestar de la población. Centrándose así en fenómenos observados y previstos por métodos científicos, estos trabajos intentan fortalecer un conocimiento compartido que forma la base de las gestiones integradas y los procesos adaptativos que realmente tienen potencial para enfrentar los impactos de los fuertes cambios globales impactando al PNH y la cuenca del Río Santa así como muchos paisajes parecidos en Perú y otros países.

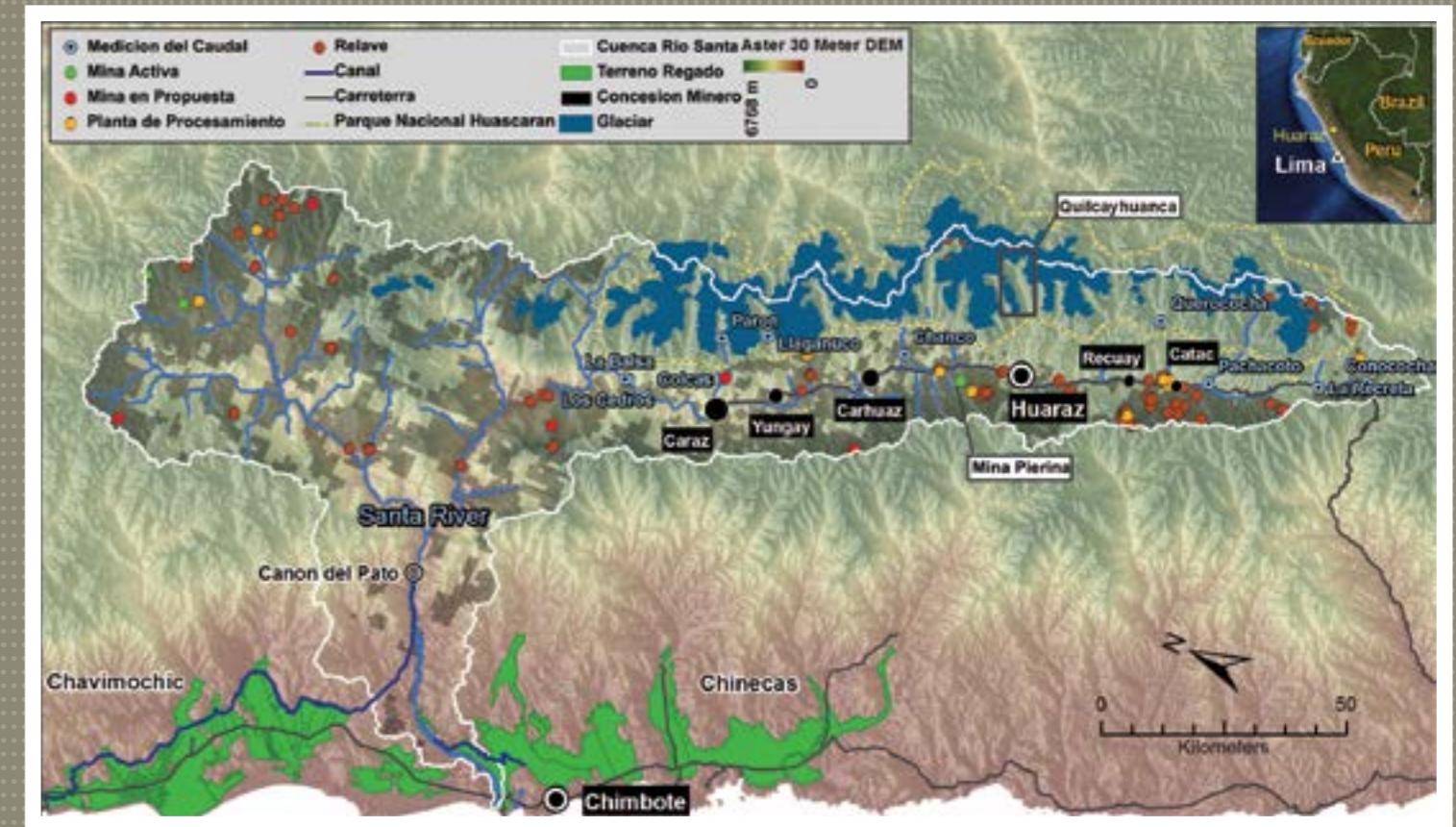


Gráfico 1: Vista Panorámica de la Cuenca del Río Santa, el Parque Nacional Huascarán, y los Proyectos Especiales de Riego de la costa.

Por Jeffrey Bury



Foto 1: Vista de la Laguna Querococha y la Quebrada de Yanamarey en el sector sur del Parque Nacional Huascarán. Los paisajes y aguas del PNH brindan una diversidad de servicios ecosistémicos a la humanidad.

Por Adam French



Foto 2: Vista de Huascarán Sur (6768 msnm) y el paisaje de la cuenca media del Río Santa (desde Vaullinaraju).

Por Adam French



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 1

Cambio climático en la Cordillera Blanca: retroceso de los glaciares y los recursos hídricos

Por Michel Baraer³, Bryan Mark⁴, Adam French⁵, Jeffrey McKenzie⁶ y Ricardo Jesús Gómez López⁷

Las comunidades que viven en la Cordillera Blanca del Perú son observadores impotentes del cambio ambiental drástico actual. En una encuesta realizada en el 2008, los habitantes de las cuencas Quilcayhuanca y Yanamarey reportaron observaciones casi unánimes del retroceso reciente de los glaciares ($98 \pm 1\%$) (Bury et al. 2011). Las imágenes aéreas y satelitales, usadas para medir la cobertura de hielo de la cuenca del Río Santa arriba de la estación hidrométrica "La Balsa" (Figura 1), muestran una disminución de la misma de unos 558 km² en 1930 a 343 km² en 2009 (Figura 2). Además, estas medidas muestran una aceleración del ritmo de pérdida del hielo, ya que esta zona de drenaje perdió 2,6 km² de cobertura de hielo por año entre 1930 y 1990 y 3,0 km² por año entre 1990 y 2009 (Baraer et al. 2012). Una tendencia similar, pero de diferente amplitud, se observa en el área de drenaje ubicada encima de la estación hidrométrica "La Recreta" (Figura 1 y 2), en el extremo sur de la cuenca del Río Santa.

Históricamente, los glaciares de la Cordillera Blanca han brindado servicios hidrológicos fundamentales a las comunidades, las economías y los ecosistemas de la cuenca del Río Santa. Durante la temporada seca (época de estiaje), en particular, el derretimiento del hielo acumulado durante la temporada anual de lluvias proporciona un flujo constante de agua para diversos usos en la cuenca alta del Río Santa. Considerando la importancia de estos servicios hidrológicos tanto para los sistemas naturales como para las actividades humanas de la región, nuestro grupo de investigación ha estado trabajando desde finales de los años 1990 para identificar los impactos del retroceso glaciar en el suministro de estos servicios vitales.

Gracias a estudios anteriores (Braun et al. 2000, Collins 2008, Moore et al. 2009) sabemos que, en teoría, cuando el tamaño de los glaciares disminuye, se genera un aumento transitorio de la escorrentía a medida que los glaciares pierden masa. El caudal llega entonces a un punto llamado "pico de agua" y posteriormente disminuye a medida que el volumen de hielo glaciar sigue reduciéndose. Además de causar cambios en el caudal anual y en el caudal en época de estiaje, se estima que el retroceso de los glaciares también afecta la variación anual del caudal.

3. ÉTS, Universidad de Québec, Canada. michel.baraer@etsmtl.ca

4. Universidad de Ohio State, U.S.A.

5. Universidad de California, Santa Cruz, U.S.A.

6. Universidad de McGill, Canada.

7. Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP)



Figura 1: Mapa de la cuenca del Río Santa con las estaciones hidrométricas "La Recreta" y "La Balsa" notadas.

del pico de agua. Las barras grises en la Figura 3 ilustran la etapa del proceso en la cual se encontraban las estaciones de "La Balsa" entre 1954 y 2008 y "La Recreta" entre 1954 y 1995. Las flechas gruesas representan las evoluciones simuladas de cada parámetro estudiado en los dos puntos del Río Santa. En el caso de "La Recreta", la influencia del retroceso de los glaciares sobre el caudal se ha desvanecido a un nivel casi insignificante. Tanto el caudal anual como el caudal en época de estiaje se ven inafectados por los cambios del volumen de hielo y muestran características parecidas a las de una cuenca sin cobertura glaciar. Del mismo modo, la variación anual del caudal en "La Recreta" se encuentra a un nivel similar al que se observaría en una situación donde la variación de caudal se debe únicamente a la precipitaciones de lluvias. La situación es diferente en la estación de "La Balsa". En este sitio, el pico de agua pasó más recientemente, probablemente hace unas décadas. Por lo tanto, la influencia del retroceso de los glaciares sigue siendo alta, pero los datos muestran una tendencia hacia una disminución continua tanto en el caudal anual como en el caudal en época de estiaje, así

como un aumento en la variación anual del caudal.

El análisis de estos datos nos permite prever consecuencias del retroceso actual de los glaciares de la Cordillera Blanca muy distintas en estos dos sitios. Si las precipitaciones siguen teniendo niveles similares a los actuales, los impactos del retroceso continuo de los glaciares sobre el caudal de "La Recreta" deberían ser imperceptibles debido a la pequeña cantidad de cobertura glaciar que queda en esta cuenca hoy día. En cambio en la estación de "La Balsa", los efectos del retroceso continuo de los glaciares al ritmo actual deberían resultar en una mayor disminución en las próximas décadas de los caudales anuales y de los caudales en época de estiaje. Además nuestra investigación calcula que, una vez que los glaciares hayan retrocedidos a un punto en que ya no tienen un impacto significativo en los caudales de "La Balsa", el caudal promedio anual debería reducirse en un 10% con respecto a los niveles promedios actuales. Más importante aún, en época de estiaje, los niveles promedios de caudal podrían reducirse en un 30%. Adicionalmente, con un

LOS EFECTOS DEL RETROCESO GLACIAR SERÁN LOCALMENTE DISTINTOS SEGÚN LA COBERTURA GLACIAR SUBSISTIENDO ARRIBA DE CADA CUENCA.

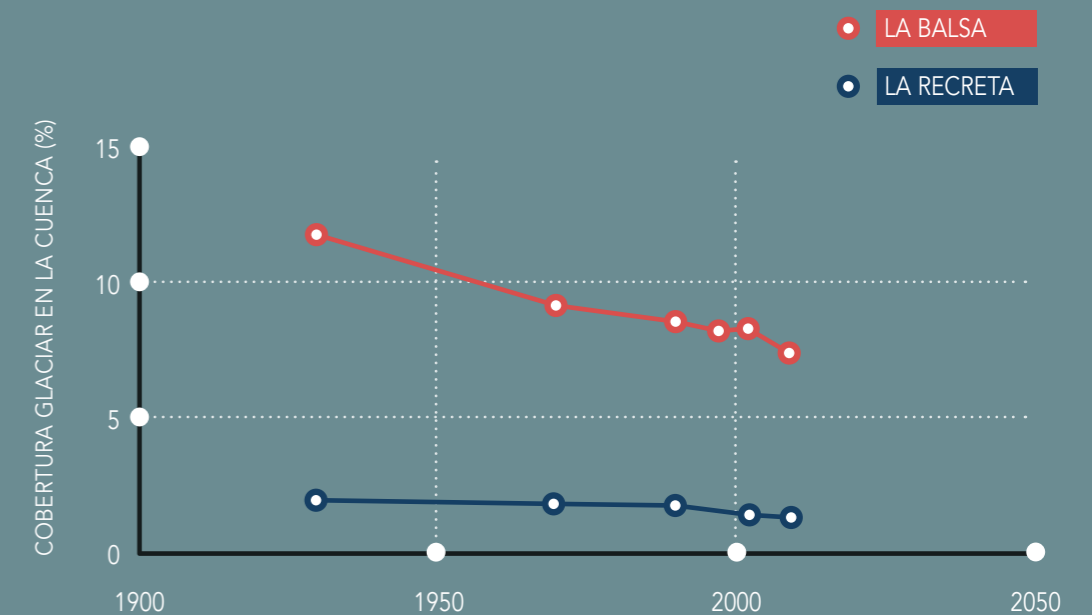
UNA DISMINUCIÓN EN EL CAUDAL DEL RÍO SANTA EN ÉPOCA DE ESTIAJE NO ES UNA PREOCUPACIÓN DEL PRÓXIMO SIGLO SINO UN CAMBIO QUE EMPEZÓ HACE VARIAS DÉCADAS.

Nuestras últimas investigaciones han permitido elaborar simulaciones de los impactos del retroceso glaciar sobre los caudales en la Cordillera Blanca. También han permitido interpretar las evoluciones en las mediciones del caudal del Río Santa a lo largo de la historia (Figura 2). Las mediciones se realizaron en un total de 9 estaciones hidrométricas: el punto de drenaje de "La Balsa", el de "La Recreta" y en otras 7 estaciones ubicadas en los afluentes del Río Santa. Este trabajo propone una descripción, en función de los cambios en el tamaño de la cobertura de hielo, de la evolución relativa del caudal anual, del caudal en época de estiaje, y de la variación anual del caudal (Figura 3 curvas finas). Nuestro modelo indica que estos tres parámetros evolucionan simultáneamente en el tiempo, con un pico de agua del caudal anual ocurriendo un poco después del pico de agua del caudal en época de estiaje.

También muestra que la variación anual del caudal aumenta después de que haya pasado el pico de agua. Una vez que los glaciares se han derretido por completo o están cerca de desaparecer, todos los parámetros de caudal se estabilizan lentamente en niveles diferentes a los niveles observados antes del inicio del retroceso glaciar. Concretamente, el caudal anual total se estabiliza en un nivel ligeramente inferior al nivel que tenía antes de que empiece el retroceso glaciar, el caudal en época de estiaje experimenta una caída más pronunciada, y la variación anual es casi dos veces más importante que la variación observada antes del retroceso de los glaciares.

Nuestros resultados muestran que al menos 7 de los 9 puntos de drenaje que estudiamos, dentro de los cuales se encuentran las estaciones de "La Balsa" y "La Recreta", han pasado el umbral

Figura 2: Evolución de las medidas de cobertura glaciar en las cuencas de "La Balsa" y "La Recreta".



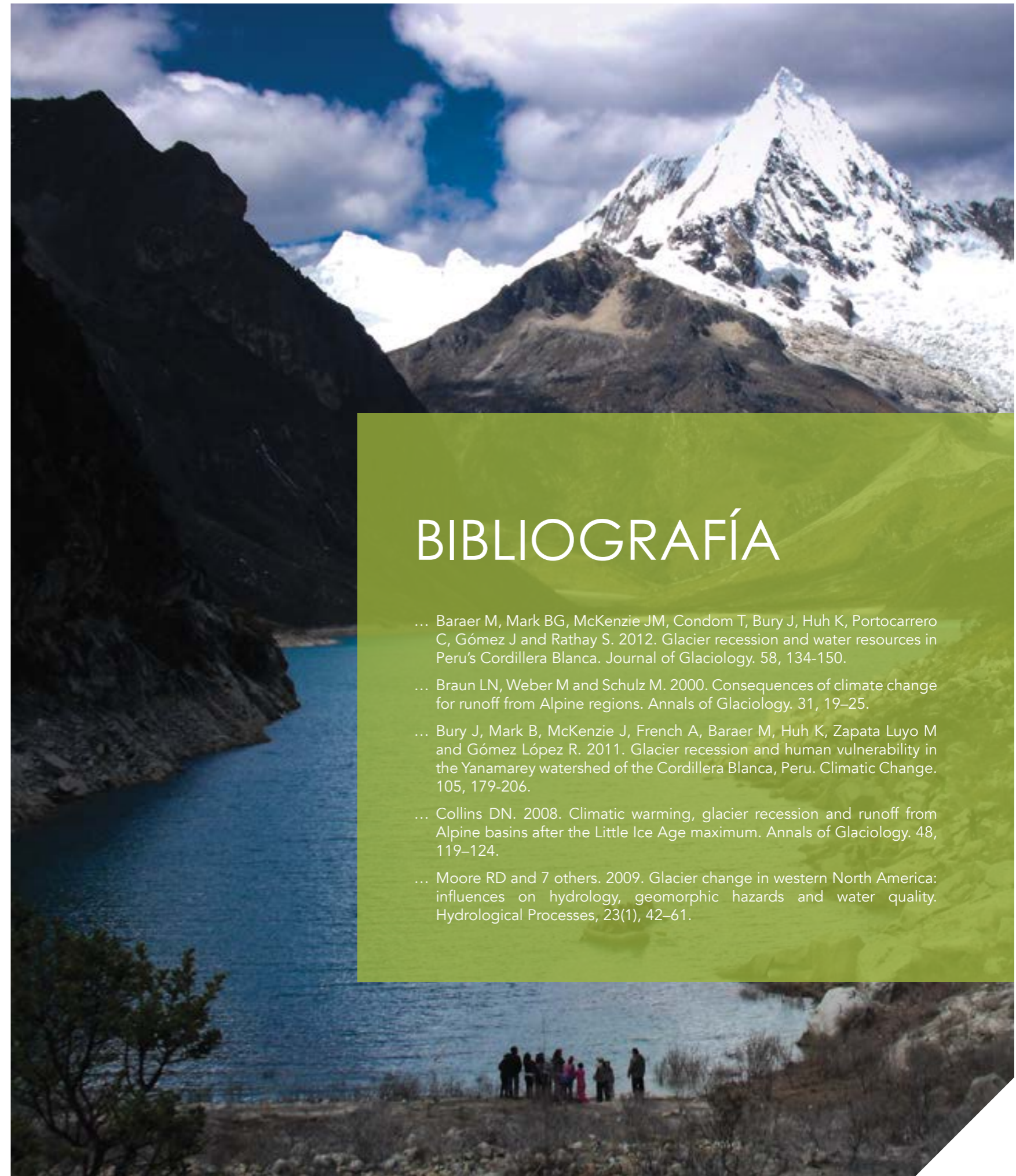
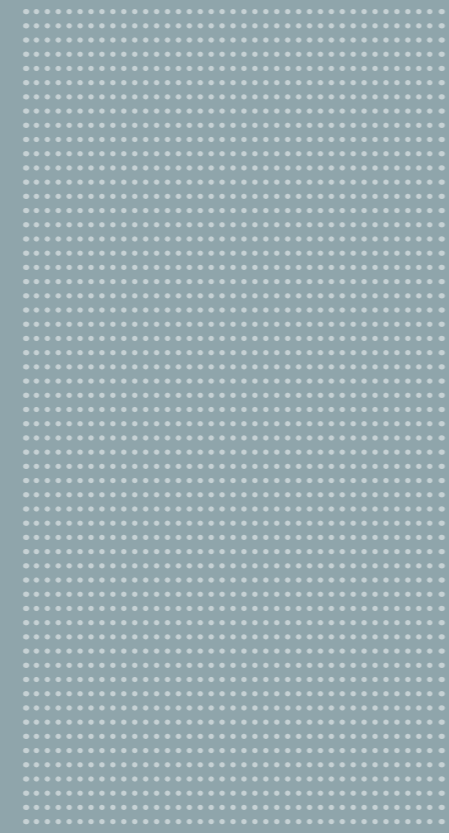
aumento previsto de los caudales altos y una disminución en los caudales bajos, la variación anual del caudal en la estación de "La Balsa" debería mostrar un aumento significativo en comparación con los niveles actuales de variación.

Aunque nuestra investigación sugiere que un escenario "no glaciares-no agua" es muy poco probable en el futuro, es factible que los impactos del retroceso glaciar sigan afectando el caudal del Río Santa en "La Balsa", causando reducciones importantes en la disponibilidad de agua, especialmente durante la época de estiaje. Un estudio del río llevado a cabo al lo largo del verano del año 2011 mostró que más del 85% del agua del Río Santa no alcanzó el océano en ese momento, en gran parte debido a las desviaciones para el consumo humano y los usos relacionados a actividades económicas. Si este valor corresponde al uso normal de agua durante la época de estiaje, una reducción del 30% del caudal durante esta misma temporada daría lugar a una situación en la que no hubiera suficiente agua para satisfacer la demanda actual, y mucho menos para satisfacer el aumento de demanda que debería acompañar el rápido crecimiento económico de la región. Otro problema planteado por estas probables

reducciones de caudal del Río Santa es una disminución en la calidad del agua. Efectivamente, las concentraciones de ambos contaminantes naturales y de origen humano aumentarían, como resultado de una capacidad inferior de ser diluidos en un volumen de agua inferior.

En resumen, nuestra investigación muestra que el retroceso continuo de los glaciares en la Cordillera Blanca tendrá impactos importantes tanto en la cantidad como en la calidad del agua del Río Santa en el futuro, sobre todo en época de estiaje. Con la probabilidad de que la disponibilidad futura de agua durante la época de estiaje sea aproximadamente 30% inferior a la disponibilidad actual, existe una necesidad urgente de tomar medidas para mejorar la conservación y la capacidad de almacenamiento de agua, así como usos más eficientes y menos contaminantes. Además, las diferencias observadas entre los puntos de medición de "La Recreta" y de "La Balsa" muestran que los cambios que se avecinan no serán uniformes a lo largo del río, sino que variarán a lo largo de su curso, **lo cual sugiere la necesidad de buscar estrategias de investigación y de gestión integrada al nivel de toda la cuenca.**

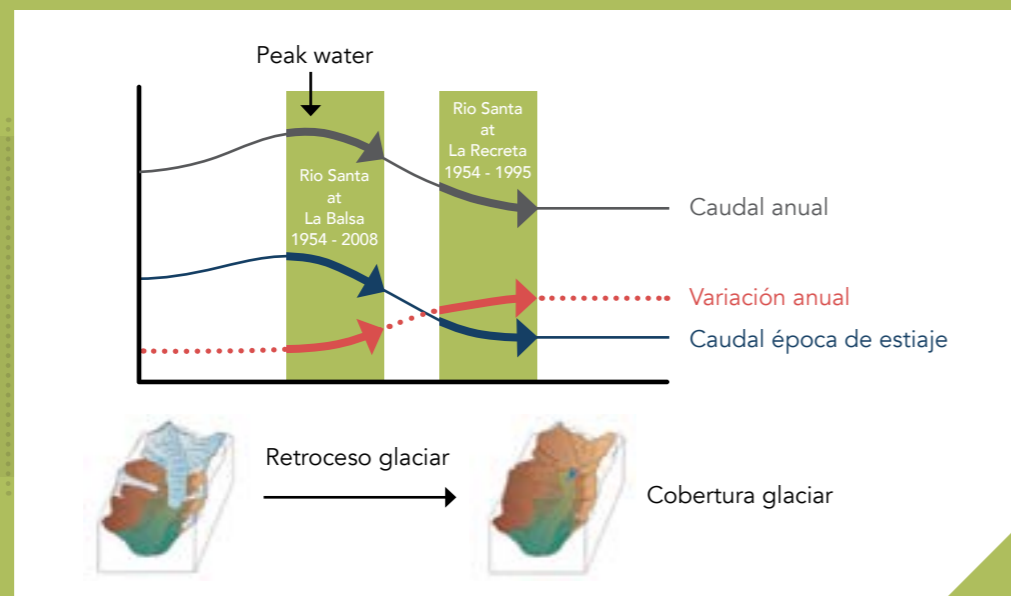
UNA REDUCCIÓN DEL 30% DEL CAUDAL DEL RÍO SANTA EN ÉPOCA DE ESTIAJE DARÍA LUGAR A UNA SITUACIÓN EN LA QUE NO HUBIERA SUFICIENTE AGUA PARA SATISFACER LA DEMANDA ACTUAL.



BIBLIOGRAFÍA

- ... Baraer M, Mark BG, McKenzie JM, Condom T, Bury J, Huh K, Portocarrero C, Gómez J and Rathay S. 2012. Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology*. 58, 134-150.
- ... Braun LN, Weber M and Schulz M. 2000. Consequences of climate change for runoff from Alpine regions. *Annals of Glaciology*. 31, 19-25.
- ... Bury J, Mark B, McKenzie J, French A, Baraer M, Huh K, Zapata Luyo M and Gómez López R. 2011. Glacier recession and human vulnerability in the Yanamarey watershed of the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change*. 105, 179-206.
- ... Collins DN. 2008. Climatic warming, glacier recession and runoff from Alpine basins after the Little Ice Age maximum. *Annals of Glaciology*. 48, 119-124.
- ... Moore RD and 7 others. 2009. Glacier change in western North America: influences on hydrology, geomorphic hazards and water quality. *Hydrological Processes*, 23(1), 42-61.

Figura 3: Ubicación de las cuencas de "La Balsa" y "La Recreta" en el gráfico de la influencia del retroceso glaciar en el volumen del caudal.





TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 2

Dinámica de la vegetación en la Cordillera Blanca y su vínculo hidro-socio climático

Por Kenneth R. Young⁸ & Molly H. Polk⁹

Los paisajes alto-andinos semejan mosaicos de vegetación, glaciares, substrato y cuerpos de agua (Figura 1). Sus características espaciales dependen de la interacción de varios factores, como por ejemplo las características del relieve, los factores de clima, o las condiciones de uso del suelo actuales y pasadas. En un contexto de cambios globales de clima, los paisajes andinos son focos de transición, en los cuales el retroceso de los glaciares ocasiona una serie de transformaciones en el ciclo hidrológico y hacia los sistemas adyacentes en la cuenca.

Es un gran reto entender adecuadamente la complejidad de los paisajes, fruto de los procesos respectivos de la geomorfología y geología (los procesos que afectan la composición del suelos, los procesos erosivos y de transporte), de la ecología vegetal (ecofisiología, sucesión ecológica) y de las interacciones de origen humano como son el pastoreo, la agricultura y la urbanización. Más difícil aun es predecir las condiciones socio-ambientales futuras.

No obstante, es decisivo intentarlo. Por ejemplo, los paisajes con glaciares en retroceso van a ofrecer substratos nuevos que las plantas pioneras pueden colonizar (Figura 1). En la Cordillera Blanca, son cientos de sitios con esta sucesión primaria, con especies de fácil dispersión llegando antes que otras. Hay muchas oportunidades para ver de cerca los procesos ecológicos, que durante décadas y siglos van a desarrollar nuevas comunidades vegetales y nuevos suelos. Se supone que las especies alto-andinas podrían desplazarse para ocupar altitudes mayores, mientras la conectividad lo permita.

Más abajo de los glaciares, se pueden notar cambios en los bofedales (humedales de altura) debido al retroceso del hielo (Figura 1). Los análisis de las imágenes satelitales sugieren que estos cambios siguen un patrón, con primero un aumento de los bofedales en el área húmeda, seguido varios años después de una atomización creciente hasta la desaparición de algunos de los bofedales. Por ejemplo, el valle de Quilcayhuanca perdió 17% de su área en bofedales entre el año 2000 y el año 2011; además, los bofedales que quedan están más fragmentados. La existencia de una relación no lineal del área de humedales con el retroceso de los glaciares concuerda con las proyecciones de los modelos hidrológicos y glaciológicos hechos por otros investigadores del proyecto (Bury et al. 2013).

8. University of Texas at Austin - USA

9. University of Texas at Austin - USA

Estos tipos de estudios sobre la dinámica de la vegetación son claves para relacionar los cambios climáticos con sus impactos en los sistemas biofísicos (es decir, glaciario-quebradas-lagos-pana freática-humedales-ríos), y, en particular, con las posibles conexiones a los servicios ecosistémicos y a otros valores y productos que provee la naturaleza al ser humano. Se puede argumentar, por ejemplo, que los cambios encontrados en los bofedales combinados con los resultados del modelo hidrológico significan que la descarga glaciario ya se ha trasladado río abajo en la Cordillera Blanca. Los bofedales aumentaron por algunos años, pero estos ya están también disminuyendo.

Los bofedales guardan y filtran el agua, acumulan carbón y forman hábitat para muchos animales silvestres. Las poblaciones locales (Figura 2) son buenos observadores y frecuentemente conocen los nombres y los usos de las plantas. Ellos saben que el retroceso de los glaciares y los cambios en la cobertura del suelo pueden tener consecuencias en toda la cuenca. Diferencias en tipos de vegetación de un sitio al otro indican también diferencias en la historia de uso de suelo o en la dinámica anterior de la vegetación.

Lo que aún no se conoce es cómo los matorrales y los bosques nativos de la

Cordillera Blanca están cambiando. Se puede asumir que habrá cierta tendencia al incremento de las superficies con plantas leñosas, dada la habilidad general de tales plantas en competir exitosamente con otras formas de vida en condiciones de mayor concentración atmosférica de dióxido de carbono. Además, en teoría, la influencia del pastoreo y de la agricultura en cambiar la vegetación debería ser menor dentro del PNH, brindando una oportunidad para comparar los paisajes dentro del área protegida con áreas similares en ambientes parecidos fuera de las zonas intangibles.

Por eso, hay muchas oportunidades y razones para examinar y seguir de cerca la futura dinámica de vegetación en la Cordillera Blanca. Estudios usando mapeo con información de los sensores remotos, asociados a estudios comparativos y experimentales, darán los datos para hacer mejores proyecciones. Es fundamental buscar mecanismos que permitan hacer estudios realmente interdisciplinarios, con el fin de proveer la información que la sociedad necesita para una planificación adaptativa.

Es cierto que los cambios en la composición y la cobertura de la vegetación tienen muchas implicaciones para los servicios ecosistémicos y los usos de suelo. Los bofedales acumulan y purifican agua y carbón, brindan pasto para el ganado y hábitat para las aves locales y migratorias, también pueden servir para bioremediación (procesos que utilicen microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un medio ambiente alterado por contaminantes a su condición natural). Además, tienen valores estéticos y recreativos para el turismo. Los matorrales y bosques son hábitats para muchas especies endémicas, así como proveedores de leña y servicios para los ciclos hidrológicos y de carbón. **Una necesidad fundamental en la adaptación al cambio global es monitorear los cambios en la vegetación y entender cómo estos cambios impactan los ecosistemas y los servicios que brindan.**

ESTUDIOS SOBRE LA DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN SON CLAVES PARA RELACIONAR LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS CON SUS IMPACTOS EN LOS ECOSISTEMAS Y LOS SERVICIOS QUE BRINDAN.

LAS POBLACIONES LOCALES CONOCEN LOS NOMBRES Y LOS USOS DE LAS PLANTAS. SU PARTICIPACIÓN EN EL MONITOREO DE LOS CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN ES FUNDAMENTAL.

LA CRECIENTE FRAGMENTACIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS BOFEDALES A LOS PIES DE LOS GLACIARES DE LA CORDILLERA BLANCA FRAGILIZA TANTO LOS ECOSISTEMAS COMO LOS USUARIOS QUE DEPENDEN DE ELLO.

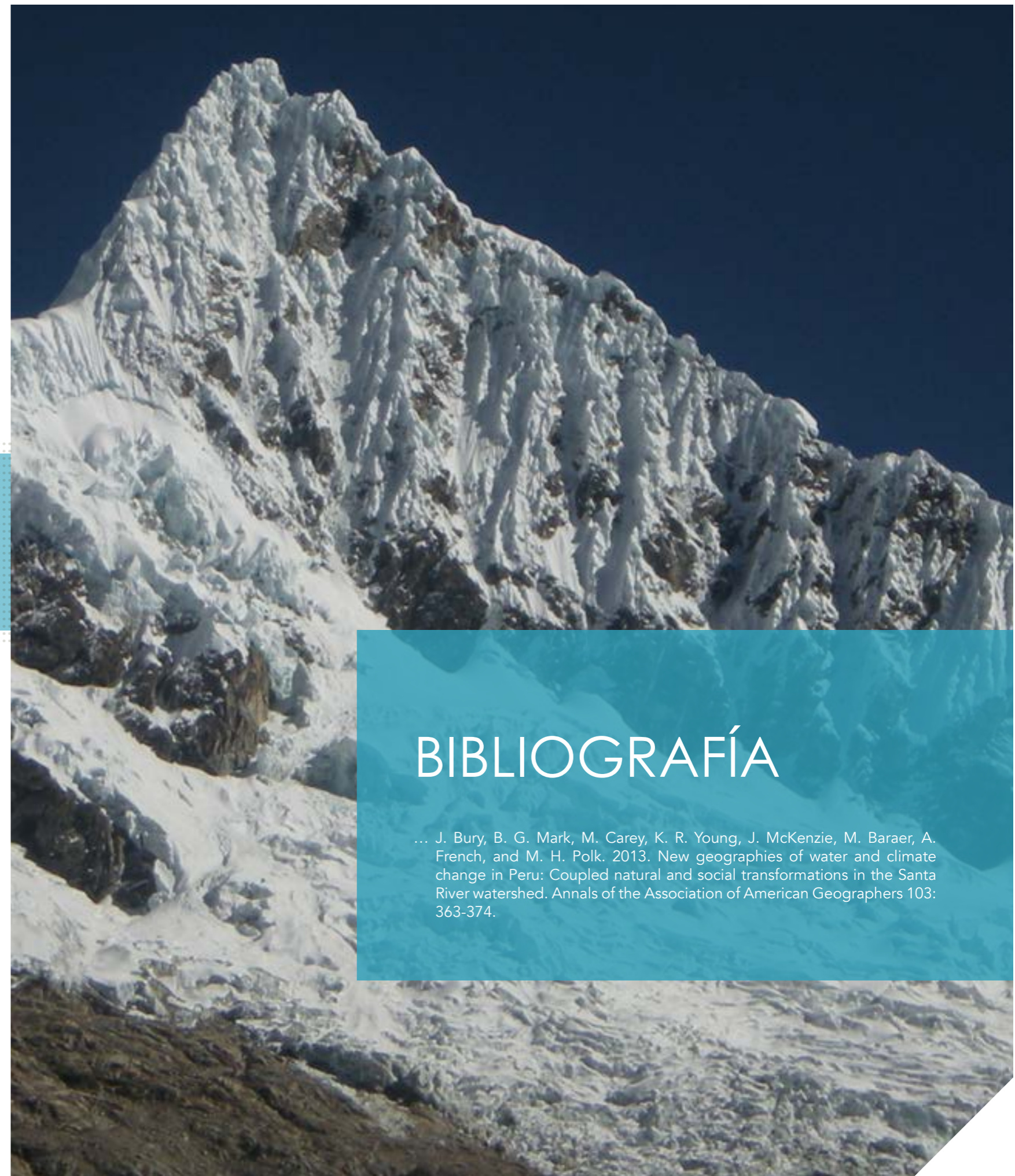


Figura 2: Evolución de las medidas de cobertura glaciario en las cuencas de "La Balsa" y "La Recreta".



Figura 2. Lugareños ayudando a identificar las plantas en parcelas de inventario hechas por los investigadores Asunción Cano y Blanca León, en bofedales de la Cordillera Blanca.

Por Molly Polk



BIBLIOGRAFÍA

... J. Bury, B. G. Mark, M. Carey, K. R. Young, J. McKenzie, M. Baraer, A. French, and M. H. Polk. 2013. New geographies of water and climate change in Peru: Coupled natural and social transformations in the Santa River watershed. *Annals of the Association of American Geographers* 103: 363-374.



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 3

Los riesgos glaciares y sus lecciones para el futuro

Por Mark Carey¹⁰

Durante el último siglo el Perú ha sufrido desastres glaciares que han matado a miles de personas. Desde los años 1940, los glaciares andinos se han convertido en asesinos como ha quedado en evidencia tras las avalanchas que mataron a 15,000 personas en Yungay en 1970 y a 4,000 en Ranrahirca en 1962, mientras que los aluviones han matado a otras 5,000 en Huaraz en 1941 y a centenares de personas en Chavín en 1945 y Huallanca en 1950 (Carey 2005, 2010). Peor aún, los riesgos glaciares, especialmente los riesgos vinculados a los desbordamientos de lagunas glaciares y los subsecuentes aluviones gigantes, existen hoy en día y amenazan a miles de peruanos e infraestructuras importantes para todo el país.

A raíz de esta larga historia de peligros glaciares, los peruanos tienen experiencias y éxitos al nivel mundial para reducir los riesgos que provienen de lagunas glaciares, especialmente los aluviones. Investigaciones de campo demuestran que el gobierno peruano ha tenido éxito en prevenir aluviones a través de un organismo estatal que invirtió en tres aspectos del manejo de los riesgos glaciares: las investigaciones, el monitoreo y los proyectos de ingeniería.

Primero, las **investigaciones** sobre los glaciares, lagunas glaciares, hidrología, clima e impactos sociales son esenciales. Ingenieros trabajando principalmente en la Cordillera Blanca han desarrollado métodos para identificar y clasificar lagunas glaciares, para desaguar y controlar con diques artificiales las lagunas más inestables y para mantener estos proyectos de seguridad.

Segundo, el **monitoreo** de los glaciares y lagunas glaciares para detectar los cambios del medioambiente - por ejemplo, la formación de lagunas nuevas, la debilitación de diques o el retroceso glaciar en sitios donde puede llevar al desarrollo de lagunas glaciares - ha sido una contribución clave para la seguridad de la zona. La ejecución frecuente de inventarios de glaciares y lagunas es otra contribución importantísima para el manejo de los riesgos y la reducción de la vulnerabilidad.

Tercero, es importante realizar **proyectos de ingeniería** para proteger las poblaciones y las infraestructuras de los peligros glaciares a través del país y especialmente en la Cordillera Blanca y en la cuenca del Río Santa. Desde el año 1951, la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH) y sus predecesores han desagüado y controlado 35 lagunas glaciares de la Cordillera Blanca para evitar aluviones. Estos proyectos de la UGRH son uno de los éxitos más importantes de la sociedad peruana ya que cada día más habitantes ocupan las

10. Universidad de Oregon



zonas de peligro, donde los aluviones y las avalanchas podrían pasar. Históricamente el gobierno central y la UGRH han tenido la responsabilidad de defender y proteger estas poblaciones. Desafortunadamente, hoy en día la UGRH no cuenta con recursos ni personal suficientes para mantener los proyectos de ingeniería necesarios para protegerlas por ejemplo para asegurar la laguna Palcacocha encima de la ciudad de Huaraz.

Históricamente, el manejo de los peligros glaciares ha estado en las manos del gobierno central, desde que el Presidente Odría creó la Comisión de Control de Lagunas de la Cordillera Blanca en 1951. Esta comisión fue transferida a la Corporación Peruana

del Santa, Electroperú, y la Autoridad Nacional de Agua, entre otros, pero siempre ha sido parte del gobierno central y no de la región. Ingenieros del gobierno han trabajado para evitar desastres glaciares desde entonces. La Comisión de Lagunas hizo el primer inventario y clasificación de lagunas en 1953, lo cual permitió al gobierno central desaguar y controlar las lagunas glaciares más peligrosas antes de producir aluviones. Sus esfuerzos exitosos permitieron salvar, entre otros, Huaraz en 1959, Huallanca y otros pueblos del Callejón de Huaylas en 1970, Carhuaz en 1991, Huaraz en 2003 y Carhuaz nuevamente en 2010.

Dado el problema actual de riesgos glaciares, es esencial que el gobierno

EL RETROCESO DE LOS GLACIARES HA CONTRIBUIDO A LA INTENSIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DE DESASTRES NATURALES.

central continúe con su larga tradición de investigaciones, de monitoreo y de proyectos de ingeniería, tal como en la laguna Palcacocha, ubicada encima de Huaraz, donde hay más agua ahora que en 1941 cuando desbordó y destruyó la ciudad de Huaraz. Cabe destacar que hay otras lagunas peligrosas, tal como la laguna ubicada encima de la laguna Artesoncocha Alta, que podría crecer notablemente. En el año 2010, un desprendimiento ocurrido por la Laguna 513 generó un aluvión cuando la materia entró al agua, y es posible que otros glaciares no sean estables. La inestabilidad socio-económica también puede ocasionar riesgos vinculados a los glaciares. El conflicto por la laguna Parón ilustra este tipo de peligro: las comunidades de la zona tomaron el control de la laguna que era gestionada por Duke Energy Egenor en 2008 y resultó en una crisis cuando el nivel de la laguna sobrepasó la línea de seguridad.

La investigación de la historia nos enseña también como mejorar los programas dedicados a la reducción de los riesgos glaciares en el futuro. Un

LOS ESFUERZOS DE INVESTIGACIÓN, MONITOREO, Y PROYECTOS DE INGENIERÍA MITIGAN LOS RIESGOS DE DESASTRES NATURALES Y SUS IMPACTOS.

estudio multidisciplinario (Carey et al. 2012) ejecutado después del aluvión de la Laguna 513 en el año 2010, causando daños en Carhuaz, ofrece varias conclusiones y recomendaciones. Este estudio analiza e identifica los factores que redujeron o aumentaron los riesgos asociados a la laguna 513 (véase Fig. 1). Otras recomendaciones resultan de 12 años de estudios socio-históricos en la zona de la Cordillera Blanca y la cuenca del Río Santa:

- La prevención de aluviones requiere tener un sistema y **un marco para identificar, evaluar y clasificar las lagunas glaciares** con el fin de determinar la estabilidad de cada laguna y de su dique, información clave para evaluar la posibilidad de aluviones (Carey 2010).
- Los éxitos relacionados con la reducción de la vulnerabilidad y del riesgo en el Perú han sido logrados principalmente a través de **proyectos técnicos de ingeniería**, para desaguar lagunas y construir diques artificiales.
- Los programas y las reglas para crear zonas de peligro donde nadie puede vivir han fracasado, por lo tanto es necesario instalar **un sistema de alerta temprana**, lo cual sigue siendo escaso.
- Las poblaciones ubicadas dentro de las zonas de peligro (sitios cada vez más poblados desde los años 1940 y donde puede pasar un aluvión o una avalancha) deben depender del gobierno central para **investigar, monitorear y cumplir proyectos técnicos** con el fin de proteger a estas comunidades y sus infraestructuras (Carey 2010).
- Los programas para la reducción de la vulnerabilidad y la gestión de los riesgos glaciares requieren un alto nivel de **adaptabilidad y flexibilidad**, tanto frente a los cambios geofísicos y climáticos como frente a los cambios de la sociedad (inestabilidad institucional, bajos presupuestos, falta de ayuda política, conflictos socio-económicos

y oposición local a medidas del gobierno central) (Carey et al. 2012).

- **La colaboración con las comunidades locales** es esencial para prevenir aluviones y para disminuir la vulnerabilidad. Sin su cooperación, en muchos casos los proyectos no sirven o son contestados, lo cual termina requiriendo más dinero y más tiempo (Carey 2005) (Carey, French, and O'Brien 2012). La cooperación y la confianza entre todas las contrapartes determinan el resultado. Cuando las poblaciones no están involucradas en el proceso, surgen conflictos socio-económicos, tal como ocurrió en el año 2008 cuando las comunidades de Cruz de Mayo y Caraz tomaron control de la laguna Parón contra Duke Energy Egenor.

El gobierno central, los científicos, los ingenieros, las autoridades y los miembros de las comunidades alrededor de los glaciares en las cordilleras peruanas **deberían colaborar y cooperar en la gestión de los peligros glaciares con el fin de reducir la vulnerabilidad y adaptarse al cambio climático.**

LOS TRABAJOS EXITOSOS DE LA UNIDAD DE GLACIOLOGÍA DURANTE LAS DÉCADAS ANTERIORES DEBEN SEGUIR PARA PROTEGER LAS POBLACIONES UBICADAS EN ZONAS DE PELIGRO.

LA COLABORACIÓN CON LAS COMUNIDADES LOCALES ES ESENCIAL PARA PREVENIR ALUVIONES Y PARA DISMINUIR LA VULNERABILIDAD

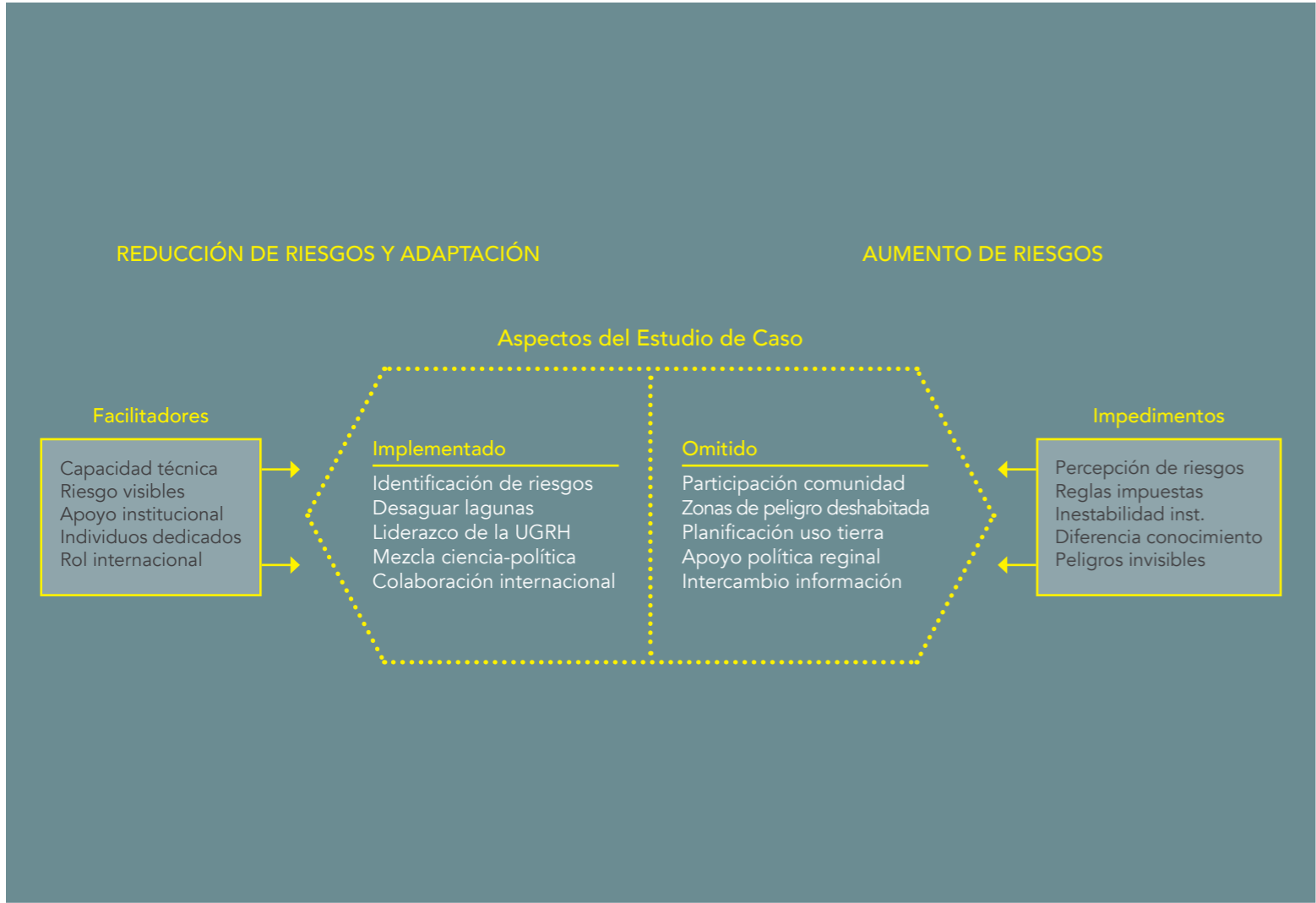
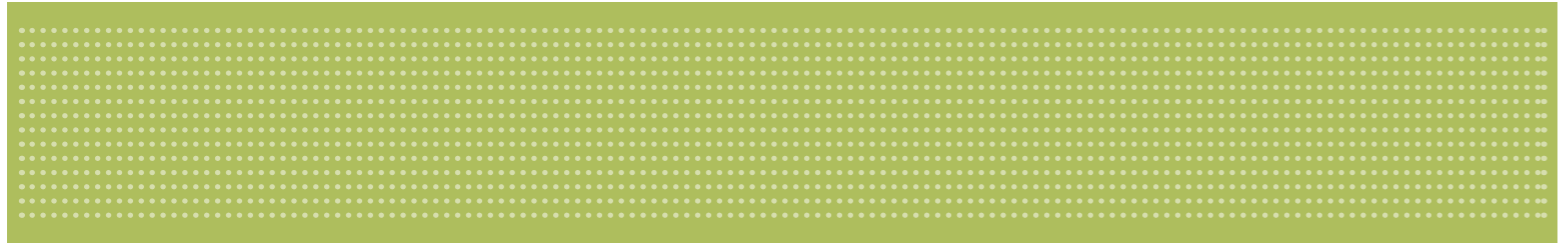


Figura 1: Marco socio-ambiental que identifica factores que han ayudado o impedido el manejo de riesgos glaciares en la Cordillera Blanca (Carey et al. 2012).



BIBLIOGRAFÍA

... Carey, Mark. 2005. "Living and Dying With Glaciers: People's Historical Vulnerability to Avalanches and Outburst Floods in Peru." *Global and Planetary Change* no. 47:122-134.

... Carey, Mark. 2010. *In the Shadow of Melting Glaciers: Climate Change and Andean Society*. New York: Oxford University Press.

... Carey, Mark, Adam French, and Elliott O'Brien. 2012. "Unintended Effects of Technology on Climate Change Adaptation: An Historical Analysis of Water Conflicts below Andean Glaciers." *Journal of Historical Geography* no. 38 (2):181-191.

... Carey, Mark, Christian Huggel, Jeffrey Bury, César Portocarrero, and Wilfried Haeberli. 2012. "An Integrated Socio-Environmental Framework for Glacier Hazard Management and Climate Change Adaptation: Lessons from Lake 513, Cordillera Blanca, Peru." *Climatic Change* no. 112 (3-4):733-767.



CONCLUSIÓN

La vulnerabilidad social al cambio global

Por Adam French y Jeffrey Bury¹¹

Los estudios resumidos en este boletín destacan que el retroceso notable de los glaciares de la Cordillera Blanca ocurrido en las últimas décadas está ocasionando cambios desde los paisajes del PNH, ubicados al pie de los glaciares, hasta los sistemas hidrológicos de las cuencas ubicadas más abajo. Sin embargo, todavía existe poca información sobre los impactos del proceso de derretimiento glaciar en la vida de los habitantes de la región y en los diversos servicios ecosistémicos que contribuyen a la vitalidad de los mismos ecosistemas y al bienestar de estas comunidades. Para entender mejor la relación entre los impactos del cambio climático y la vulnerabilidad social es necesario examinar como los diferentes sectores de la sociedad dependen de estos ecosistemas y los recursos que brindan. Además, si el marco de “pago por servicios ecosistémicos” tendrá importancia en el manejo de recursos naturales en el futuro, hay que pensar en como “valorizar” estos beneficios entre diferentes sectores con prioridades y usos distintos.

Con la meta de analizar los impactos del cambio climático y sus relaciones con la vulnerabilidad de las poblaciones que viven en la zona de amortiguamiento del PNH, realizamos un estudio detallado en tres sectores interesantes por la diversidad de alturas y estrategias de producción que representan: la Quebrada Yanamarey y Catac (~4000 metros) donde predominan zonas de pastoreo; la Quebrada Quilcayhuanca (~3,000-3,500 metros) donde abunda la agricultura de pequeña escala; y la parte baja de la Quebrada de Llanganuco caracterizada por una diversidad de actividades relacionadas con la agricultura y el sector urbano en los alrededores de Yungay (~2500 metros). El estudio consistía en la elaboración de encuestas aleatorias con pobladores de los diferentes sectores, combinadas con entrevistas semi-estructuradas de dirigentes de diversas instituciones públicas.

Los resultados de nuestro estudio indican que la gran mayoría de los habitantes de la región (>95%) percibe una reducción marcada de los glaciares de la Cordillera Blanca así como unos cambios significativos en la temperatura y en los patrones meteorológicos (Mark et al. 2010; Bury et al. 2011). Además, en la Quebrada Yanamarey y Catac - la zona más alta y con menor cobertura glaciar - los encuestados reportaron una disminución importante desde la década pasada de la oferta de agua en la época de estiaje. En las otras zonas del estudio, donde todavía queda mayor cobertura glaciar, esta disminución no fue tan notada. Estos resultados coinciden con los resultados de nuestros colegas sobre las variaciones en la ocurrencia del pico de agua (Baraer et al. 2012) y destacan la

11. Universidad de California, Santa Cruz, U.S.A

importancia de empezar desde ahora el desarrollo de estrategias de adaptación para enfrentar la escasez de agua en el futuro.

Nuestro estudio también buscaba entender mejor la relación entre los cambios en los fenómenos climáticos y meteorológicos y la producción económica en cada zona. Estas relaciones existen en varios sectores. Por ejemplo en lo que concierne la ganadería y la agricultura, las temperaturas extremas y las variaciones en los patrones de la lluvia pueden producir impactos fuertes y directos sobre la producción mientras que un leve aumento del promedio de la temperatura anual puede ocasionar impactos indirectos como el surgimiento de nuevas plagas y enfermedades. Incluso el turismo puede verse afectado por el calentamiento global. Los glaciares representan una atracción importante tanto para el turismo convencional como para el turismo de aventura y su retroceso ya ha causado disminuciones en este sector, por ejemplo con el cierre provisional de Pastoruri hace unos años atrás (Foto 1). Aunque parece importante combinar

diversas estrategias para sobrevivir y adaptarse a cambios inesperados, nuestro estudio sugiere que, en la zona de amortiguamiento del PNH, la mayoría de las actividades económicas son amenazadas simultáneamente por el cambio global de una manera que refuerza la vulnerabilidad de la gente.

La vida en zonas rurales está vinculada de forma muy directa a los servicios ecosistémicos. Esta dependencia es tan directa que los cambios en estos servicios afectan al bienestar de la población rural inmediatamente. Por ejemplo, en la Quebrada Yanamarey, donde la mayoría de los encuestados se beneficia directamente de los paisajes y de las fuentes de agua dentro del PNH, destacaron que la degradación de la calidad de pastos y las disminuciones en los caudales de los ríos y en los impactos en los manantiales ya han ocasionado daños en la salud de sus animales. Aunque su dependencia es menos directa, los habitantes de las zonas urbanas del Callejón de Huaylas se benefician también mucho de los servicios ecosistémicos brindados por los ecosistemas del PNH, sobre todo

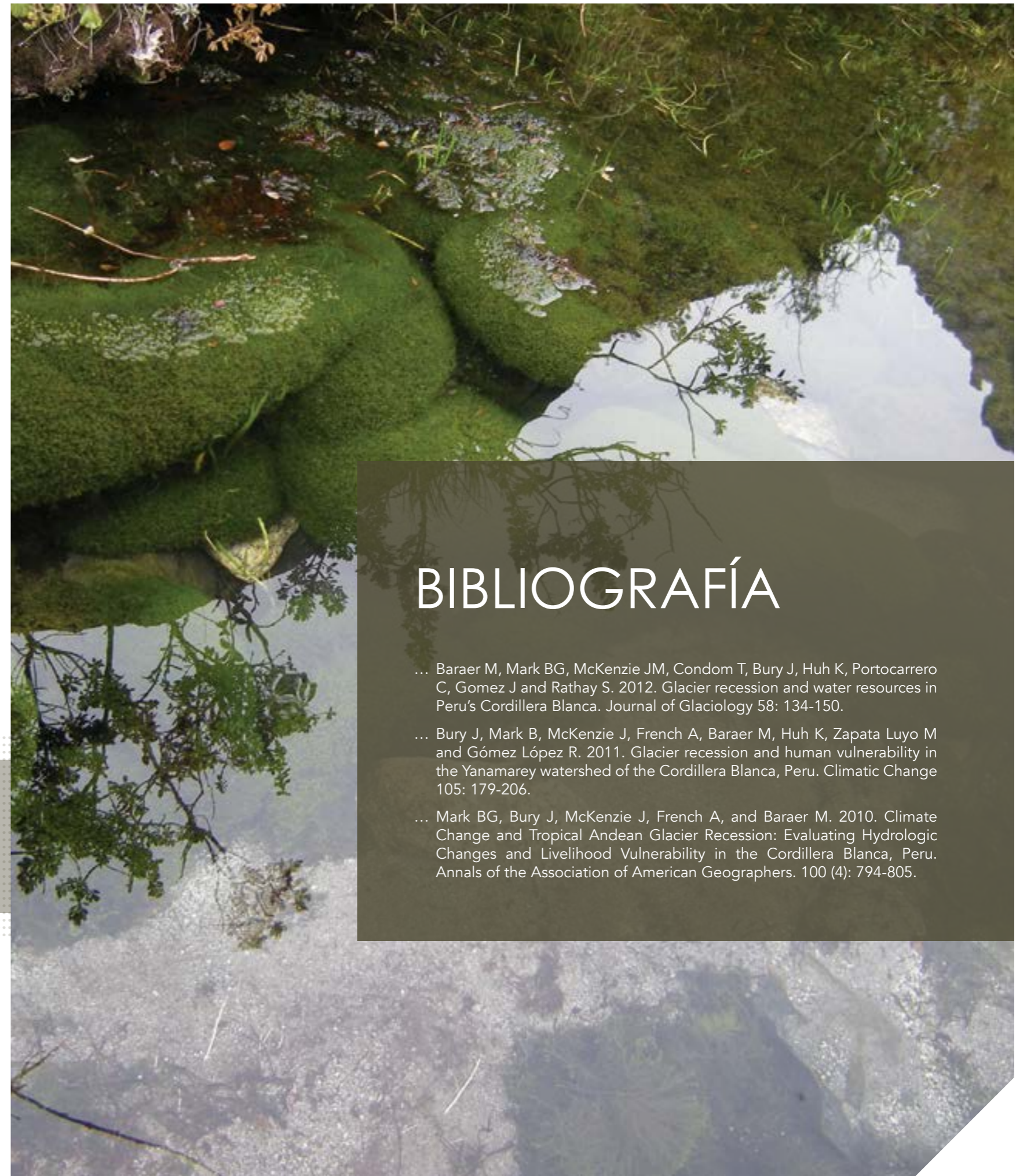
por el abastecimiento de agua. Esta dinámica de dependencia hídrica se extiende por toda la cuenca del Río Santa, hasta los habitantes de la parte media y baja de la cuenca que utilizan las aguas que nacen del derretimiento de los glaciares y de las precipitaciones en la parte alta, sobre todo en época de estiaje.

Estas vinculaciones y dependencias, que atraviesan zonas geográficas y divisiones culturales así como distritos políticos, dan lugar a un gran desafío: **diseñar e implementar procesos de gestión integrada que involucren todos los actores en una gobernanza multisectorial, participativa, y transparente.** Es nuestra esperanza que los resultados de los estudios resumidos en este boletín contribuyen al desarrollo de estrategias de manejo y adaptación que sostendrán los ecosistemas y los servicios vitales que brindan. Para ser exitoso, **el gran esfuerzo de adaptación a los cambios globales tendrá que ser dirigido por los gobiernos en conjunto con las instituciones de la sociedad civil y con una amplia participación del pueblo.**



Foto 1. Un día sin visitantes ni vendedoras en el puesto de servicios del turístico del glaciar del Pastoruri. Parte del glaciar está visible al fondo.

Por Adam French



BIBLIOGRAFÍA

- ... Baraer M, Mark BG, McKenzie JM, Condom T, Bury J, Huh K, Portocarrero C, Gomez J and Rathay S. 2012. Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology* 58: 134-150.
- ... Bury J, Mark B, McKenzie J, French A, Baraer M, Huh K, Zapata Luyo M and Gómez López R. 2011. Glacier recession and human vulnerability in the Yanamarey watershed of the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change* 105: 179-206.
- ... Mark BG, Bury J, McKenzie J, French A, and Baraer M. 2010. Climate Change and Tropical Andean Glacier Recession: Evaluating Hydrologic Changes and Livelihood Vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers*. 100 (4): 794-805.

