

PROYECTOS MULTIPROPÓSITO PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
EN LOS ANDES TROPICALES: PLANTEAMIENTOS GENERALES BASADOS EN
PROCESO PARTICIPATIVO

Lesly Mercedes Barriga Delgado
Universidad Católica de Lovaina
leslymercedes.barrigadelgado@student.kuleuven.be

Fabian Drenkhan
Pontificia Universidad Católica del Perú
Universidad de Zúrich
fdrenkhan@pucp.pe

Christian Huggel
Universidad de Zúrich
christian.huggel@geo.uzh.ch

Fecha de recepción: 27 de septiembre de 2018
Fecha de aceptación: 25 de octubre de 2018

RESUMEN

Frente a una creciente magnitud de impactos del cambio climático, la adaptación se ha convertido en la prioridad política a nivel internacional. La dirección y atribución de medidas de adaptación implican un complejo proceso de análisis de características e impactos en los sistemas hidroclimáticos y socioambientales en regiones de alta montaña. En los Andes Tropicales, cambios en el régimen hídrico —y los consiguientes impactos en los glaciares y en el desarrollo socioeconómico local— requieren mecanismos robustos de respuesta, basados en el análisis integral de realidades y paisajes multidimensionales.

En este contexto, los Proyectos Multipropósito en Recursos Hídricos (PMP-RRHH) representan estrategias prometedoras a fin de abordar actuales y futuros desafíos en regiones de alta montaña, desde un enfoque participativo y transdisciplinario. El presente artículo tiene por objetivo presentar una iniciativa piloto participativa en materia de gestión de recursos hídricos y PMP-RRHH en zonas de glaciares andinos. El taller, denominado Escuela de Invierno, enfatizó un proceso estructurado de formulación de PMP-RRHH, a partir del cual se puso

de manifiesto y concertó sobre los elementos que condicionan el diseño de proyectos hídricos sostenibles en los Andes Tropicales (p. ej., acceso a data científica, conflictos sociales, institucionalidad, cultura local). Asimismo, a través del diseño y formulación de los PMP, se demostró la relevancia (y los desafíos) de un trabajo basado en la coordinación entre distintas disciplinas y actores, que considerara tanto la experiencia profesional como el conocimiento práctico local. Futuros estudios y programas relacionados deben tomar en cuenta el contexto, las variables y los escenarios para la formulación (e implementación) de un PMP-RRHH, a fin de contribuir a largo plazo a medidas robustas de adaptación en cuencas andinas bajo la presión de factores múltiples sobre el agua.

Palabras clave: Andes tropicales, proyecto multipropósito, adaptación, Gestión Integrada de Recursos Hídricos, proceso participativo.

Multi-purpose Projects for Water Resources Management in the Tropical Andes: Participatory-based approaches

ABSTRACT

In view of an increasing magnitude of climate change impacts, adaptation has turned into a political priority at international level. The direction and attribution of adaptation measures imply a complex analysis process of characteristics and impacts of hydro-climatic and socio-environmental systems in high-mountain regions. In the Tropical Andes, changes in the hydrological regime –and their subsequent impact on glacier shrinkage and socio-economic development in the region– require robust response mechanisms based on integrative analysis of multidimensional realities and landscapes. In this context, Multi-Purpose Projects for Water Resources (MPP-WR) represent promising strategies in order to deal with current and future challenges in high-mountain regions, considering a transdisciplinary-participatory approach. The present article aims to present a participatory pilot initiative in the field of water resources management and MPP-WR in Andean glacier areas. The workshop, called Winter School, emphasized a structured formulation process for MPP-WR, through which the elements that condition the design of sustainable water projects in the Tropical Andes were identified and analysed (e.g., access to scientific data, social conflicts, institutionalality, local culture). Furthermore, through the design and formulation of the MPP, the relevance (and challenges) of a coordinated work between different disciplines and actors was demonstrated, in which both professional experience and local practical knowledge were considered. Future related studies and programmes should take into account the context, variables and scenarios for the formulation (and implementation) of MPP-WR, in order to contribute to robust adaptation measures on the long term in basins with multiple pressures over water resources.

Keywords: Tropical Andes, multi-Purpose Project, adaptation, Integrated Water Resources Management, participatory process.

INTRODUCCIÓN

Los impactos del cambio global en la región andina generan creciente presión sobre los recursos hídricos y requieren de soluciones y proyectos integrados. Por un lado, los efectos del cambio climático en la oferta de agua se evidencian fuertemente. Entre 1950 y 2010 (período que comprende 61 años), los Andes Tropicales (2°N-18°S, ≥ 500 msnm) muestran un incremento en la temperatura superficial del aire en 0,13 °C/década (Vuille, Franquist, Garreaud, Lavado y Cáceres, 2015). A nivel global, las proyecciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) sostienen que habría un aumento promedio de 1,7-4,8 °C (RCP2,6-8,5) hasta finales del siglo XXI (IPCC, 2014a), donde las regiones de alta montaña serían particularmente afectadas.

Para los Andes Tropicales, se exhibe la posibilidad de un incremento general de la temperatura en 4,5-5 °C (escenario de emisión SRES A2) en el mismo periodo (Vuille et al., 2008; Bradley, Vuille, Diaz y Vergara, 2006). Tendencias no significativas o localmente muy heterogéneas a menudo impiden determinar el incremento o la disminución de la precipitación en los Andes (Salzmann, Huggel, Rohrer, Silverio, Mark, Burns y Portocarrero 2013; Urrutia y Vuille 2009; Vuille, Bradley, Werner y Keimig 2003). Un análisis regional de estaciones meteorológicas (ubicadas entre Ecuador y Argentina), durante el periodo 1950-1994, evidencia una ligera tendencia de incremento de precipitación al norte de los 11°S (p. ej., en la cuenca del río Santa, Áncash) y de disminución al sur (p. ej., en la cuenca del río Vilcanota, Cusco) (Vuille et al., 2003; IPCC, 2014b). Estos y otros impactos climáticos se reflejan en la disminución de los glaciares andinos y, consecuentemente, en una alteración del régimen hídrico (IPCC, 2014b). En las últimas cinco décadas se exhibe una tendencia negativa en el balance de masa glaciar tropical andino, superando el promedio global (Rabatel, Francou, Soruco, Gomez, Cáceres, Ceballos, Basantes, Vuille, Sicart, Huggel, Scheel, Lejeune, Arnaud, Collet, Condom, Consoli, Favier, Jomelli, Galarraga, Ginot, Maisincho, Mendoza, Ménégos, Ramirez, Ribstein, Suarez, Villacis y Wagnon, 2013).

En el Perú, el área glaciar se redujo en un 43% entre 1970 y 2010 (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2014), lo cual llevó a la formación de múltiples lagunas glaciares que pueden constituir tanto riesgos como oportunidades para las comunidades andinas aledañas (Colonia, Torres, Haeberli, Schauwecker, Braendle, Giraldez y Cochachin, 2017; Drenkhan, Guardamino, Huggel y Frey 2018). Con el actual contexto climático, la mayor parte de glaciares tropicales podría desaparecer durante el siglo XXI, siendo los primeros aquellos localizados en altitudes relativamente bajas (p. ej. ≤ 5400 msnm) y que ocupen pequeñas extensiones (Rabatel et al., 2013; Vuille et al., 2008). A largo plazo, el retroceso glaciar tendrá un impacto significativo en la disponibilidad hídrica: al inicio, con un aumento, seguido por una disminución y mayor variabilidad de la escorrentía glaciar, particularmente en la época seca (Baraer,

McKenzie, Mark, Bury y Knox, 2009; Drenkhan, Carey, Huggel, Seidel y Oré, 2015). Primeras evidencias muestran un sobrepase de este punto de inflexión ('peak water') hacia un menor caudal en algunas subcuencas del río Santa (Cordillera Blanca) (Baraer, Mark, Mckenzie, Condom, Bury, Kyung-In, Portocarrero, Gomez y Rathay, 2012).

Por otro lado, la demanda de agua está incrementando. El Producto Bruto Interno (PBI) anual promedio en el Perú creció en 6,1% durante la década 2004-2014. Paralelamente, la demanda energética se incrementó en 6,2%, abastecida en un 47,4% por la producción de hidroeléctricas (21,586 GWh) (Ministerio de Energía y Minas [Minem], 2015). En caso de un derretimiento glaciar total en el Perú, el costo anual (incluyendo costos de racionamiento) podría incrementarse en USD \$1,5 mil millones para el sector energético nacional (Vergara Deeb, Valencia, Bradley, Francou, Zarzar, Grünwaldt y Haeussling, 2007). Por otro lado, la escorrentía glaciar también presenta un papel preponderante para otros sectores, tales como la agricultura y subsistencia pastoril (Vuille, Carey, Huggel Buytaert, Rabatel, Jacobsen, Soruco, Villacis, Yarleque, Timm, Condom, Salzmann y Sicart, 2018).

El desarrollo socioeconómico de los últimos años también trae algunas consecuencias negativas ligadas al uso y la gobernanza de los recursos naturales en el Perú. En noviembre del año 2017, se registraron 171 conflictos sociales de los cuales 121 son socioambientales y parcialmente ligados al agua (Defensoría del Pueblo [DDP], 2017). Entre 2011 y 2014 se identificaron 153 conflictos hídricos, vinculados principalmente a áreas rurales muy pobres y con escasa presencia estatal (DDP, 2015). Los impactos del cambio climático y la alteración en la disponibilidad del agua ya tienen fuertes repercusiones en las economías y sociedades nacionales andinas (p. ej., sector hidroenergético y agricultura). Se estima que los costos podrían aumentar a futuro (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal] y Ministerio del Ambiente [Minam], 2014; Vergara et al., 2007), también en combinación con un posible incremento de magnitud y frecuencia de eventos catastróficos de origen glaciar (p. ej., desborde de lagunas glaciares y consecutivos aluviones) (Stoffel y Huggel, 2012).

La voluntad política de lograr una limitación del aumento de la temperatura superficial global por debajo de los 2 °C (Acuerdo de Paris), con respecto a los niveles preindustriales, implica serios retos que no serían manejables con un solo enfoque de mitigación (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMNUCC], 2015; IPCC, 2014a). En este contexto, la adaptación al cambio climático se ha convertido en una prioridad política actual a nivel internacional (Huggel, Scheel, Albrecht, Andres, Calanca, Jurt, Khabarov, Mira-Salama, Rohrer, Salzmann, Silva, Silvestre, Vicuña, Zappa, 2015). Por lo tanto, para una formulación adecuada de medidas de adaptación, se tienen que considerar múltiples características de los sistemas hidroclimáticos, así como los actuales y futuros cambios e impactos según escenarios considerados. Además de ello, se debe contar con un amplio entendimiento

de las personas, sus medios de vida y complejas interrelaciones dentro del área de estudio, y así determinar tanto posibles impactos como consecuencias no deseadas de la intervención o proyecto (Cleaver, 1999). De esta manera, un enfoque participativo se hace imprescindible, facilitando el empoderamiento y cambio social a la vez que se logran mejores resultados del proyecto (Cleaver, 1999). La participación e integración de distintos actores durante el diseño y desarrollo de la intervención también permite un proceso de toma de decisiones científicas más abierto y transparente (Lengwiler, 2008).

Los Proyectos Multipropósito en Recursos Hídricos (PMP-RRHH) tienen el potencial de ajustarse a los actuales desafíos y requerimientos socioambientales como estrategias integradas e integradoras de adaptación al cambio climático. A través de medidas estructurales (p. ej. obras de ingeniería) y no estructurales (p. ej. cambios de costumbres) permiten lograr la consecución de diversos objetivos de forma simultánea. La definición y caracterización correcta del contexto, en base a conocimiento de la interconexión de fenómenos naturales y humanos —transdisciplinariedad—, permite una mejor interpretación de la realidad presente, y por ende, la eficiencia de estos proyectos (Perez y Quesada, 2008).

Asimismo, el enfoque multipropósito de los PMP-RRHH presenta gran relevancia en el aprovechamiento sostenible del agua a largo plazo. Su consideración permitiría esbozar acciones concretas de mejoramiento, regulación, distribución y/o ampliación del volumen hídrico con fines múltiples integrando a diferentes usuarios. El diseño y la formulación de estos proyectos implica el entendimiento integral de la problemática hídrica a resolver, lo que permite su viabilidad a nivel social, económico, institucional y ambiental (Haerberli, Huggel, García-Hernández y Guillén, 2016). Sin embargo, hasta la actualidad pocos PMP-RRHH se encuentran operativos en regiones de montaña. Tanto en los Andes como en el Himalaya (donde los impactos del cambio climático son en parte comparables con los de la región tropical andina) existen planteamientos, pero no necesariamente son proyectos avanzados o próximos a implementarse en pro de una gestión adecuada del agua (Bhattarai, 2009).

El presente artículo tiene por objetivo presentar consideraciones importantes para un proceso exitoso de formulación de PMP-RRHH a largo plazo, como respuesta de adaptación a los impactos y desafíos hidroclimáticos y socioambientales en los Andes Tropicales. Este planteamiento se basa en un proceso participativo que incluye estudios de caso en el Perú, desarrollados durante una Escuela de Invierno (EI) en el 2017 en Pisac (Cusco, Perú), en el marco del Proyecto Glaciares+ (PG+).

METODOLOGÍA

La iniciativa piloto participativa fue planteada para darse en base a un taller teórico-práctico, donde se integrara información científica básica general que dotara a los

participantes de herramientas necesarias para una formulación y diseño (general) de PMP-RRHH en el área andina. El taller fue planteado como una actividad y producto del Proyecto Glaciares + (PG+), proyecto desarrollado a nivel nacional y financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude). El PG+ tuvo por finalidad el fortalecimiento de la capacidad adaptativa y la gestión de riesgos de origen glaciar y manejo de recursos hídricos en sus ámbitos de intervención: las cuencas del río Santa (Áncash), río Cañete (Lima) y río Vilcanota-Urubamba (Cusco).

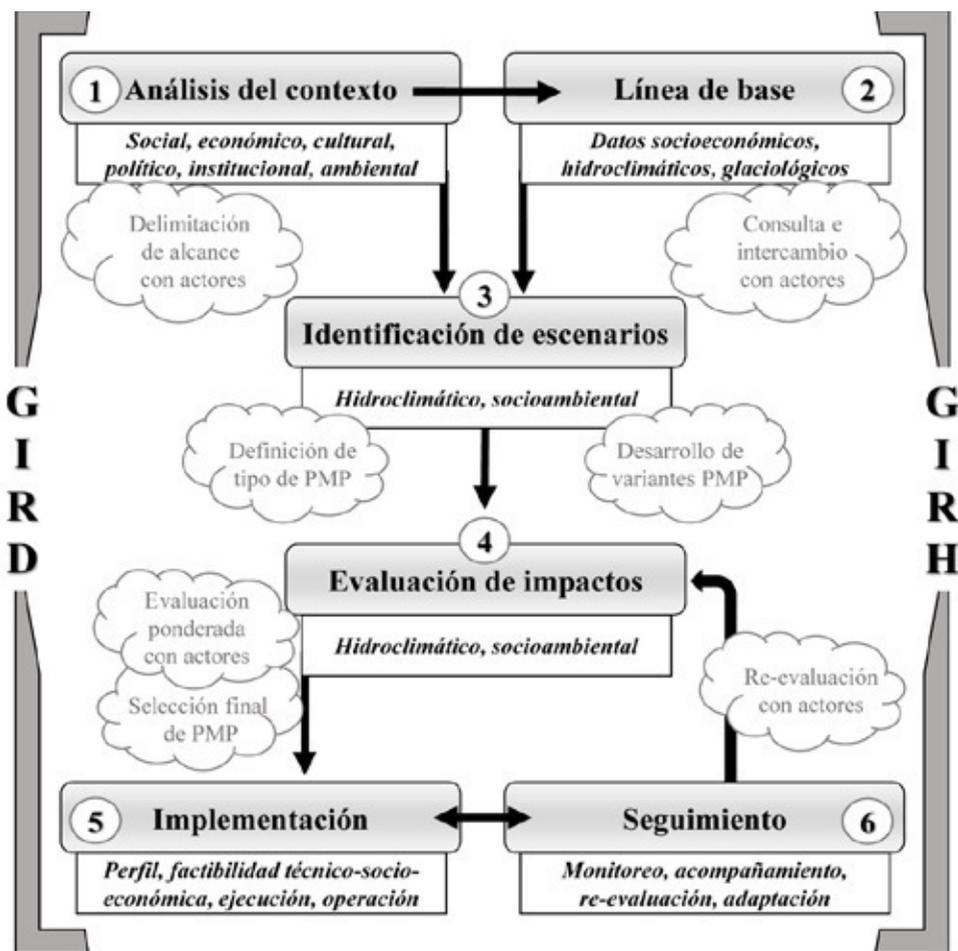
La metodología del taller estuvo constituida por dos elementos: El primero, un espacio de aprendizaje e intercambio de saberes sobre distintas materias que involucra el desarrollo de un PMP-RRHH, considerando el actual contexto regional andino; y el segundo, un espacio de elaboración y puesta en práctica de los conocimientos adquiridos y expuestos a partir del diseño y formulación de PMP. El primer espacio fue dirigido por expertos profesionales en la materia (mediante módulos de corte monodisciplinario), mientras que el segundo espacio fue propiamente de discusión y trabajo en equipo entre los distintos participantes del taller. Tales asistentes fueron seleccionados en base a un proceso de convocatoria y postulación, considerando determinados requerimientos para la admisión (p. ej. origen andino (de preferencia); necesidad de conocimientos base sobre cambio climático, recursos hídricos y riesgos; afiliación a instituciones vinculadas con la adaptación al cambio climático y la gestión del agua y riesgos de desastre). A partir de las características del público objetivo y temas esenciales a tratar, se determinó el tiempo, contenido y estructura del taller.

Para la formulación de PMP-RRHH se consideró un proceso estructurado que integre tanto el contexto multidimensional, los diferentes actores involucrados (usuarios de agua y tomadores de decisión), ejes transversales (Gestión Integrada de Recursos Hídricos – GIRH, Gestión Integrada del Riesgo de Desastre – GIRD), así como los pasos consecutivos para poder lograr un proyecto sostenible (i. e. adaptado, a largo plazo). En respuesta a esta lógica, el taller expuso un procedimiento de seis etapas (Figura 2) a considerar durante el trabajo en equipos (principalmente etapas 1-4 dado el alcance y objetivos del mismo).

a) Etapa 1: Análisis del contexto

Identificación y análisis de los principales aspectos multidimensionales de la cuenca a gestionar, considerando intereses y demandas poblacionales. El recurso hídrico debe ser visto como el elemento unificador del análisis. Junto con actores involucrados, provenientes tanto de sectores públicos, privados y de la sociedad civil, se delimita el alcance y escala espacio-temporal de la propuesta piloto. Se resalta la necesidad del uso de herramientas (p. ej. encuestas, entrevistas, talleres) para una recopilación y sistematización de información socioambiental relevante y direccionada, y así determinar prioridades y desafíos hídrico-territoriales que conlleven a propuestas sostenibles.

Figura 1. Etapas del proceso de formulación y desarrollo de un PMP-RRHH



b) Etapa 2: Línea de base

Evaluación de múltiples datos. Medición de variables territoriales contempladas para la definición y formulación del PMP-RRHH en una cuenca andina. Diálogo e intercambio de información con actores principales cuenca arriba y cuenca abajo para el análisis de demanda de multiuso de los recursos hídricos. El diagnóstico debe ser preciso y acorde con las necesidades del proyecto.

c) Etapa 3: Identificación de escenarios

Desarrollo de escenarios hidroclimáticos y socioambientales a corto (p. ej. 2030/2050) y a largo plazo (p. ej. 2100), sobre la base del conocimiento generado en las etapas 1 y

2. Importante el uso de data e información actual y de escala adecuada. Determinación de tipo y variantes de PMP-RRHH (p. ej. desarrollo de obras de regulación, captación de agua) en función a propósitos definidos y concertación con actores.

d) Etapa 4: Evaluación de impactos

Definición, relación y ponderación de indicadores según la evaluación de impactos por actores y variante de proyecto. Decisión final sobre la propuesta concreta de PMP-RRHH debe considerar su viabilidad económica. Asimismo, la propuesta debe ser ejecutada con activa participación y liderazgo de actores hídricos y tomadores de decisión de cuenca e institucionalidad presente a nivel nacional.

e) Etapa 5: Implementación

Estudio de factibilidad técnica, financiera y social. Revisión de programas de financiamiento nacionales (p. ej. SNIP) e internacionales (p. ej. programas de cooperación para el desarrollo) incorporando al sector privado. Desarrollo y finalmente operación de PMP-RRHH.

f) Etapa 6: Seguimiento

Monitoreo, acompañamiento, mantenimiento y adaptación del proyecto a partir de nuevas y/o condiciones socioculturales e hidroclimáticas cambiantes, coyuntura político-institucional, entre otras (reevaluación y retroalimentación, pasos volviendo a los procedimientos de las etapas 4-6).

RESULTADOS

La Escuela de Invierno

La Escuela de Invierno (EI) «Multi-uso de recursos hídricos en alta montaña: Orientaciones sobre la gestión eficiente, integrada y equitativa del agua en época de cambio climático» fue un taller teórico-práctico desarrollado del 7 al 12 de agosto de 2017, en el Centro Académico Valentín Paniagua de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) en Pisac (Cusco, Perú). El objetivo general de la EI fue promover capacidades técnico-científicas en temas transversales y relacionados a la GIRD y GIRH. Ello, en base a un proceso participativo que considerara una perspectiva multipropósito y el marco de la adaptación al cambio climático. Lo conseguido y aplicado durante la misma tuvo la intención de ser un referente con potencial de réplica para otros casos en la región tropical andina. Un siguiente paso a esta primera aproximación regional en la temática fue el intercambio de actuales experiencias prácticas en implementación

de PMP con participación de distintos actores andinos. Experiencias aplicadas de formulación e implementación, como el caso del PMP-Chicón desarrollado en el marco del PG+, fueron presentadas en un diálogo regional para el escalamiento de futuras intervenciones a corto y largo plazo

Los módulos dictados en la EI estuvieron a cargo de expertos nacionales e internacionales, procedentes de instituciones científicas y académicas. El grupo asistente fue integrado por estudiantes de postgrado e investigadores de instituciones y universidades públicas y privadas del Perú, Estados Unidos, México, Colombia, Bolivia y Chile (Anexo). Para mayor información del taller, véase <http://goo.gl/iajrJj> y <http://goo.gl/41nKpD>.

La teoría impartida (Tabla 1) fue complementada con ejercicios y discusiones en clase, así como con lecturas relacionadas. La necesidad de una contextualización y entendimiento sociocultural fue reforzada a través de un conversatorio, desarrollado por investigadores y estudiantes de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). En este encuentro, se presentaron resultados preliminares de un estudio etnográfico sobre la comunidad campesina de San Isidro de Chicón^{1,2}.

Una salida de campo a la subcuenca del río Chicón (cuenca del río Vilcanota-Urubamba, Cusco) fue desarrollada para identificar, in situ, los principales componentes socioculturales (p. ej. dinámica social) y físico-ambientales (p. ej. peligros y riesgos de origen glaciar) de una cuenca de alta montaña, así como para evaluar su relevancia en el diseño de un PMP-RRHH (Tabla 2). El trabajo de campo contó con el apoyo de líderes de la comunidad campesina de San Isidro de Chicón, autoridades de la municipalidad distrital de Urubamba e investigadores sociales de la UNSAAC. La visita consideró un encuentro con la gerente de medio ambiente, el responsable de la oficina de defensa civil y con el presidente del comité de riego en el local municipal de Urubamba. Tales profesionales compartieron y discutieron con los participantes del taller acerca de las actuales necesidades y problemáticas hídricas de la provincia, así como de los nuevos procesos y proyectos implementados y/o a implementarse (p.ej., SAT, nuevos reservorios) para promover una gestión sostenible de riesgos y de recursos hídricos a nivel regional. Con investigadores de la UNSAAC y el presidente de la comunidad campesina de Chicón se realizaron algunos traslados a zonas de la subcuenca de gran interés y potencial hidrológico para un posible PMP. Su participación permitió esclarecer cuestiones sociopolíticas y culturales concernientes a la subcuenca visitada, en parte características para la región tropical andina y la ejecución de proyectos en regiones similares.

¹ El estudio etnográfico forma parte del proyecto marco CANON *Percepciones del desglaciamiento y el cambio climático en pobladores de la Cuenca del Chicón – Valle Sagrado del Cusco: Un estudio psicosocial – antropológico*, desarrollado por docentes (coordinador: Fredy Monge) y estudiantes de la UNSAAC. El periodo del estudio fue de dos años (2015–2017) y contó con la asesoría de investigadores de la UZH. Estudio sin publicar hasta la fecha de aceptación de este artículo.

² En este contexto, se debe mencionar también que el PG+ está impulsando la formulación de un PMP-RRHH en la zona de Chicón-Urubamba.

Tabla 1. Módulos, docentes e instituciones involucradas en la Escuela de Invierno

Módulo de capacitación	Institución
1. Adaptación en Alta Montaña	UO / UZH
2. Etnografía y el conocimiento del mundo andino	PUCP / CARE
3. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos	CCA / Senamhi
4. Criósfera global en rápido cambio	UZH
5. Nieve, glaciares, permafrost y agua en alta montaña	UZH
6. Dinámica de paisajes y amenazas naturales en alta montaña	UZH
7. Mediciones, modelos y tendencias climáticas	Senamhi
8. Escenarios hidroclimáticos	Senamhi
9. Escenarios socioeconómicos	US
10. Riesgos de desastres: evaluación y gestión	UZH
11. Proyectos Multipropósito: perspectiva transdisciplinaria, financiamiento, normatividad e implementación	ETH / UZH / CARE / UNSAAC
12. Ambientes futuros de alta montaña: modelamiento, riesgos y opciones	UZH
13. <i>Práctica</i> : salida de campo y trabajo grupal	UZH

CCA: Centro de Competencia del Agua (Lima); ETH: Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Suiza); PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú (Lima); Senamhi: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Lima); UNSAAC: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Cusco); UO: Universidad de Oregon (EE.UU.); US: Universidad de Stuttgart (Alemania)

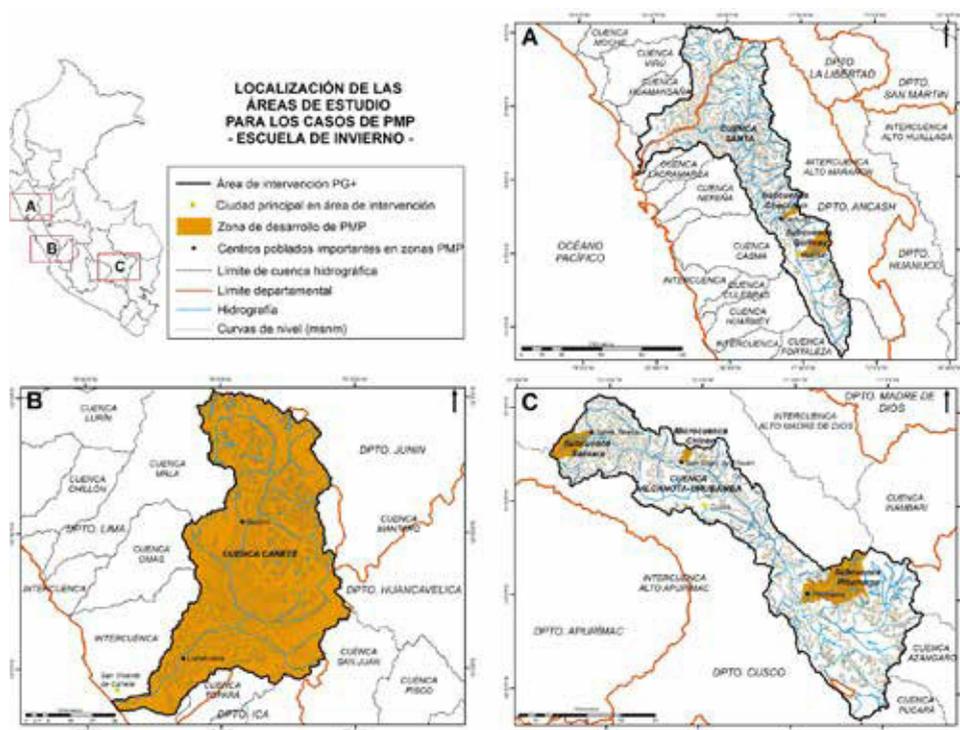
Tabla 2. Salida de campo: componentes de la línea de base de un PMP-RRHH Chicón

Componentes de la salida de campo
a. Identificación de peligros, procesos y desencadenantes de origen hídrico-glaciar.
b. Caracterización física y geomorfológica para la GIRD y GIRH
c. Identificación preliminar de impactos ambientales.
d. Identificación de potencial hidrológico.
e. Identificación de múltiples usos de infraestructura.
f. Identificación de las condiciones políticas, institucionales, culturales, de percepción, entre otros, sobre agua, glaciares y otros elementos de interés en la propuesta de proyecto.
g. Identificación de limitaciones y potencialidades físicas y sociales para la implementación de la propuesta de proyecto.
h. Evaluación preliminar de retos y oportunidades: diálogo con la población/autoridades, relaciones de poder, financiamiento, gestión post-construcción.

Aplicación de lo aprendido

Las actividades y el proceso de adquisición del conocimiento estuvieron orientados hacia la formulación grupal de un PMP-RRHH para seis cuencas dentro de las áreas de intervención del PG+: las cuencas de los ríos Chucchún y Quillcay (en Áncash); Cañete (en Lima); y Sacsara, Chicón y Pitumarca (en Cusco). La figura 1 y tabla 3 exhiben una ubicación general y caracterización de estas cuencas. Para la elaboración de cada propuesta una base de datos preliminar (datos SIG, hidroclimáticos, artículos, etc.) fue proporcionada.

Figura 1. Ubicación de áreas de estudio para formulación de los PMP-RRHH



A = cuenca Santa (Cordillera Blanca, Áncash); B = cuenca Cañete (Cordillera Central, Lima); C = cuenca Vilcanota-Urubamba (Cordillera Vilcanota-Urubamba, Cusco).

Fuentes: Minedu³, Minam⁴

³ Shapefiles obtenidos en: <http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>

⁴ Shapefiles obtenidos en: <http://geoservidor.minam.gob.pe/>

Tabla 3. Caracterización del contexto de cuencas de propuesta PMP-RRHH

		Caracterización del contexto de intervención					
Cuenca (Región)		Santa (Áncash)	Cañete (Lima)	Sacsara	Chicón	Pitumarca	
Subcuenca	Chucchun	Quillcay	Cañete	Sacsara	Chicón	Pitumarca	
Área total (km ²)	50	250	6192	230	38	690	
Altitud (rango en msnm)	2336-6125	3052-4800	0-5600	1450-5950	2060-5400	3400-6300	
Provincia	Carhuaz	Huaraz	Cañete y Yauyos	La Convención	Urubamba	Canchis	
Departamento	Áncash	Áncash	Lima	Cusco	Cusco	Cusco	
UBICACIÓN							
T _{min} ; T _{max}	6°C; 25°C	4°C; 23°C	9°C; 30°C	10,4; 22,1	6,4; 22,4	menor a 0°C; 18°C	
Precipitación (prom. anual, en mm)	506	734	1030	2009,6	<i>Sin data</i>	1108	
Caudal	<i>Sin data</i>	11,0 m ³ /s	50,7 m ³ /s	7,6 m ³ /s	1,2 m ³ /s	8,5 m ³ /s	
Área glaciar (km ²)	3	6	15	<i>Sin data</i>	2	46	
HIDROCLIMA							
Población total (no. habitantes)	11 456	119 039	200 000	700	3855	10 656	
N° comunidades campesinas	1	3	47	<i>Sin data</i>	4	13	
SOCIOECONOMÍA							
Principales actividades económicas	Agricultura (principal actividad), ganadería y crianza de animales menores	Agricultura (principal actividad), ganadería y crianza de animales menores	Agricultura y ganadería	Agricultura	Agricultura	Agricultura y ganadería	

El último día de la EI, se presentaron seis propuestas de PMP-RRHH, integrando componentes específicos según actores/beneficiarios y fortalezas/oportunidades halladas. Los participantes tuvieron un día de trabajo (día previo) para la ejecución de la presente práctica. Los grupos de trabajo fueron formados previo inicio de la EI, tratando de que cada equipo sea equiparable en términos de participantes internacionales y de expertos de distintas instituciones público-privadas peruanas. Desde el primer día del curso, se tuvo la oportunidad de dialogar y discutir sobre el trabajo posterior.

La caracterización del área de estudio involucró un análisis de los aspectos relevantes y el mapeo de actores para determinar los socios estratégicos, aliados y beneficiarios de las actividades a ejecutar y promover, y con ello la línea de base del PMP-RRHH. El análisis del contexto tomó en consideración el factor político-institucional, el cual desempeña un papel clave en el grado de estabilidad y/o conflictividad social en cada cuenca, así como en la posibilidad de incidencia y desarrollo de acciones concretas. Por su parte, el mapeo de actores permitió identificar a los principales gestores hídricos a nivel local, así como esclarecer los intereses y posible vinculación de los mismos en relación a los ejes de GIRD y GIRH dentro del PMP-RRHH (Tabla 4). Se destaca la experiencia profesional previa de muchos participantes de la EI en las zonas de estudio, lo cual permitió contar con información validada y de corte primario sobre aspectos sociopolíticos y culturales locales.

Algunos rasgos comunes de los actores en mención, a lo largo de las seis cuencas en estudio, radican en la falta de comunicación y diálogo constante entre los sectores públicos, sectores privados y sociedad civil. Esta falta de gobernanza, sumada al bajo desarrollo de data científica localizada, está conllevando una planificación territorial poco sostenible a largo plazo. La diferencia de percepciones con respecto al futuro del recurso hídrico en la región, incrementa la dificultad del logro de acuerdos y toma de acciones inmediatas, según comentarios de participantes de la EI.

Las propuestas de PMP-RRHH se formularon desde la transdisciplinariedad. Para ello, las ciencias sociales (p. ej. etnografía y política) obtuvieron un papel clave al brindar una mejor visión territorial a nivel regional-local. Este aprendizaje permitió el desarrollo de propuestas adaptadas a la realidad presente. La EI apuntó, como una primera experiencia, hacia la elaboración virtual de las propuestas, como ejercicio de formulación de un PMP-RRHH y análisis preliminar de desafíos vinculados (Tabla 5). Un próximo paso será la incorporación real de actores hídricos locales y el desarrollo de acuerdos y consensos previos para sustentar el planteamiento de cada propuesta y medida de adaptación. Como se mencionó antes, el PG+ está actualmente promoviendo la formulación real de un PMP-RRHH en Chicón con la participación de comunidades locales y la Municipalidad de Urubamba. Esta experiencia servirá como piloto para adaptar propuestas y poder replicar estas experiencias en otros PMP-RRHH.

Tabla 4. Ejemplo de un mapeo de actores

Segmento extraído del Grupo <i>Subcuenca del río Quillcay</i> ACTORES	INTERESES	Relación con/impacto del proyecto
INAIGEM	Riesgo de desastres, obras de seguridad de lagunas de origen glaciar; Investigaciones y monitoreo de glaciares y lagunas de origen glaciar	Gestión de la infraestructura de las lagunas de origen glaciar
Municipalidad Provincial de Huaraz y Municipalidad Distrital de Independencia	Brindar servicios básicos a la población	Seguridad de la población urbana y rural (seguridad hídrica y seguridad frente a peligros)
Comunidades campesinas	Sistemas de riego, seguridad de las inversiones e ingresos	Mejoramiento de la calidad de riego para la agricultura y pastos para los ganados
EPS Chavín	Brindar un buen servicio de agua potable a la población (urbano)	Disponibilidad permanente de agua para brindar a la población

CONCLUSIONES

Hasta nuestro conocimiento, la EI representa un primer acercamiento de enseñanza a nivel regional andino para plantear de forma sistemática la formulación estructurada de pilotos de PMP-RRHH. La EI se convirtió en un espacio de aprendizaje e intercambio de saberes, impulsando la cooperación y vinculación formal entre representantes de instituciones tanto nacionales como internacionales de la región tropical andina. El diálogo entre los profesionales fue continuo; sin embargo, debió ser necesario disponer de un tiempo al final de cada día de clases para que los participantes pudiesen discutir sobre los temas tratados en tales horas y su integración en el PMP-RRHH grupal.

Los resultados obtenidos resaltaron la relevancia de la investigación académica y *expertise* profesional en el desarrollo de propuestas. El trabajo permitió ampliar la perspectiva del diseño de las intervenciones locales (no solo de infraestructura o ingenieriles) y, con ello, la posibilidad de adecuación según condiciones locales.

Tabla 5. Sistematización de propuestas de PMP-RRHH

CARACTERIZACIÓN DEL CONTEXTO DE INTERVENCIÓN		VILCANOTA-URUBAMBA (CUSCO)		
CUENCA (REGIÓN)	SANTA (ANCASH)	CAÑETE (LIMA)	SACSARA	CHICÓN
SUBCUENCA	QUILLCAY	CAÑETE	SACSARA	CHICÓN
Nivel físico-ambiental	Aluviones por impacto de bloques de hielo y desbordamientos de laguna 513.	Pérdida de ecosistemas de regulación hídrica. Alta oferta hídrica no aprovechada.	Alto porcentaje de deforestación. Peligros de deslizamientos. Alta oferta hídrica no aprovechada	Posibilidad de aluviones, caídas de rocas y flujos por precipitaciones intensas y/o sismos.
Nivel socioeconómico e institucional	Poca sensibilización y conocimiento poblacional sobre prevención ante riesgos de desastre.	Escasez hídrica para consumo. Déficit del servicio de agua para riego. Falta de medidas de prevención ante desbordamientos e inundaciones.	Alta demanda hídrica para riego y consumo humano.	Conflictos por el recurso hídrico. Rechazo social a infraestructuras para reducción de riesgos.
PROBLEMÁTICA				Limitado acceso social a servicios de saneamiento. Deficiente gestión hídrica e incremento de demanda de agua para actividades económicas (p. ej. turismo)
PROPUESTA PLANTEADA (NOMBRE)	Propuesta de un modelo teórico-práctico de PMP para la subcuenca del río Chucchu	PMP Ampliación de la frontera agrícola en la cuenca del río Cañete	PMP Embotellamiento de agua mineral SACSADILLA - Subvalnes vidas	PMP Manejo Integrado de la cuenca Chichón «KUSKA LLANKASUN – UNU KANANPAQ»
OBJETIVOS	1. Presentar categorías y acciones a considerar en PMP-RRHH según sector de intervención. 2. Delimitar indicadores de análisis del impacto de intervención.	1. Ampliar la frontera agrícola (parte baja). 2. Incrementar servicios ecosistémicos hídricos (de regulación). 3. Reducir riesgos de inundación (parte baja)	1. Incrementar la producción agrícola de los principales productos cultivados. Prevenir y reducir los riesgos y peligros naturales aguas abajo. 3. Contribuir a una gestión sostenible del agua para riego y consumo humano	1. Contribuir al logro de la seguridad hídrica. 2. Disminuir riesgos de inundaciones aguas abajo. 3. Producir energía hidroeléctrica. 4. Impulsar actividades ecológicas o turísticas.
COMPONENTES	Afanzamiento hídrico / conservación			Pitumarka. 1. Regular volumen hídrico para riego y consumo. 2. Disminuir inundaciones aguas abajo. 3. Producir energía hidroeléctrica. 4. Impulsar actividades ecológicas o turísticas.
	Gestión del riesgo de desastre			
	Saneamiento			
	Producción y desarrollo agrícola			
	Generación de energía			
	Desarrollo social			
IMPACTOS ESPERADOS	Según énfasis dado al PMP-RRHH (en conservación, agrícola, saneamiento, etc)	<ul style="list-style-type: none"> •Conservación hídrica-ambiental de cuenca. •Reducción de riesgos y laminación de avenidas. •Reducción de conflictos. •Mayor desarrollo económico. •Disminución de peligros de origen natural. 	<ul style="list-style-type: none"> •Incremento de la productividad agrícola y ampliación de frontera cultivada con riego. •Conservación y regulación de fuentes hídricas. •Protección de infraestructuras y poblaciones aguas abajo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Balance entre capacidad de almacenamiento hidrológico con la capacidad de almacenamiento físico de la cuenca. •Producción anual de energía de 29 876,74 MW.

Las intervenciones y el intercambio de los participantes con procedencia regional andina en el marco de la EI, demostraron la complejidad y las particularidades de paisajes socioambientales y ecosistemas de alta montaña. Relacionado a ello, se deben mencionar los complejos procesos sociopolíticos (p. ej. interculturalidad, desconfianza con tomadores de decisión, exclusión de usuarios en toma de decisión y relaciones insuficientes usuarios aguas arriba-abajo), hidrológicos (p. ej. carencia de conocimientos en el ciclo de agua) y finalmente de comunicación (p. ej. interfaz ciencia-política-sociedad).

Además, se levantaron diversas interrogantes en relación a la gestión hídrica y de riesgos de origen glaciar, lo que denotó falta de una mayor preparación técnico-científica, falta y/o inconsistencias de datos in-situ y limitada comprensión de procesos a menudo complejos, lo cual obstaculiza el entendimiento real de las condiciones actuales y posibles cambios futuros en las cuencas observadas (Drenkhan et al. 2015). A la misma vez, se evidenciaron problemáticas y desafíos compartidos entre países y regiones, p. ej. ligados a los impactos del cambio climático, debilidades en la institucionalidad, exclusión de toma de decisión y conflictos sociales.

Con relación a las propuestas de PMP-RRHH, estas demostraron la importancia de incluir (más adecuadamente) una línea de base social y etnográfica en el proceso de formulación. Los mayores retos y oportunidades que conlleva el desarrollo de PMP-RRHH en el Perú y posiblemente los Andes Tropicales (Tabla 6) deben ser analizados en detalle y trabajados a partir de consensos. La consideración del conocimiento y la cultura local, además de la metodología del proceso, conllevan a que estas medidas de adaptación tengan el potencial de moldearse según la coyuntura presente y adecuarse a las necesidades hidroclimáticas y socioambientales futuras. Posibilidades de acción deben ser analizadas y validadas, tomando en consideración la situación político-institucional. Un mayor entendimiento del enfoque de estas propuestas, por parte de las autoridades competentes, se requiere hacia una correcta implementación y gestión integrada del agua. En este sentido, el fortalecimiento de capacidades se hace imprescindible para la consecución de una visión holística de la cuenca o área de estudio/intervención, y el entendimiento real de la problemática y planteamientos de soluciones sostenibles.

Asimismo, si bien el diseño y la implementación de un PMP-RRHH sigue un proceso estructurado, los mayores desafíos y condicionantes a considerar son las coordinaciones interinstitucionales y políticas. El diálogo e intercambio continuo de información con actores e instituciones locales se hace necesario para evitar conflictos y la obstaculización del proyecto. En este contexto, un trabajo transdisciplinario y participativo efectivo no es fácil de ejecutar dentro de un ambiente laboral en el cual a menudo no se suele incorporar todos los actores principales para la formulación y ejecución de proyectos. Previamente a este paso se debe trabajar fuertemente en la construcción de confianza e intercambio de ideas dentro y entre instituciones y comunidades, así como en la ejecución coherente de políticas sectoriales, lo cual puede tomar años.

Bajo objetivos y condiciones definidos, las seis propuestas expuestas llegaron con claridad al paso 3 (escenarios) o 4 (impactos), lo cual abarca la formulación completa de un PMP-RRHH. Para revisar en mayor detalle la implementación (paso 5) y seguimiento y adaptación (paso 6) se requiere de más tiempo, *expertise* y aplicaciones en campo, en estrecha coordinación y toma de acuerdos con los actores principales. No obstante, se resalta la necesidad de abarcar el análisis del proceso completo durante una formulación y desarrollo real de un PMP (considerando todos los pasos) y así garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Tabla 6. Retos y oportunidades en la formulación e implementación de PMP-RRHH

Etapa PMP-RRHH	Reto	Oportunidad
1 Análisis del contexto	Complejidad de múltiples variables Contexto (conflictivo) social Alto conocimiento y <i>expertise</i> local sobre el territorio y los recursos hídricos.	Abarcar las diferentes variables para obtener imagen más realista de condiciones en la cuenca
2 Línea de base	Complejidad de múltiples variables Inconsistencias de datos in-situ	Incorporar propios datos in-situ de instituciones participantes Disponibilidad de nuevas herramientas de análisis socioambientales
3 Identificación de escenarios	Construir escenarios adecuados Adaptados a la realidad nacional / regional política Compatibilizar demandas regionales con las locales	Interés y disposición de diferentes instituciones participantes En el Perú existe política favorable (p. ej. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, Acuerdo Nacional)
4 Evaluación de impactos	Trabajo en equipo multi- o transdisciplinario (de manera eficaz) Integrar diferentes disciplinas e intereses de usuarios en la propuesta	Transdisciplinariedad: resultados tendrán mayor significancia al dar solución a verdaderas necesidades de la población
5 Implementación	Adaptado a nuevo Sistema de Inversión Pública (Perú) Generar instrumentos eficaces e institucionalidad adecuada	Nuevas formas de financiamiento (Perú: nuevo Sistema de Inversión Pública, p. ej. Programa Presupuestal 0068)
6 Monitoreo y seguimiento	Sostenibilidad a largo plazo Coordinación (conflictos potenciales sector privado – comunidad)	Si son adecuadamente implementados pueden generar sostenibilidad

Fuente: Derivados de encuestas de Grupos de Trabajo de la EI

A nivel nacional ya existen PMP-RRHH parciales que todavía no han sido implementados (caso Chicón), o que no necesariamente fueron formulados como tal y carecen de una incorporación equitativa de todos los usuarios (caso Parón, Cordillera Blanca, mayor información: cf. Carey, French y Brien, 2012; French 2016). Futuros

estudios deben identificar la complejidad de problemáticas reales, los procesos necesarios y potenciales de implementación de un PMP-RRHHH. A ello, se debe incorporar la promoción de descentralización de funciones gubernamentales, la puesta en práctica de leyes hídricas nacionales (p. ej. Ley de Recursos Hídricos en Perú) y la consideración de prácticas o programas regionales por parte de organismos internacionales (FAO, PNUD, BID, GIZ, Cosude, entre otros) para evitar la duplicidad de proyectos/intervenciones y, al contrario, complementar y/o avanzar en lo desarrollado hasta el momento e inclusive conseguir fuentes de financiamiento posibles. Como marco de estos próximos pasos, se hace imprescindible la puesta en práctica de la nueva cultura del agua, que conlleve a un trato integral de cuestiones hídricas, a la consideración del conocimiento tradicional y/o heredado local, así como a una visión del agua como recurso limitado y compartido a nivel nacional y en el área andina.

Agradecimientos

La EI se desarrolló en el marco del Proyecto Glaciares+, financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación-Cosude, implementado por CARE Perú y la Universidad de Zúrich con sus socios Crealp, Meteodat y la Escuela Politécnica Federal de Lausana-EPFL. Los autores agradecen el apoyo y financiamiento de Cosude en la planificación y ejecución de la presente escuela. De igual manera, se agradece la disposición y participación activa de todos los profesionales participantes, docentes, así como investigadores y estudiantes de la UNSAAC (Miguel Ángel Castro, Walter Mamani, Jose Luis Zegarra y Verónica Miranda), sin los cuales no hubiese sido posible alcanzar los objetivos planteados para la capacitación. En relación al presente artículo, se agradece también los aportes y autorización dada por los asistentes de la EI para recopilar y sistematizar sus propuestas de PMP-RRHH.

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua –ANA. (2014). Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas. Huaraz, Perú: ANA.
- Baraer, M., McKenzie, J. M., Mark, B., Bury, J. y Knox, S. (2009). Characterizing Contributions of Glacier Melt and Groundwater during the Dry Season in a Poorly Gauged Catchment of the Cordillera Blanca (Peru). *Advances in Geosciences*, 22, 41-49. <https://doi.org/10.5194/adgeo-22-41-2009>
- Baraer, M., Mark, B., Mckenzie J. M., Condom, T., Bury, J., Kyung-in, H., Portocarrero, C., Gomez, J. y Rathay, S. (2012). Glacier Recession and Water Resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology*, 58(207), 134-150. <https://doi.org/10.3189/2012Jog11J186>

- Bhattarai, D. (2009). Multi-Purpose Projects. En D. N. Dhungel y S. B. Pun (Eds.). *The Nepal–India Water Relationship: Challenges* (pp. 69-98). Kathmandu, Nepal: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8403-4_3
- Banco Interamericano de Desarrollo – BID, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y Ministerio del Ambiente (Minam) (2014). *La economía del cambio climático en el Perú*. Lima, Perú: BID.
- Bradley, R. S., Vuille, M. Diaz, H. F. y Vergara, W. (2006). Climate Change. Threats to Water Supplies in the Tropical Andes. *Science*, 312(5781), 1755-1756. <https://doi.org/10.1126/science.1128087>
- Carey, M., French, A., y O'Brien, E. (2012). Unintended Effects of Technology on Climate Change Adaptation: An Historical Analysis of Water Conflicts below Andean Glaciers. *Journal of Historical Geography*, 38(2), 181-191. <https://doi.org/10.1016/j.jhg.2011.12.002>
- Cleaver, F. (1999). Paradoxes of participation: Questioning participatory approaches to development. *Journal of International Development*, 11, 597-612. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1328\(199906\)11:4<597::AID-JID610>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1328(199906)11:4<597::AID-JID610>3.0.CO;2-Q)
- Colonia, D., Torres, J., Haeberli, W., Schauwecker, S., Braendle, E., Giraldez, C. y Cochachin, A. (2017). Compiling an Inventory of Glacier-Bed Overdeepenings and Potential New Lakes in De-Glaciating Areas of the Peruvian Andes: Approach, First Results, and Perspectives for Adaptation to Climate Change. *Water*, 9(336), 1-18. <https://doi.org/10.3390/w9050336>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2015). *Aprobación del Acuerdo de París - Conferencia de las Partes*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>.
- Defensoría del Pueblo – DDP (2015). *Conflictos sociales y recursos hídricos*. Recuperado de <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/varios/2015/I.A.-Conflictos-por-Recursos-Hidricos.pdf>.
- Defensoría del Pueblo – DDP (2017). *Reporte de Conflictos Sociales 165*. Recuperado de <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-165-Noviembre-2017.pdf>.
- Drenkhan, F., Carey, M., Huggel, C., Seidel, J. y Oré, M. T. (2015). The Changing Water Cycle: Climatic and Socioeconomic Drivers of Water-Related Changes in the Andes of Peru. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2(6), 715-733. <https://doi.org/10.1002/wat2.1105>
- Drenkhan, F., Guardamino, L., Huggel, C. y Frey, H. (2018). Current and Future Glacier and Lake Assessment in the Deglaciating Vilcanota-Urubamba Basin, Peruvian Andes. *Global and Planetary Change*, 169, 105-118. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.07.005>

- French, A. (2016). El desborde del conflicto por la laguna Parón. En P. Urteaga, A. Guevara y A. Verona (Eds.), *El estado frente a los conflictos por el agua - Terceras Jornadas de Derecho de Aguas* (pp. 1-8). Lima, Perú: PUCP.
- Haerberli, W., Huggel, C., García-Hernández, J. y Guillén, S. (2016). *Proyectos multipropósito en recursos hídricos en la alta montaña - Un documento orientador*. Lima, Peru: PG+.
- Huggel, C., Scheel, M., Albrecht, F., Andres, N., Calanca, P., Jurt, C., Khabarov, N., Mira-Salama, D., Rohrer, M., Salzmann, N., Silva, Y., Silvestre, E., Vicuña, L., Zappa, M. (2015). A Framework for the Science Contribution in Climate Adaptation: Experiences from Science-Policy Processes in the Andes. *Environmental Science & Policy*, 47, 80-94. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.11.007>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2014a). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Nueva York, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Nueva York, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Lengwiler, M. (2008). Participatory Approaches in Science and Technology: Historical Origins and Current Practices in Critical Perspective. *Science, Technology, & Human Values*, 33(2), 186-200. <https://doi.org/10.1177/0162243907311262>
- Pérez, N. y Quesada, E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológica-informativa. *Acimed*, 18(4).
- Rabatel, A., Francou, B., Soruco, A., Gomez, J., Cáceres, B., Ceballos, J. L., Basantes, R., Vuille, M., Sicart, J. E., Huggel, C., Scheel, M., Lejeune, Y., Arnaud, Y., Collet, M., Condom, T., Consoli, G., Favier, V., Jomelli, V., Galarraga, R., Ginot, P., Maisincho, L., Mendoza, J., Ménégos, M., Ramirez, E., Ribstein, P., Suarez, W., Villacis, M., y Wagnon, P. (2013). Current State of Glaciers in the Tropical Andes: A Multi-Century Perspective on Glacier Evolution and Climate Change. *The Cryosphere*, 7(1), 81-102. <https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>
- Salzmann, N., Huggel, C., Rohrer, M., Silverio, W., Mark, B. G., Burns, P. y Portocarrero, C. (2013). Glacier Changes and Climate Trends Derived from Multiple Sources in the Data Scarce Cordillera Vilcanota Region, Southern Peruvian Andes. *The Cryosphere*, 7(1), 103-118. <https://doi.org/10.5194/tc-7-103-2013>
- Stoffel, M., y Huggel, C. (2012). Effects of Climate Change on Mass Movements in Mountain Environments. *Progress in Physical Geography*, 36(3), 421-39. <https://doi.org/10.1177/0309133312441010>
- Urrutia, R., y Vuille, M. (2009). Climate Change Projections for the Tropical Andes Using a Regional Climate Model: Temperature and Precipitation Simulations for the End

- of the 21st Century. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D02108), 1-15. <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- Vergara, W., Deeb, A., Valencia, A., Bradley, R. S., Francou, B., Zarzar, A., Grünwaldt, A. y Haeussling, S. (2007). Economic Impacts of Rapid Glacier Retreat in the Andes. *Eos. Transactions American Geophysical Union*, 88(25), 261–264. <https://doi.org/10.1029/2007EO250001>
- Vuille, M., Bradley, R. S., Werner, M. y Keimig, F. (2003). 20th Century Climate Change in the Tropical Andes: Observations and Model Results. *Climatic Change*, 59, 75-99. https://doi.org/10.1007/978-94-015-1252-7_5
- Vuille, M., Francou, B., Wagnon, P., Juen, I., Kaser, G., Mark, B. G., y Bradley, R. S. (2008). Climate Change and Tropical Andean Glaciers: Past, Present and Future. *Earth-Science Reviews*, 89(3-4), 79-96. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.04.002>
- Vuille, M., Franquist, E. Garreaud, R., Lavado, W. y Cáceres, B. (2015). Impact of the Global Warming Hiatus on Andean Temperature. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120, 1-13. <https://doi.org/10.1002/2015JD023126>
- Vuille, M., Carey, M., Huggel C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D., Soruco, A., Villacis, M., Yarleque, C., Timm, O. E., Condom, T., Salzmann N., y Sicart, J. E. (2018). Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes – Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*, 176, 195-213. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.019>

ANEXO

Participantes de la Escuela de Invierno *Multi-uso de recursos hídricos en alta montaña: Orientaciones sobre la gestión eficiente, integrada y equitativa del agua en época de cambio climático* - 7 al 12 de agosto (Pisac, Cusco, Perú)

Grupo	Participantes	Institución de procedencia
<i>Subcuenca del río Chucchiún</i>	Dayana Acuña	Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú
	Gabriel Zevallos	Universidad de Ohio, Estados Unidos
	Jahir Anicama	CARE Perú
	Rolando Cruz	Autoridad Nacional del Agua del Perú
<i>Subcuenca del río Quillcay</i>	Holly Moulton	Universidad de Oregon, Estados Unidos
	Carlos Moreano	Autoridad Nacional del Agua del Perú
	Olwer Huanca	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Perú
	Jimmy Castro	CARE Perú
<i>Cuenca del río Cañete</i>	Fernando Gonzalez	Pontificia Universidad Católica del Perú
	Jorge Suarez	Ministerio de Economía y Finanzas del Perú
	Miluska Rosas	Universidad Católica de Lovaina, Bélgica
	Guillermo Ontiveros	Universidad Nacional Autónoma de México
<i>Subcuenca del río Sacsara</i>	Henry Silva	Corporación Allin Puriy SAC
	Laura Malermo	Universidad de Chile
	Ricardo Gómez	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Perú
	Felio Calderón	Helvetas Swiss Intercooperation, Perú
<i>Subcuenca del río Chicón</i>	Liw Canales	CARE Perú
	Ivan Cuellar	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Colombia
	Diana Rado	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú
	Tulio Chavez	Autoridad Nacional del Agua del Perú
<i>Subcuenca del río Pitumarca</i>	Wilber Laqui	Autoridad Nacional del Agua del Perú
	Walter Choquevilca	CARE Perú
	Tobias Leyva	Universidad Nacional de Colombia
	Karin Kancha	Centro de Estudios y Prevención de Desastres, Perú