

# Sistemas de afianzamiento hídrico en microcuencas altoandinas del sur del Perú: una tecnología ancestral para la seguridad hídrica en tiempos de cambio climático

Ronal Cervantes Zavala; Victor Bustinza Urviola<sup>1</sup>

## JUSTIFICACIÓN

La alarmante disminución y, en otros casos, la desaparición de fuentes de agua en zonas altoandinas, están motivados principalmente por dos factores: la presión humana sobre los ecosistemas y los fenómenos del cambio climático. Por un lado, el sobrepastoreo, la ampliación de la frontera agrícola, los incendios de bosques y praderas y el mal manejo de la pradera; en general, afectan la estabilidad de las tierras dejándolos expuestos y vulnerables a las condiciones del clima; por otro lado, fenómenos climáticos como los vientos y precipitaciones, afectan con mayor facilidad estos suelos vulnerables, acelerando los procesos de erosión y desertificación. En un contexto de cambio climático, es previsible que estos problemas se intensifiquen. Así ambos factores inducen a los ecosistemas en un proceso de deterioro gradual y permanente cuyas repercusiones, entre otros, afecta la capacidad de regulación hídrica y por consiguiente la disponibilidad de agua, principalmente de familias y comunidades rurales altamente dependientes de los recursos naturales

1 Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC Perú)

### Elementos Clave:

- Los sistemas de afianzamiento hídrico son una propuesta integral con base en el conocimiento tradicional para enfrentar el cambio climático.
- La aparición de fuentes de agua y el incremento de caudales a partir de mecanismos de siembra y cosecha de agua permite afrontar la sequía en ámbitos rurales.
- Los sistemas de afianzamiento hídrico son mecanismos que mejoran los servicios ambientales hidrológicos, biodiversidad, paisaje y fortalecen las buenas relaciones socio-culturales de la población rural.
- Almacenar 1 m<sup>3</sup> de agua en los sistemas de afianzamiento hídrico llegan a costar tan solo US\$ 1.00 y almacenar 1 m<sup>3</sup> de agua en un reservorio tradicional costaría US\$ 48.00.

Para fortalecer la seguridad hídrica en zonas altoandinas, deben promoverse medidas y/o tecnologías que han probado su eficiencia a bajo costo, que sea de fácil réplica y que genere beneficios directos a las familias. En esa perspectiva, el presente documento aborda las ventajas de los llamados “sistemas de afianzamiento hídrico” que han sido promovidos por el Programa de Adaptación al Cambio Climático, PACC - Perú, en las regiones de Cusco y Apurímac. Éstos sistemas, comprende la construcción de microrepresas rústicas (qochas) y el manejo integral de la pradera de recarga hídrica. Así, en conjunto contribuyen con la mejora de la provisión de agua, la recuperación de servicios ambientales y fortalecer las actividades productivas de la población rural. Estas acciones, que tienen sus bases en los saberes ancestrales, han sido fortalecidas con los conocimientos técnicos de la actualidad, para generar una herramienta más potente que permita fortalecer la adaptación al cambio climático.

En esa medida, surge la necesidad de fortalecer la gestión del agua, sobre todo desde la “oferta”. Ello implica poner especial atención a las cabeceras de cuenca y los ecosistemas de puna, que juegan un rol trascendental en términos hidrológicos y seguridad hídrica.



Conjunto de qochas rústicas familiares instalados en la microcuenca Mollebamba, Apurímac

## CONTEXTO DE LOS ANDES DEL SUR EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Los impactos del cambio climático, cada vez son evidentes e intensos. Estudios sobre el clima en el sur del Perú; principalmente en Cusco y Apurímac, demuestran que el clima en los últimos 40 años ha cambiado SENAMHI (2011). De igual modo, escenarios sobre el clima futuro al 2030, proyectan que la temperatura máxima se incrementaría hasta en 1.6 °C y que las precipitaciones se reducirían hasta en -42% en ciertas estaciones del año. Hecho sumamente preocupante, más aún cuando lo normal son fluctuaciones del 15% por debajo y/o encima de la media. Como consecuencia, se espera la pérdida de las más importantes reservas de agua como los glaciares; acentuación de las sequías, heladas y el incremento de deslizamientos e inundaciones.

Por otro lado, la presión humana sobre el ecosistema andino, sigue siendo uno de los factores de mayor impacto que afecta los servicios ambientales de la montaña. Actividades como la intensificación ganadera, ampliación de cultivos, incendios y pérdida de bosques nativos, conducen a los ecosistemas en un proceso de

deterioro gradual y permanente (Buytaert et al 2006; ERFCC Apurímac 2012) que aceleran el proceso de erosión y desertificación. De hecho, la vulnerabilidad de los suelos, se incrementa alarmantemente si se considera que cerca de la tercera parte del Perú se halla en algún estado de desertificación, ya sea como zona desertificada (3.01%: 3,862,786 hectáreas) o en proceso de desertificación (23.75%: 30,522,010 millones de hectáreas), extensión que equivale a poco más de la superficie agregada de los departamentos de Ucayali, Madre de Dios, Puno y Piura, y sobre la cual se asienta el 33.38% de la población (MINAM 2011).

Así, el uso inadecuado del territorio, sumado al fenómeno del cambio climático, ejercen presión combinada sobre los ecosistemas de montaña y sus servicios ecosistémicos; cuyas consecuencias más graves se manifiestan en la reducción de la disponibilidad de agua que afectan a las poblaciones cuyos medios de vida, dependen directamente del agua y las condiciones climáticas (SENAMHI 2012a, SENAMHI 2012b, Flores et al 2012).



Comuneros de Huacrahuacho (Cusco) construyendo dique de una gocha.

## RESULTADOS

### EL POTENCIAL DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA EN MICROCUENCAS ALTOANDINAS



En el Perú antiguo, tecnologías como el represamiento rustico, eran implementados con el fin de almacenar agua para meses secos. Evidencias vivas de estas prácticas aún se aprecian en Champaqocha y Qocha qarkay en Andahuaylas, Apurímac; las qochas del valle Chicha-Soras entre Ayacucho y Apurímac; Qochapata en el valle del Colca, Arequipa, entre otros. La ritualidad expresada en las fiestas de “siembra y cosecha de agua”, han sido desde siempre expresión del respeto y el valor hacia un recurso clave para el poblador andino. El agua. En esa medida, la protección de manantes y bofedales; la plantación de especies vegetales llamadoras de agua en puquiales y manantes y el mantenimiento festivo de todo el sistema, eran parte de las costumbres ancestrales.

Así, sobre la base de los saberes locales, diversas iniciativas y proyectos han impulsado la recuperación y promoción de las tecnologías de represamiento hídrico tradicional en diversas partes de los Andes del Perú. Desde la experiencia del PACC, la promoción y masificación de esta práctica, ha incorporado la

protección de la pradera de recarga y la implementación de acciones complementarias como las zanjias de infiltración, resiembra de pastos naturales, control de cárcavas y reforestación con especies nativas. De esta manera se ha generado una propuesta integral que se ha denominado “sistema de afianzamiento hídrico”.

---

*Las “microrepresas” son pequeños reservorios o lagunas artificiales que se construyen en las depresiones naturales del terreno o sobre una laguna natural, utilizando materiales de la zona como piedras y terrones de tierra (champas), con el objetivo es almacenar agua y/o infiltrar agua de lluvia a los acuíferos en zonas de estrés hídrico. Sus beneficios se manifiestan en la recuperación de manantes aguas abajo, permite mantener la humedad de la pradera natural y disponer de agua durante el periodo de mayor escasez (junio, julio y agosto), garantizando cultivos y crianzas.*

---



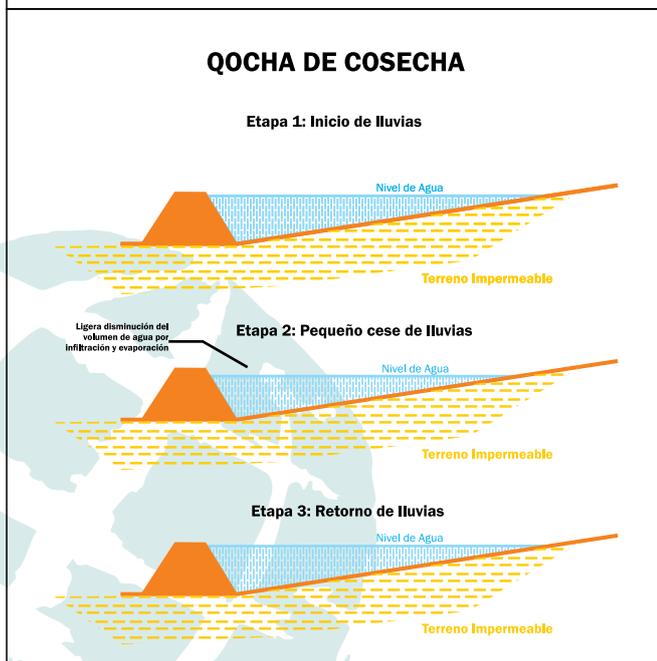
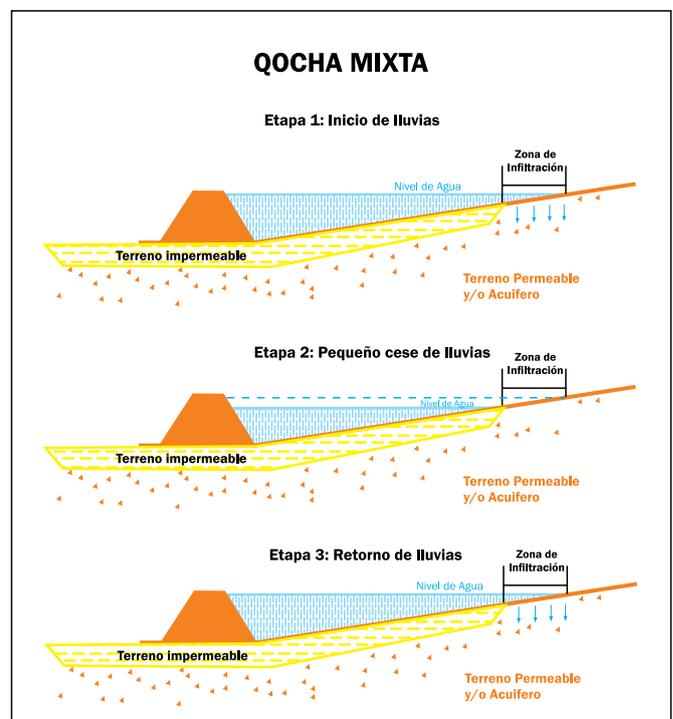
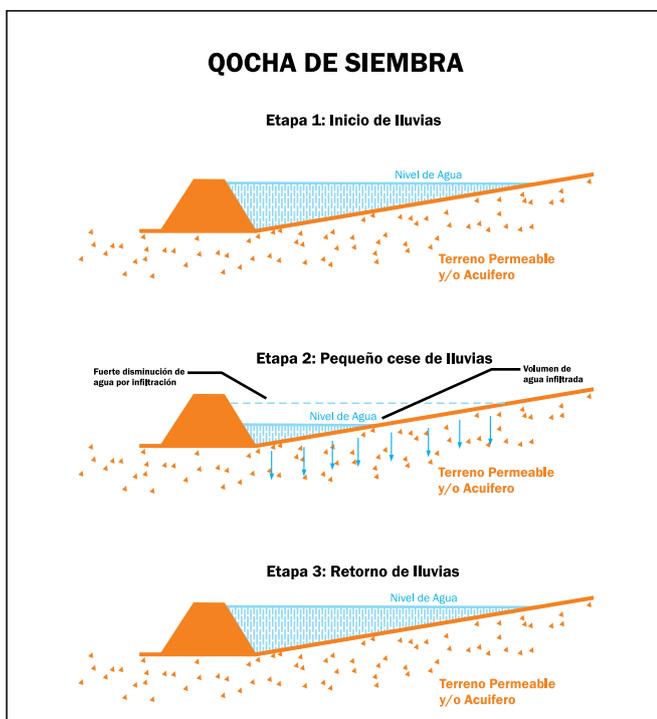
Qocha rústica en la comunidad de Santa Rosa, microcuenca Mollebamba, Apurímac.



## RESULTADOS

Estudios preliminares sobre el comportamiento de los sistemas de afianzamiento hídrico (hidrogeología) en las zonas altas de Cusco, han permitido identificar tres tipos de sistemas (Pumayalli 2012):

- Microrepresas de “siembra de agua”, las que permiten infiltrar agua hacia el acuífero con mayor facilidad.
- Microrepresas de “almacenamiento”, aquellas donde la infiltración es más difícil, por lo tanto el agua permanece embalsada por mayor tiempo.
- Microrepresas de “función mixta”; aquellas cuyo vaso tiene una parte permeable y otra impermeable.



Los estudios del IPEN (2014) y Pumayalli et al (2012) indican que la mayor parte de estas microrepresas contribuyen en mayor o menor grado a la recarga de las aguas subterráneas y manantiales. Así, este comportamiento, unido al manejo integral y conservación del área tributaria (recarga), generan un conjunto de beneficios que se traducen en más agua para las familias y el ecosistema.

### I. Los sistemas de afianzamiento hídrico para asegurar la provisión de agua de familias

Uno de los beneficios más saltantes de los sistemas de afianzamiento hídrico es incrementar la provisión de agua. Por un lado, la microrepresa rústica; que debe ser instalado en hondonadas naturales evitando alteraciones del entorno y del lecho (vaso) de la presa, permite el

almacenamiento e infiltración de agua; mientras que la pradera protegida, favorece el desarrollo de la cobertura vegetal, la biomasa y la biodiversidad fundamentalmente; con ello, se reducen las escorrentías, se fortalece la estabilidad de los suelos y se favorece la infiltración de agua. De esta manera, se generan condiciones casi naturales que permiten mejorar el funcionamiento hidrológico de los ecosistemas de alta montaña en términos de: a) interceptar e infiltrar el agua de lluvia para la recarga de acuíferos; b) mejora de la regulación hídrica (capacidad para distribuir agua en meses secos); c) mejora del rendimiento hídrico (mayor volumen de agua) y d) mejora calidad del recurso.

*En la experiencia del PACC, los sistemas de afianzamiento hídrico, se desarrollaron en las microcuencas Huacrahuacho en Cusco y Mollebamba en Apurímac, durante el 2012 y el 2013. En total se implementaron 146 microrepresas rústicas o “gochas” con una capacidad de almacenamiento estimada de 83,177m<sup>3</sup> y una inversión de S/. 250,000 Nuevos Soles.*

En los ámbitos de trabajo del PACC, se ha observado que estos sistemas de afianzamiento hídrico han permitido, además del almacenamiento, recuperar manantes y fuentes de agua; hecho que no ocurre en las zonas donde no se implementó estos sistemas. Entonces, disponer de

más agua, ha dado la oportunidad a que las familias del medio rural, puedan acceder al recurso para consumo directo, derivar para el riego de pastos y praderas, mejorar sus actividades económicas y, en general, fortalecer sus medios de vida.

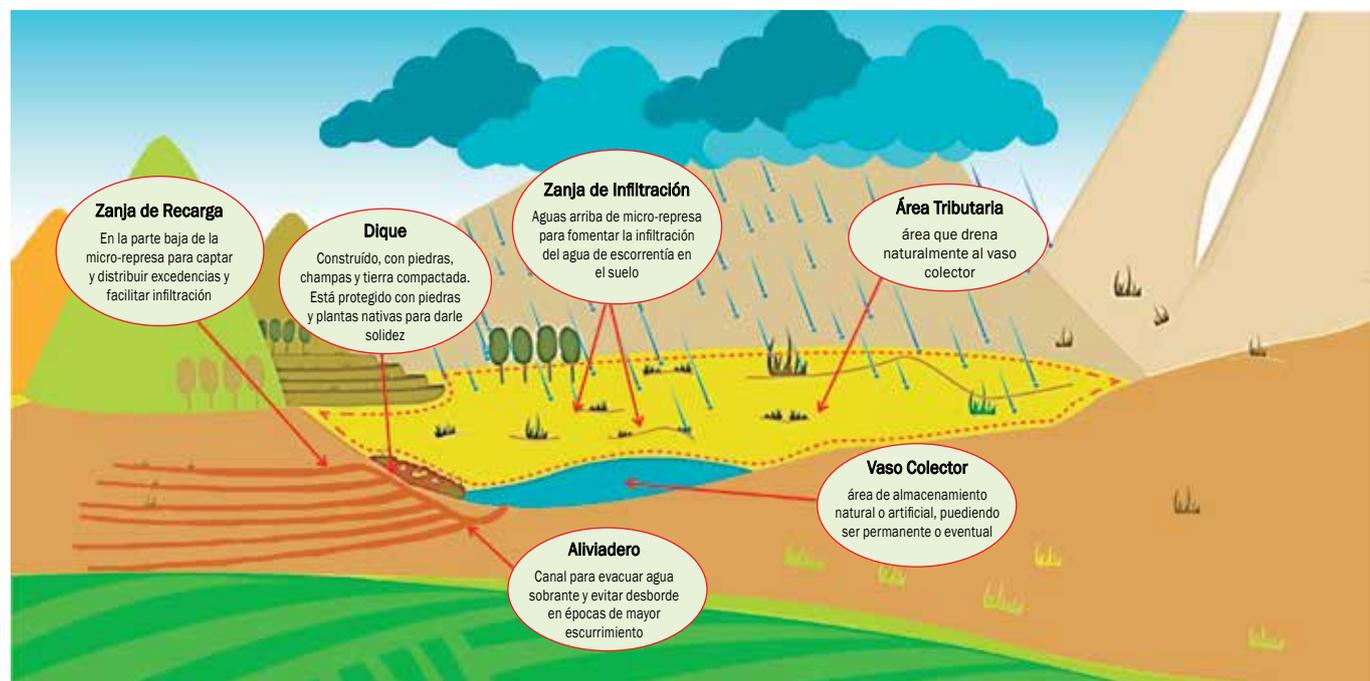
Si bien las microrepresas ejercen dos funciones importantes: almacenar e infiltrar agua; es preciso detenerse para resaltar la importancia de la segunda. La infiltración. Según observaciones de campo y el testimonio de las familias y los estudios de Pumayalli (2012); diversos manantiales y fuentes de agua suelen aparecer o recuperar su caudal debajo de las presas instaladas, lo cual es un indicativo del aporte a los acuíferos locales. De esta manera, la contribución al stock de agua subterránea sería significativamente mayor a lo que se logra almacenar de forma superficial.

Sin embargo, aún se desconoce el volumen que pueden llegar a infiltrar estos sistemas; lo cual, evidentemente, dependerá del tamaño de la presa, el manejo de la pradera, la impermeabilidad del lecho, las características del suelo, entre otros.

## 2. Los sistemas de afianzamiento hídrico y la recuperación de servicios ecosistémicos

Con la mejora de la oferta hídrica, a partir de los sistemas de afianzamiento hídrico, no solo se favorece

### Modelo de un sistema de Afianzamiento hídrico propuesto por el PACC



las actividades de la familia; también se contribuye con la recuperación de importantes valores ambientales y sociales como la biodiversidad, la belleza del paisaje, regulación climática y las relaciones socioculturales.

En términos de biodiversidad y paisaje, se ha observado la aparición y/o recuperación de pasturas y otras especies vegetales aguas arriba y abajo de las presas; a ello se añade toda la micro flora y micro fauna (insectos, polinizadores y otros) así como las aves (patos silvestres, guallatas y otros) que hacen uso de las nuevas lagunas formadas. De esta manera agua, biodiversidad y pradera, se conjugan con los sistemas productivos para mejorar la belleza del paisaje.

Por otro lado también se mejora el capital social. El esfuerzo que demanda la construcción de las microrepresas y la protección de las praderas, requieren del apoyo de la familia y de la comunidad; estas acciones, contribuyen a fortalecer el trabajo comunitario (ayni, minka) y la cohesión social de las comunidades. Además el mismo hecho de promover una práctica ancestral, constituye en sí misma la revaloración de saberes tradicionales y fortalecimiento de la cultura viva de siembra y cosecha de agua. Complementariamente también se ha observado la reducción de conflictos familiares y comunales que se desatan a raíz de un recurso cada vez más escaso y cuya demanda crece.

### 3. Las ventajas económicas de las microrepresas rústicas

Desde el lado económico, los sistemas de afianzamiento hídrico pueden llegar a ser significativamente más baratos que las obras tradicionales de represas y reservorios implementados con inversión pública. Por ejemplo, la construcción de un reservorio de concreto armado, de 1,000m<sup>3</sup> de capacidad, obras complementarias y componente de capacitación a organizaciones de usuarios de riego; puede llegar a costar entre S/ 350,000 a S/ 400,000 Nuevos Soles<sup>2</sup> (MEF 2014). Del mismo modo, un reservorio con similares características al anterior,

2 El proyecto "Instalación de un Reservorio de almacenamiento de agua para riego en el paraje Shanyo, distrito de Huayllapampa - Recuay - Ancash" con código SNIP 251694, propone un reservorio con concreto revestido de 10 x 16 x 2.5m y 400 m<sup>3</sup> de capacidad, más componentes de

pero con una capacidad de 7,000 m<sup>3</sup> de almacenamiento, puede llegar a superar el millón de Nuevos Soles. En tanto, una presa de tierra con sus respectivas obras de arte, 50,000 m<sup>3</sup> de capacidad, puede llegar a superar el medio millón de Nuevos Soles<sup>3</sup> de inversión.

Estos costos, comparados con la inversión que efectuó el PACC con el aporte de las familias y comunidades (S/. 250,000.00 Nuevos Soles en 146 microrepresas rústicas y con una capacidad estimada de 83,177m<sup>3</sup>), permite apreciar que almacenar 1 m<sup>3</sup> de agua en los sistemas de afianzamiento hídrico, llegan a costar tan solo S/. 3.00 Nuevos Soles; mientras que en un reservorio de concreto y en una presa de tierra, puede llegar a costar S/. 142.00 y S/. 10.00 Nuevos Soles respectivamente (cuadro N° 1).

*En el marco del PACC, las inversiones en los sistemas de afianzamiento hídrico se dividieron en la siguiente forma: familias y comunidades con mano de obra y herramientas y el PACC con apoyo técnico (1 profesional y 1 técnico por microcuenca piloto), incentivos económicos (premios) y algunos materiales; lo que representa el 68% y 32% respectivamente, suma que asciende a un total estimado de S/. 250,000.00 Nuevos Soles.*

Cuadro N° 01:  
Comparación del costo de almacenamiento del m<sup>3</sup> de agua por tipo de estructura.

Inversión en qochas	Volumen m <sup>3</sup>	Inversión S/.	Costo por m <sup>3</sup> (S/.)
Qochas y sistemas de afianzamiento	83,177	250,000	3.00
Reservorios de Concreto	7,000	1,000,000	142.00
Presa de tierra	50,000	500,000	10.00

Fuente: elaboración propia

capacitación a junta de usuarios y regantes, por un monto de S/. 361,069.82 Nuevos Soles (SNIP 2014)

3 El proyecto "Instalación de la Presa de Mantoclla de la comunidad de Machacca, Distrito de Urcos, Provincia de Quispicanchi - Cusco" con código SNIP 21424, plantea la construcción de una presa de tierra con sus respectivas obras de arte, por un monto de S/. 530,985 Nuevos Soles.

## RECOMENDACIONES



El agua es uno de los principales recursos que sustenta la vida y el desarrollo de sociedad. Para la población rural andina, la disminución de este recurso puede afectar sus principales sistemas de vida y acentuar la pobreza. En esa medida, la gestión del agua con énfasis en la oferta y, por lo tanto, en las cabeceras de cuenca debe ser prioritario; más aún cuando se vive un contexto de cambio climático donde los escenarios a futuro indican la desaparición de importantes reservas de agua (glaciares), e incremento de sequías.

Para adaptarse y enfrentar a estas nuevas condiciones, los sistemas de afianzamiento hídrico y/o represamiento rustico, sustentado en el conocimiento tradicional; han mostrado ser mecanismos eficientes para mejorar la disponibilidad de agua y en términos hidrológicos, ecológicos y económicos. Por lo tanto es una medida eficiente para adaptarse al cambio climático; pues permite la reducción del riesgo a la sequía, erosión y desertificación. Sin embargo estas medidas deben fortalecerse con el conocimiento técnico científico de la actualidad para contar con herramientas más eficientes para fortalecer el desarrollo y la adaptación al cambio climático.

La ventaja de las microrepresas rusticas o qochas, estriba en que permite almacenar agua para meses secos, pero también infiltrar agua a los acuíferos (reservas de agua), que incrementa el stock de agua subterránea. Esta segunda característica es quizá una de las grandes ventajas que generan, pero que no se contabiliza dentro los beneficios que generan: el aporte hidrológico y la mejora de la estabilidad de los ecosistemas de montaña. Sin embargo aún se debe trabajar en su entendimiento y su aporte real al agua subterránea.

Dado los bajos costos de inversión así como las ventajas hidrológicas y ecológicas de los sistemas de afianzamiento hídrico, la inversión pública debería repensar sus proyectos de agua. Ello implica que no solo se debe pensar en la construcción de presas y reservorios tradicionales. Si bien el aporte de una microrepresa es a nivel pequeño, su implementación masiva sí significaría una contribución significativa para la cuenca. Así, muchas familias principalmente rurales, podrán fortalecer sus actividades productivas, sus medios de vida y contribuir con la regulación hídrica desde las cabeceras de cuenca.

Sin embargo, los sistemas de afianzamiento hídrico, por sí solas, no solucionarán los problemas del agua en el ámbito rural ni en las cuencas en general. Estas medidas pueden ser parte y/o complemento de un mecanismo de gestión integral de recursos hídricos, que considere infraestructura hidráulica, eficiencia y ahorro del uso, fortalecimiento organizacional, tecnología, entre otros.

Si bien se tiene un acercamiento en poder describir los beneficios de los sistemas de afianzamiento hídrico desde algunos estudios técnicos – científicos, observaciones de campo y testimonios locales; se debe seguir avanzando en el estudio y entendimiento de sus ventajas y limitaciones. Para ello la academia y los investigadores, deberán asumir dicho rol y brindar los conocimientos necesarios a los tomadores de decisión.

## REFERENCIAS

- Buytaert W, Céleri R, Bièvre B, Cisneros F, Wysere G, Deckers J y Hofstede R. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews* 79, 53 -72 p.
- Comunidad Andina (CAN). 2010. El agua en los Andes: un recurso clave para el desarrollo e integración de la región. Lima PE. 44p.
- Flores Moreno, A.; Kancha, K.; Miñán, F.; Romero, G.; Damonte, G. 2012. "Impactos de la variabilidad y cambio climático en los sistemas productivos rurales y en las condiciones de vida y desarrollo campesinos: una visión desde la población rural de la región Apurímac". Serie de investigación regional # 8. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú. 297 p.
- Gobierno Regional de Apurímac. 2012. Estrategia Regional Frente al Cambio Climático Apurímac. 151 p.
- IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear). 2014. Hidrodinámica de las pozas de infiltración y manantiales de la microcuenca Huacrahuacho. PACC Perú. 21 p.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2014. Banco de Proyectos SNIP Perú (en línea). Disponible en [http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/new-bp/operaciones-bp.php](http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/new-bp/operaciones-bp.php).
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010. El Perú y el Cambio Climático: Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima, PE. Fondo Editorial MINAM. 200 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2011. La desertificación en el Perú: Cuarta comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Lima, PE. Fondo editorial MINAM. 76 p.
- Pumayalli R. 2013. Estudio de la capacidad de almacenamiento de las qochas familiares y su contribución a la recarga de acuíferos en la microcuenca Huacrahuacho. PACC Perú. 70 p.
- Quintero M, Ed. 2010. Servicios ambientales hidrológicos en la región andina: estado de conocimiento, la acción y la política para asegurar su provisión mediante esquemas de pago por servicios ambientales. Lima, PE. CONDESAN - IEP. 275 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2012. "Escenarios de cambio climático al 2030 y 2050 de las regiones Apurímac y Cusco". Serie de investigación regional # 2. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú. 155 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2012. "Caracterización climática de las regiones Apurímac y Cusco". Serie de investigación regional # 1. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú. 114 p.
- Modelo de un sistema de Afianzamiento hídrico propuesto por el PACC (debería ir entre capítulo IV y 4.1)



**PACCPERÚ**  
Programa de Adaptación al Cambio Climático

Es un Programa del Ministerio del Ambiente del Perú  
y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE



PERÚ  
Ministerio  
del Ambiente

Socios estratégicos:



GOBIERNO REGIONAL  
CUSCO



GOBIERNO REGIONAL  
APURÍMAC



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SAN ANTONIO ABAD DE CUSCO



UNIVERSIDAD MICELA  
BASTIDAS DE APURÍMAC

**FONCODES**  
Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social

Asesorado y facilitado por:



**HELVETAS**  
Swiss Intercooperation

PERU



**libélula**  
comunicación, ambiente y desarrollo



Consortio de entidades científicas  
para la investigación liderado por:



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Oficina Cusco:**

Jr. Venezuela K9  
Urb. Quispicanchis,  
Cusco, Perú

Telef. +51 -084-235229

Fax: +51-84-233617

E-mail: [pacc@helvetas.org](mailto:pacc@helvetas.org)

**Oficina Apurímac:**

Jr. Puno 107

Local del Gobierno  
Regional de Apurímac  
Abancay, Perú

Telef.: +51-83-322559

**Oficina Lima:**

Av. Ricardo Palma 857  
Miraflores, Lima Perú  
Telef.: +51-1444-0493

[www.paccperu.org.pe](http://www.paccperu.org.pe)