

# DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE SEQUÍAS PARA UNA CUENCA ÁRIDA ALTAMENTE REGULADA CON USUARIOS MULTISECTORIALES CAPLINA LOCUMBA, TACNA, PERU

Neil Lazarow<sup>1</sup>, Richard Hopkins<sup>1</sup>, Jorge Peña-Arancibia<sup>1</sup>, Francis Chiew<sup>1</sup>, Sorada Tapsuwan<sup>1</sup>, Hongxing Zheng<sup>1</sup>, Dave Penton<sup>1</sup>, Rodrigo Rojas<sup>1</sup>, Antonia Gamboa Rocha<sup>1</sup>, Melisa Albisetti<sup>1</sup>, José De Piérola<sup>2</sup>, Víctor Esquivés<sup>3</sup>, Vianney Torres Alferez<sup>4</sup>, Milagros Torrejón<sup>5</sup> y Oscar Diaz Moscoso<sup>6</sup>

<sup>1</sup>CSIRO Land and Water, GPO Box 1700, Canberra ACT 2601 Australia, <sup>2</sup>Southern Perú Copper Corporation,

<sup>3</sup>Secretaría Técnica Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Caplina-Locumba, <sup>4</sup>Proyecto Especial Tacna,

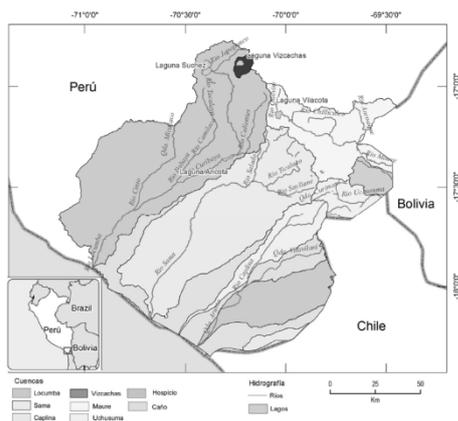
<sup>5</sup>Autoridad Nacional del Agua, AAA Caplina Ocoña, <sup>6</sup>Viceversa Consulting.

E-mail: Neil.Lazarow@csiro.au

## Introducción

La región de Tacna, localizada en el sur de Perú en la cabecera del desierto de Atacama (el desierto más árido del mundo), es una región muy árida con precipitaciones anuales promedio en la costa de menos de 10 mm y 400-900 mm en la zona altoandina (>3000 m.s.n.m). La agricultura de riego en la región ha sido practicada durante milenios, dependiendo siempre de los recursos hídricos disponibles. A través de un gran número de obras de ingeniería, las tres mayores cuencas de la región, Caplina, Sama y Locumba están vinculadas hidrológicamente entre sí, así como a la cuenca Maure, que desemboca en el lago Titicaca (Figura 1). En las últimas décadas, el crecimiento de la población junto a la agricultura y la minería industrializadas ha resultado en un importante déficit de agua, que se estima en el orden de 6-8 m<sup>3</sup>/s. Se estima que aproximadamente la mitad del déficit es el resultado de la extracción no controlada del acuífero costero de la La Yarada, y la otra mitad es extraído del resto de la cuenca. La importancia de la minería para la economía regional y nacional, el crecimiento del sector comercial de la ciudad de Tacna (~350 000 habitantes) y el valor del sector agrícola para la subsistencia, los mercados nacionales e internacionales, son un desafío para la gestión sostenible de los recursos hídricos en la cuenca.

Estos retos actuales, y a futuro, que fueron identificados en el Plan de Gestión de los Recursos Hídricos (PGRH, ANA, 2014) y otro estudios llaman a desarrollar un enfoque 'proactivo' basado en la gestión del riesgo para limitar los impactos de la escasez de agua y garantizar la oferta en niveles aceptables para los distintos sectores productivos.



**Figura 1.-** Localización geográfica, cuencas y ríos principales en la zona de estudio.

En contraste con la cantidad de agua utilizada para la producción agrícola, el sector minero utiliza significativamente menor cantidad de agua. Las estadísticas del PGRH (2014) indican que el sector minero utiliza sólo el 7% del uso total de agua en Tacna, en comparación con el sector agrícola, que usa casi el 90% del agua total.

Complementando el Plan de Gestión de los Recursos Hídricos

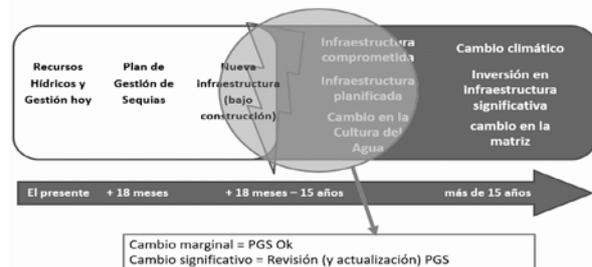
2014 del Gobierno Regional, se encomendó a la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth preparar un Plan de gestión de sequías (PGS) para de las cuencas Caplina, Sama y Locumba (en lo sucesivo referidas como Cuenca Caplina-Locumba), el primer plan de gestión de la sequía en el Perú. El desarrollo de este plan llega en un momento importante para Perú, ya que el Gobierno está preparado a realizar una importante inversión en la gestión integrada de los recursos hídricos a través del Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos.

El desarrollo del PGS Caplina-Locumba presenta los lineamientos para gestionar este cometido. El PGS provee de herramientas para apoyar la toma de decisiones, garantizar la seguridad del suministro a los usuarios (a niveles aceptables) para así permitir la planificación y la inversión en la industria, y para proteger valores ambientales y culturales intrínsecos – en un enfoque de desarrollo sostenible. El PGS Caplina-Locumba también proporcionará un modelo para el desarrollo de planes similares en otras regiones del Perú.

Este resumen extendido describe el enfoque desarrollado por CSIRO y destaca una serie de elementos innovadores que complementan el proceso de planificación estratégica regional.

## Gestión integrada y estratégico

El objetivo fundamental de todos los aspectos de planificación, desarrollo y gestión de los recursos hídricos en consonancia con el enfoque de activos ambientales en general, es para proteger el recurso contra daño a largo plazo, de manera que las generaciones posteriores puedan seguir beneficiándose del acceso al recurso.



**Figura 2.-** El horizonte de planificación - de operacional a estratégico.

En relación a la problemática de las sequías, y desde el punto de vista de la gestión y planificación, es importante considerar tanto perspectivas a corto como a largo plazo. Por lo tanto, desde el horizonte y perspectiva de planificación, tanto la planificación estratégica como la operacional son importantes (Figura 2).

## Pasos en la preparación del PGS Caplina-Locumba

Siguiendo las mejores prácticas globales, el enfoque operacional del PGS se basa en un modelo proactivo de la gestión del riesgo asociado a los eventos de sequía. El PGS ofrece a los responsables de la toma de decisiones herramientas prácticas y

enfoques para apoyar la preparación, la gestión y la recuperación de las sequías.

La región de Tacna es afortunada de tener tanto un PGRH como un Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca en funcionamiento. Existe un buen conocimiento de los recursos hídricos de las cuencas, lo que incluye una serie de cuencas reguladas y no reguladas. También existe un buen conocimiento acerca de la demanda de recursos hídricos y una buena historia de investigación de los recursos de aguas superficiales y subterráneos en la cuenca, resultado de muchos años de atención a los recursos hídricos relativamente escasos y la demanda relativamente alta.

El proceso de 8 pasos descrito en la Figura 3 proporciona una plantilla operativa para el desarrollo de planes de gestión de la sequía, y se ha aplicado para el PGS Caplina - Locumba.

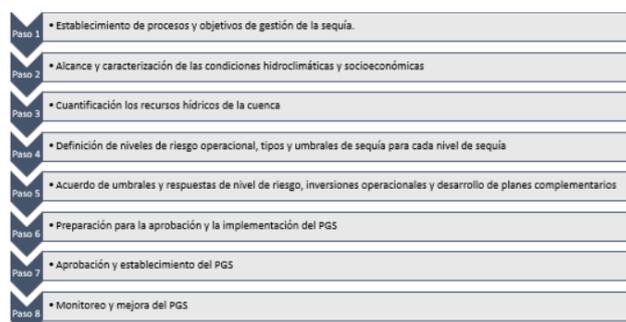


Figura 3.- Pasos en el desarrollo del plan de gestión de sequías.

La caracterización de las sequías en términos hidroclimáticos y de impactos sobre la sociedad permite definir las condiciones promedio históricas sobre las cuales se construye la resiliencia intrínseca de la sociedad a los eventos de sequía. La definición de índices hidrológicos permite definir las variables que mejor describen la situación de abastecimiento y demanda de aguas bajo condiciones históricas para la cuenca bajo análisis. Asociado a estos índices hidrológicos se obtiene un indicador de estado de la cuenca (el cual describe de manera agregada la situación de déficit en la cuenca); seguidamente se definen valores umbrales para la clasificación de las sequías sobre la base de los registros históricos de los impactos que dichas sequías hayan tenido sobre la sociedad o, en su defecto, aquellos impactos que la sociedad estaría dispuesta a asumir desde la perspectiva del riesgo residual. Cuando el indicador de estado sobrepasa un valor umbral la clasificación de la sequía se mueve a una diferente categoría. Cada clasificación de sequía estará acompañada por un programa de medidas de mitigación a ser aplicadas en la cuenca, las cuales pueden ser clasificadas, en general, como medidas estructurales y no-estructurales. Finalmente, el plan de seguimiento del PGS permite evaluar la implementación de las medidas de mitigación y corregir cualquier desviación en el alcance de los objetivos propuestos en el plan.

### Implementación del plan de gestión de sequías

Los enfoques actuales en la cuenca Caplina-Locumba para la gestión tienden a continuar las operaciones normales aún en condiciones en que los recursos hídricos disponibles se reducen por debajo de los niveles normales, y períodos más secos se ponen de manifiesto, tal vez haciendo algunos ajustes operacionales durante el periodo seco. Sin embargo, si se determina que la situación prevalente es en realidad una sequía, las opciones para la gestión en condiciones de sequía son limitadas, y en su momento se declara el estado de emergencia y se aplican las disposiciones especiales de emergencias. El concepto de un PGS formal pone en escena el enfoque de gestión de acuerdo con cambios en el riesgo para las operaciones, en etapas bien definidas que se ajustan de forma

más gradual a las circunstancias actuales, anticipándose a y estando preparados para posibles cambios adicionales.

La estructura básica del PGS permite la inclusión de dos niveles adicionales de riesgo entre el estado normal y el de emergencia. Las cuatro etapas operaciones bajo el PGS, correspondientes a los niveles de riesgo definidos, son: Normal, Pre-Alerta, Alerta y Emergencia. Como sugiere las figuras 2 y 4, los niveles de riesgo operacionales, la gestión y planificación pueden ser de naturaleza estratégica u operacional. La planificación estratégica o a largo plazo es importante en las fases pre y post plan, y también bajo condiciones normales; sin embargo, se considera que las fases de pre-alerta, alerta y de emergencia son generalmente de duración corta, y por lo tanto, de naturaleza operacional.



Figura 4.- Niveles de riesgo operacionales.

### Vulnerabilidad socioeconómica y riesgo

Es importante entender el nivel de vulnerabilidad actual existente, ya que cualquier estrategia propuesta para la gestión de sequías tendrá un impacto en los usuarios más vulnerables. Hay que tener en cuenta también que la vulnerabilidad tendrá un impacto en la capacidad de los usuarios para ahorrar agua, por lo tanto, el nivel deseado de conservación del agua, especialmente si están impulsadas por estrategias de gestión de la demanda, puede no lograrse entre el grupo de usuarios más vulnerable. En la Figura 5 se muestra una serie temporal de 1981 a 2011 ilustrando una combinación del índice de vulnerabilidad con el índice de sequías para cada subcuenca de la Cuenca Caplina-Locumba.

El índice combina riesgos a nivel de sequía (normal, pre-alerta, alerta y emergencia respectivamente) con vulnerabilidad socioeconómica en una serie temporal. Esto permite a los responsables de la toma de decisiones identificar áreas donde la escasez de agua tiene más probabilidades de generar dificultades socioeconómicas; e identificar soluciones de forma anticipada.

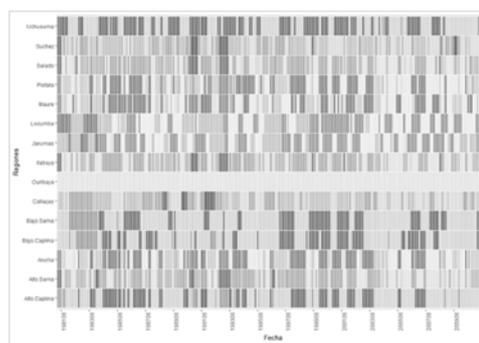


Figura 5.- 'Hotspots' mapa bivariable combinando el índice de vulnerabilidad de las subcuencas con el índice de sequías.

### Conclusión

El desarrollo del primer plan de gestión de sequías para Perú, en la región más seca del país, ha producido una serie de herramientas innovadoras para mejorar la gestión de los recursos hídricos bajo condiciones de escasez; y también contribuir al diálogo a la visión del desarrollo sostenible de la región.

### Referencias bibliográficas

**Autoridad Nacional del Agua (Perú)** (2014) Plan de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca Caplina-Locumba. Autoridad Nacional del Agua. Perú, 258 pp.