



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

Temática [N°6]: **Agua y Conservación**

MODELO DE OPERACIÓN HIDRICA PARA LA CUENCA BAJA DEL RIO LLUTA

Tania Figueroa (1)

taniafigueroa@inh.cl

Rodrigo Herrera (1)

rodrigoherrera@inh.cl

Julio Vallejos (1)

juliovallejos@inh.cl

(1) Instituto Nacional de Hidráulica

RESUMEN

La escasez de agua constituye uno de los principales problemas del siglo XXI a la que se ven enfrentadas las sociedades de todo el mundo. Las razones predominantes son el acelerado incremento de la población y el estilo de vida moderna, que han provocado una creciente demanda de recursos hídricos, serios problemas de contaminación y de calidad de las aguas.

Así como la población y la actividad económica va en aumento, la demanda de agua también lo hace, es por esto que para los planificadores de los recursos hídricos en cuencas fluviales se hace indispensable la necesidad de regular el uso del agua para garantizar la utilización sostenible, equitativa y eficiente del recurso. La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) crea un espacio para los conflictos entre los usuarios promoviendo el equilibrio entre las distintas demandas.



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

En el valle del río Lluta, al igual que en el resto de la región en materia hídrica, el agua es el elemento clave para el desarrollo regional. La escasez de agua y la salinidad de los suelos limitan enormemente la agricultura.

Este trabajo intenta proponer una repartición sostenible del recurso hídrico superficial del río Lluta utilizando el Sistema de Evaluación y Planificación del agua (WEAP), que permita mantener un flujo equitativo de agua para los agricultores regantes de la zona baja de la cuenca de estudio. Operando en base a principios básicos de balance de masa, WEAP es aplicable a los sistemas municipales y agrícolas, subcuencas individuales o complejos sistemas fluviales.

El estudio forma parte del proyecto INNOVA CHILE CORFO “Mejoramiento del Sistema y Control de los Recursos Hídricos Asignados en el Río Lluta y Construcción de un Modelo de Operación Hídrica de la Cuenca” código 11BPC-10034, en ejecución por el Instituto Nacional de Hidráulica.

Los resultados que se presentarán pretenden analizar la relación oferta/demanda que arroje el modelo de acuerdo a la demanda hídrica de la actividad agrícola que se desarrolla en la parte baja de la cuenca, para así proponer una estrategia de gestión del agua que no sólo ayude con la conservación de ésta, sino que también permita la utilización del recurso de manera eficiente por los agricultores.

INTRODUCCIÓN

“La cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. Es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. La conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales), que están todos interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema” Ramaskrishna (1997)

Las cuencas son unidades naturales que ponen a disposición del ser humano los recursos biológicos, abióticos, sociales y económicos para su desarrollo. Por lo tanto, el concepto moderno de planificación y manejo del territorio centraliza su objetivo en la administración sostenible de los recursos naturales contenidos en cada cuenca.



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

Desde el punto de vista ambiental se puede reconocer la importancia reguladora de la recarga hídrica y de los ciclos biogeoquímicos, permitiendo la conservación de la biodiversidad. Estos procesos aseguran la adecuada estabilidad de cualquier ecosistema.

El escurrimiento del recurso hídrico superficial y/o subterráneo por la cuenca es la fuente del agua requerida por la vida en sus diversas manifestaciones, para satisfacer requerimientos hídricos de organismos simples hasta las necesarias para el actual modelo de desarrollo social y económico de la antrósfera, es decir, sus componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos. Campos et al. (1997)

Antecedentes Generales

La cuenca del río Lluta abarca una cuenca hidrográfica de 3.378 km² (Ver Fig. 1). El agua se origina en la Cordillera de los Andes, con una altura de 4000 a 5000 m. Las precipitaciones de la cuenca se limitan a las áreas superiores de la cordillera y su promedio anual aumenta gradualmente de cero en el valle del bajo Lluta, a 350 mm en la Cordillera de los Andes. El agua es recolectada por los tributarios en las zonas altas de la cuenca y transferida por el río principal a las planicies aguas abajo del río. Finalmente es descargada al mar en el borde norte de la ciudad de Arica. Los principales tributarios que recolectan el recurso son: Azufre, Caracarani, Cascavillane, Teleschuño, Guancarane, Chuquiananta, Colpitas, Allane, Putre, Aroma y Socoroma. DGA (2010).

Desde el punto de vista de disponibilidad de los recursos hídricos, las pérdidas de agua por evaporación son altas en comparación a otras cuencas. Estas pérdidas se registran en el principalmente en el sector Bajo del Valle del Río Lluta, en los humedales, y en sector alto de la cuenca, en la Laguna Blanca.

Este estudio forma parte del proyecto INNOVA CHILE CORFO “Mejoramiento del Sistema y Control de los Recursos Hídricos Asignados en el Río Lluta y Construcción de un Modelo de Operación Hídrica de la Cuenca” código 11BPC-10034, en ejecución por el Instituto Nacional de Hidráulica, el cual tiene por objetivo diseñar un sistema de gestión y control del uso del recurso hídrico asignado en la cuenca del río Lluta.

El sistema de Gestión Integrada de Recursos Hídricos que se encuentra en desarrollo se compone principalmente de los siguientes ejes de trabajo:

- Planificación de Cuenca



17 al 22 de Marzo de 2013
Viña del Mar, Chile
www.waterweekla.com • wwl@fundacionchile.cl

- Implementación de un sistema de control (Monitoreo)
- Sistema de Información Geográfica (SIG)
- Participación de los interesados

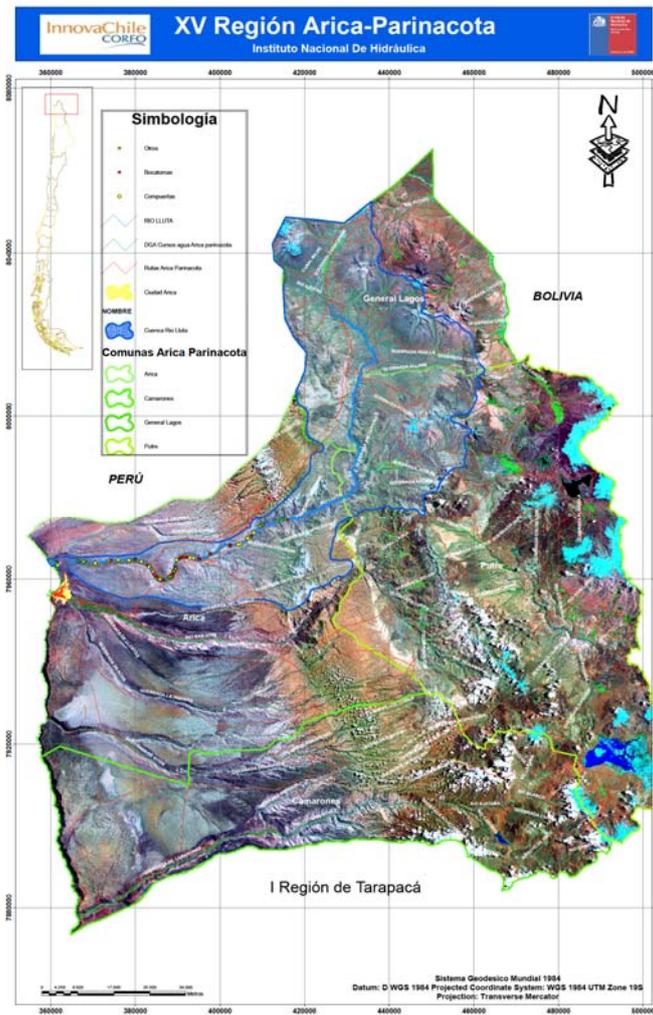


Figura N° 1. Cuenca del Río Lluta



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

Escasez del recurso hídrico en la cuenca del Río Lluta

En materia hídrica al igual que en el resto de la región, el agua es el elemento clave para el desarrollo regional. Por ello, como parte del “Plan de Acción Estratégico para el Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Región de Arica y Parinacota” se está fomentando la implementación de medidas de acción diseñadas por los ministerios de Obras Públicas (en particular la Dirección General de Aguas) y de Agricultura junto al Gobierno Regional, para ejecutar acciones en materia de gestión, administración e infraestructura para el uso eficiente y racional de recursos hídricos de la zona.

La escasez de agua y la salinidad de los suelos limitan enormemente la agricultura, pero existen oasis donde la fertilidad es muy elevada. En ellos, mediante regadío, se pueden obtener rendimientos muy altos, pues las horas de insolación al año son muchas. Además, al estar la región situada en zona tropical, no está sometida a la estacionalidad de las temperaturas.

En el valle de Lluta sólo se cultivan del orden de las 2.784 ha por razones de disponibilidad de agua de riego, siendo los cultivos principales el maíz, la alfalfa, la cebolla, el ajo y la betarraga. El maíz en los sectores aguas abajo de Poconchile tiene dos cosechas al año, la primera cosecha se cultiva en el período comprendido entre marzo y junio, y la segunda entre septiembre y diciembre; en el área aguas arriba de Poconchile normalmente hay sólo una cosecha. Las hortalizas y el forraje son cultivados durante todo el año. Torres et Al. (2008)

Importancia de las herramientas de Gestión de Recursos Hídricos

El objetivo primordial del manejo de una cuenca es alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, en especial el agua y el suelo, considerando al hombre y la comunidad como el agente protector o destructor.

El manejo de cuencas consiste en aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades del hombre, para que pueda alcanzar una adecuada calidad de vida en armonía con su medio ambiente. Se trata de hacer un uso apropiado de los recursos naturales para el bienestar de la población, teniendo en cuenta que las generaciones futuras tendrán necesidad de esos mismos recursos, por lo que habrá que conservarlos en calidad y cantidad.



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

El contar con una herramienta de gestión que contenga procedimientos, registro de mediciones, asignación de recursos hídricos, etc. permite mantener informada a la población respecto al uso del recurso hídrico y proporciona transparencia.

Modelo de Gestión: Sistema de Evaluación y Planificación de Agua (WEAP)

Los modelos de gestión son una herramienta analítica adecuada para representar la realidad de manera simplificada. Los modelos y las herramientas para la toma de decisiones se basan en los conjuntos de datos de los sistemas de gestión de información de cuenca.

Para este estudio se está utilizando el Sistema de Evaluación y Planificación del Agua, o WEAP (Water Evaluation and Planning). Este software permite realizar una adecuada asignación de los recursos limitados de agua del río Lluta entre los usos predominantes (agrícolas) que requieren de una completa integración de la oferta, demanda, calidad de agua y consideraciones ecológicas.

El software computacional WEAP usa el principio básico de balance de masa, pudiendo ser utilizado tanto en sistemas de una sola cuenca, como también complejos esquemas en donde se definen un conjunto de sub-cuencas. WEAP fue desarrollado por el Stockholm Environment Institute, recibiendo apoyo financiero del US Army Corps of Engineers, además de aportes de un sin número de instituciones como la EPA, el Water Research Foundation y el Global Infrastructure Fund Of Japan. WEAP se ha aplicado en cuencas en distintos países, incluyendo los Estados Unidos, México, Brasil, Alemania, Israel, China y Chile. Ver <http://www.weap21.org/>

WEAP opera con un paso de tiempo, así toda el agua que entra al sistema por ejemplo en un mes (caudales de cabecera, recarga del acuífero o escorrentía), es almacenada en un acuífero o en un embalse, o simplemente deja el sistema al fin de cada periodo mensual (por ejemplo el caudal de salida de un río, demandas consuntivas, evaporación de embalses o ríos). Dado que la escala de tiempo puede ser relativamente extensa (por ejemplo mensual), se asume que todos los flujos ocurren de manera instantánea. CCG (2009)

METODOLOGÍA

El proceso consiste en identificar los aspectos hidrológicos e institucionales de la demanda de agua de la cuenca. Las demandas de agua investigadas fueron exclusivamente las de agricultura (riego), por ser éstas las demandas con mayor porcentaje dentro de las

demandas de la cuenca. El modelo se compone de cinco vistas principales: esquema, datos, resultados, exploración de escenarios y notas (ver fig.2).

En la vista esquemática, se creó el área de la cuenca de estudio utilizando una herramienta SIG, las cuales fueron importadas al sistema como un fondo de capas esquemáticas (archivos vector layer).



Fig.2. Vistas principales del modelo WEAP.

El ingreso anual de la cabeza del río que fluye por el Río Lluta se obtiene de mediciones de las estaciones que posee la Dirección General de Agua (DGA) en Alcérreca. De esta información se elegirán los años más actuales y con información más completa. Así como también los derechos de agua de riego correspondiente a cada socio u organización.

El software WEAP tiene en cuenta la demanda del agua para todos los sitios de demanda agrícolas. Los parámetros principales a identificar son el Nivel de Actividad Anual y la Tasa

Anual del Uso del Agua. El informe anual de actividad / demanda nivel representa la cantidad de agua requerida por cada demanda. Las pérdidas, la reutilización y la eficiencia se contabilizan por separado.

WEAP multiplica los niveles de actividad por cada cadena de sucursales para obtener el total de la actividad. La Tasa Anual del Uso del Agua no es la cantidad total utilizada, pero es el consumo medio anual de agua por unidad de actividad. Ojekunle et al. (2001).

A partir de esta metodología es posible crear una proyección de "referencia" de la cuenca del Río Lluta (ver fig.3) sobre la base de una variedad de tendencias demográficas e hidrológicas.

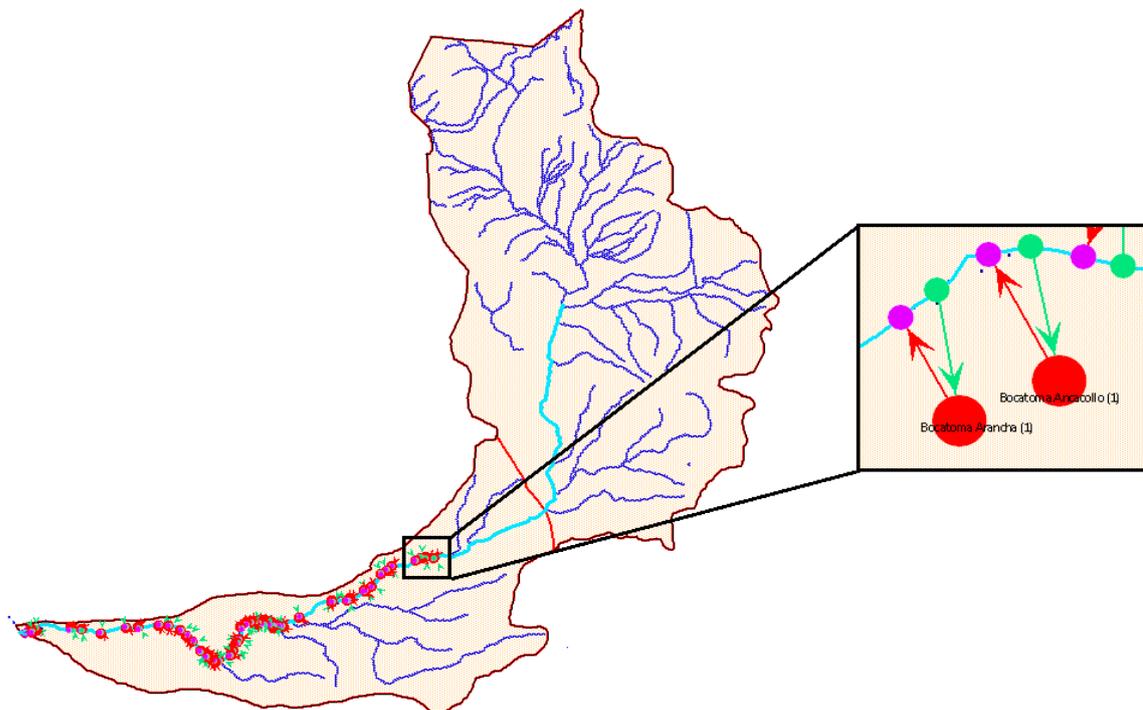


Fig. 3. Esquema inicial del Río Lluta realizado en WEAP. Se muestran los nodos de demanda y los enlaces de transmisión entre los nodos.



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

El modelo WEAP es una herramienta potencialmente útil para una rápida evaluación de las decisiones de asignación de recursos hídricos en una cuenca hidrográfica, En particular, para ubicar geográficamente donde los problemas son probables de ocurrir. Su interfaz fácil de usar añade la posibilidad de facilitar el diálogo entre los diferentes actores con intereses en el ejercicio de asignación del agua y la gestión de la cuenca. Levité et al. (2003)

RESULTADOS

A la fecha en el estudio se ha implementado un sistema de información geográfico el cual contiene información actualizada de bocatomas y canales en la zona baja del río Lluta y que permitan desarrollar los planes de mejora de infraestructura a desarrollar en el largo plazo.

Adicionalmente se han realizado mediciones de aforos en canales y algunos sectores del río para estimar tasas de infiltración y pérdidas por evaporación, las cuales se están incorporando al modelo de asignación de recurso hídrico que se está implementando en la aplicación WEAP, y el diseño y construcción de un sistema de control (en desarrollo), fundamental para poder llevar a cabo la optimización del uso del recurso hídrico.

Respecto a la participación de los beneficiarios finales (actividades productivas de la cuenca del río Lluta), se han realizado reuniones periódicas en las cuales la toma de decisiones sobre algunos aspectos como la elección de los sistemas de medición se han tomado en conjunto con la comunidad involucrada, lo que permite pensar en un futuro auspicioso de la aplicación del modelo de gestión que se encuentra en desarrollo.

REFERENCIAS

CADE-IDEPE y Dirección General de Aguas (DGA). (2004). Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Lluta.

Campos, H., Díaz, G., Campos, C. (2007). Aportes Sedimentarios de los Ríos Lluta y San José en la zona costera de la Rada de Arica, Chile, Scielo (Scientific Electronic Library Online).

Centro de Cambio Global (CCG)-Universidad Católica de Chile, Stockholm Environment Institute. Guía Metodológica – Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation

Modelo WEAP. (2009). Desarrollada con contribuciones del PACC (Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en Ecuador), Ministerio del Ambiente de Ecuador, y PROMAS (Programa para el Manejo del Agua y del Suelo) de la Universidad de Cuenca, Ecuador).

Errázuriz, Ana María K. [et.al]. (1998). Manual de Geografía de Chile. Editorial Andrés Bello.

Hoff, H., Bonzi, C., Joyce, B. and Tielbörger, K. (2011). A Water Resources Planning Tool for the Jordan River Basin.

Levité, H., Sally, H. and Cour, J. (2003). Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model.

Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. (1987). Balance Hídrico de Chile.

Ministerio de Obras Públicas. (2007). Infraestructura para la Competitividad. El MOP en la promoción del crecimiento económico. Agricultura.

Dirección General de Aguas (2010) Plan de acción estratégico para el desarrollo hídrico de la Región de Arica y Parinacota.

Ojekunle, Z., Ojo, K., Idowu, O., Martins, O., Oluwasanya, G. and Ojekunle, V. (2001). Evaluation of Sustainable Water Demand in a Coastal Environment using WEAP Model.

Ramaskrisshna, B. (1997). Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José de Costa Rica, imprenta del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Stockholm Environment Institute. Water Evaluation and Planning [en línea] <<http://www.weap21.org/>> [consulta: 20 noviembre 2012]

Torres, A., Acevedo, E. (2008). El Problema de Salinidad en los Recursos Suelo y Agua que Afectan el Riego y Cultivos en los Valles de Lluta y Azapa en el Norte de Chile.



Gestión Estratégica del Agua ::
Del Concepto a la Implementación

Strategic Water Management ::
From Concept to Implementation