

Modelo de gestión ambiental para la sostenibilidad de los sistemas de riego, cuenca del río Cabanillas – Puno

Environmental management model for sustainable irrigation systems, river basin Cabanillas – Puno

JOSÉ VERA SANTA MARÍA¹, TEÓFILO CHIRINOS ORTIZ¹ Y LORENZO AYORA GARAGATE²

RESUMEN

El objetivo es proponer un modelo de Gestión Ambiental, para los sistemas de riego, que permita un adecuado aprovechamiento del recurso hídrico, su conservación y sostenibilidad. Se realizó el diagnóstico ambiental y de la infraestructura de riego, se midieron parámetros de calidad del agua y se aplicó encuestas tipo Likert a los usuarios referentes al uso, manejo, conservación del agua e infraestructura y de los recursos naturales. Los resultados indican que, en la cuenca del río Cabanillas existen una demanda de 500 y oferta de 385 millones de metros cúbicos de recursos hídricos que son manejados de manera regulada y son suficientes para el funcionamiento eficiente de los sistemas de riego. El diagnóstico ambiental indica que, las tendencias en el manejo del agua en la cuenca, no es el más adecuado, por lo que se plantea una gestión reflexiva, participativa y consensuada para el uso correcto del suelo y la conservación del agua para el riego.

Palabras clave: sistemas de riego; gestión ambiental; calidad del agua; sostenibilidad ambiental.

ABSTRACT

The objective is to propose a model of Environmental Management, for irrigation systems, that allows an adequate use of the water resource, its conservation and sustainability. Environmental diagnosis and irrigation infrastructure were performed, water quality parameters were measured and Likert-type surveys were applied to users regarding the use, management, conservation of water and infrastructure, and natural resources. The results indicate that in the Cabanillas river basin there is a demand for 500 and supply of 385 million cubic meters of water resources that are managed in

¹ Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

² Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú.

a regulated manner and are sufficient for the efficient functioning of the irrigation systems. The environmental diagnosis indicates that the trends in water management in the basin is not the most appropriate, so it is proposed a reflexive, participatory and consensual management for the correct use of the soil and the conservation of water for irrigation.

Keywords: irrigation systems; environmental management; water quality; environmental sustainability.

INTRODUCCIÓN

En la región Puno, se han implementado diversos sistemas de riego tecnificado en áreas de producción en secano, con poca o nula experiencia en riego. Como resultado, tenemos que un alto porcentaje de estos funcionan parcialmente o han sido totalmente abandonados, porque en la concepción de estos proyectos no se hizo énfasis en el desarrollo de capacidades para el manejo de la tecnología del riego tecnificado, y menos para una adecuada gestión de estos sistemas de manera sostenible (INRENA, 2007). El problema es que no existe una adecuada gestión ambiental en los sistemas de riego para su sostenibilidad, y así orientar el desarrollo económico, con protección del medio ambiente, es decir, el uso eficiente del recurso hídrico y su conservación a fin de mejorar el nivel de vida de la población. La cuenca del río Cabanillas tiene en existencia, operación y funcionamiento 08 sistemas de riego regulados, que benefician de manera directa a aproximadamente a 500 familias (25.800 pobladores) campesinas asentadas en la cuenca; esta situación orienta a desarrollar el presente estudio que plantea manejar eficientemente los recursos naturales, de manera especial el recurso hídrico del lugar y lograr la sostenibilidad a los sistemas de riego, en beneficio de la población presente y futura.

La cuenca del río Cabanillas es vital para la región Puno, tanto por el agua que suministra a las zonas más pobladas y como tributario de la cuenca del río Coata que desemboca en el lago Titicaca. Es necesario entender mejor el estado de los recursos naturales de la cuenca, de los procesos que la alteran y obtener información vital guiando así las decisiones que se tomen para administrarla correctamente. Garantizar la cantidad y calidad de agua de esta cuenca es vital para el bienestar económico, social y ambiental de los puneños (ANA, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es descriptiva y explicativa, porque se realizó la caracterización a partir del diagnóstico, especificando propiedades, características y el perfil de la gestión ambiental en la cuenca del río Cabanillas. Explicativa, porque se conoce por qué se realiza el Modelo de Gestión Ambiental establecimiento de relaciones causa-efecto.

Se usó información básica del proceso de implementación de los sistemas de riego, de instituciones que han intervenido. Se consideró la parte normativa tomando como base la Ley 29338 - Ley de Recursos Hídricos (ANA, 2009). Entrevistas a los usuarios

de riego determinando la valoración de estos sobre el recurso hídrico. La calidad del agua de riego a cargo del PELT y, finalmente, el modelo de gestión ambiental consideró los principios del Desarrollo Sostenible desde la Ecología y de las Ciencias Sociales.

Métodos: Etapas de estudio

- Diagnóstico ambiental de la cuenca del río Cabanillas. Se inició conociendo los factores climáticos, con la información de estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca y principalmente la de Cabanillas, obteniendo datos de temperatura, precipitación, evaporación, horas de sol y vientos. Comprende también el monitoreo de los recursos hídricos y actividades antropogénicas.
- Diagnóstico de la infraestructura de riego. Se observó y describió la situación actual de la infraestructura de riego respecto a su operación y funcionamiento de cada uno de los sistemas regulados, conociendo de este modo las actividades importantes como la organización, el mantenimiento y la distribución del agua de riego.
- Monitoreo de la calidad del agua. Determinada por el Proyecto Especial Lago Titicaca, quienes realizaron monitoreos tomando muestras de agua en puntos estratégicos (puente Cerrillos, puente Choroma y aguas abajo del río Cabanillas).
- Aplicación de encuestas tipo Likert. La gestión ambiental de los sistemas de riego, implicó efectuar la valoración del recurso hídrico como fuente de contaminación, como un bien para la población beneficiaria y la valoración de los factores ambientales. El muestreo aplicado fue casual o accidental, la técnica de procesamiento y análisis estadístico determinó el coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach.
- Desarrollo del Modelo de Gestión Ambiental. El modelo en base a los objetivos, se basa en tres marcos que sustentan la gestión ambiental de las irrigaciones en la cuenca del río Cabanillas: a) Marco legal-político, b) Marco Técnico, y c) Marco Institucional Organizativo; así mismo, se plantea las estrategias del modelo (Beekman, 2006).

RESULTADOS

Etapa 1: Diagnóstico Ambiental de la cuenca del río Cabanillas

El río Cabanillas formado por la confluencia de los ríos Verde y Cerrillos, de régimen regular, su área es de 2.888,61 km², cuyos caudales medios mensuales máximos se presentan en marzo con 48 m³/s y la mínima en 1,5 m³/s. Los factores ambientales son afectados por las acciones antrópicas en las irrigaciones de la cuenca del río Cabanillas como resultado de su operación y funcionamiento. La FAO (1996) indica que los factores ambientales susceptibles a recibir impactos en proyectos de irrigación son: suelo, flora, fauna silvestre, población (salud pública).

- Ecología. En la cuenca del río Cabanillas se han identificado cinco zonas de vida, comprendidas dentro de la región latitudinal subtropical y templada cálida, las zo-

nas de vida que predominan son el Páramo Muy Húmedo Subalpino Subtropical (45,73 % de área), Tundra pluvial Alpino Subtropical (31 % de área) y Bosque Húmedo Montano subtropical (19,62 % de área).

- Hidrología Superficial. La hidrología es el componente más afectado en las fases de construcción y operación del sistema de riego y drenaje. El río, satisface las necesidades hídricas de las áreas de riego reguladas, Cayachira (0,15 m³/s), Cotaña-Lampayani (0,05 m³/s), Cabana-Mañazo (11,0 m³/s), Huataquita (1,0 m³/s), Cabanillas-Chatapujio (3,5 m³/s), Yanarico (1,90 m³/s), Yocará-Caracoto (1,5 m³/s) y Cantería (3,50 m³/s). Total 22,60 m³/s.
- Nivel de conocimiento actual de los usuarios sobre el riego. Los usuarios del riego conocen que la actividad agrícola depende de las precipitaciones, que el ciclo agrícola coincide con época de lluvias, y realizan el riego complementario. En estiaje aplican el riego suplementario, pero carecen de las técnicas adecuadas.
 - a) Captación del recurso hídrico en los sistemas de riego. No se planifica, de manera que cada Comisión de Regantes ve por conveniente cuando y como usar el agua de riego, no hay coordinación adecuada con las autoridades de riego; en ocasiones el agua discurre por el canal sin ser utilizada (malas prácticas de riego).
 - b) Deficiente distribución. La distribución del agua es una actividad crucial en los sistemas de riego, es desordenada, generando conflictos. Las Comisiones de riego establecen un rol que no cumplen estrictamente.
 - c) Operación de los sistemas de riego. Se tiene eficiencias de conducción del 40 %, a ello se agrega los malos hábitos de riego o mal uso del agua.
 - d) Mantenimiento de los sistemas de riego. Los usuarios carecen de un programa y reglamento de mantenimiento, esta labor se realiza en forma desordenada, una vez al año o cuando las necesidades lo exigen, ello contribuye a un deterioro muy rápido de la infraestructura.
- Cambio de actitudes y comportamiento de los usuarios con respecto al riego. Con el modelo de gestión ambiental para las irrigaciones de la cuenca del río Cabanillas se logra mejorar el nivel de conocimientos, cambio de actitud y comportamiento de los usuarios de riego, sobre todo en lo referente a la gestión del recurso hídrico para su conservación y apuntar a la sostenibilidad de los sistemas de riego.

Etapa 2: Diagnóstico de infraestructura de riego en la cuenca del río Cabanillas

- Embalse Lagunillas: Volumen Útil 500 MMC, Capacidad máxima de descarga: 20 m³/s, cota máxima de operación: 4168,80 m s.n.m., cota mínima de operación: 4157,25 m s.n.m. Área espejo de agua actual: 65,12 km².

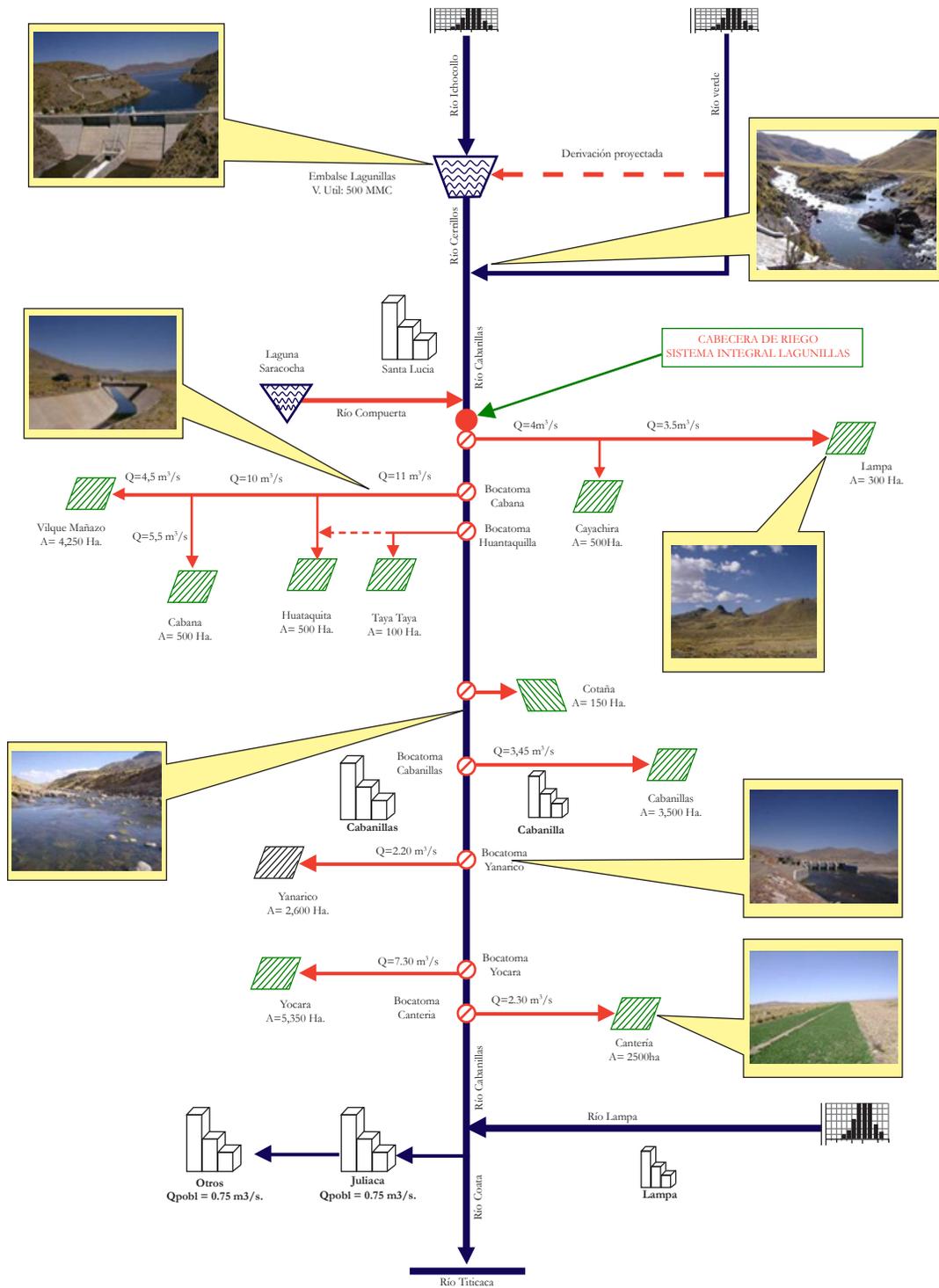


Figura1. Esquema Topológico del Sistema Integral Lagunillas

Etapa 3. Monitoreo de la Calidad del Agua

Tabla 1. Metales pesados en el agua de la cuenca del río Cabanillas (2008)

Metal (mg/L)	Estación	Punto referencia	Febrero	Abril	Agosto	Noviem.	Promedio
Cu	Río Cabanillas	Aguas abajo	0,0400	0,0430	0,0380	-	0,0403
Fe	Río Cabanillas	Aguas abajo	0,0900	0,0480	0,0885	-	0,0775
Co	Río Cabanillas	Aguas abajo	<0,1	0,0049	0,0062	0,0022	0,0044
Ni	Río Cabanillas	Aguas abajo	0,0667	0,0320	0,0265	0,0052	0,0326
Cd	Río Cabanillas	Aguas abajo	0,00000	0,00015	0,00044	-	0,00020

Los metales: Cu, Fe, Co, Ni y Cd, se encontraron por debajo de los límites permisibles

Tabla 2. Parámetros de nutrientes en el agua del río Cabanillas (2008)

Parametro (mg/L)	Estación	Punto referencia	Febrero	Abril	Agosto	Noviem.	Promedio
NO2-N	Río Cabanillas	Aguas abajo	0,0090	0,0158	0,0058	0,0118	0,6076
NO3-N	Río Cabanillas	Aguas abajo	1,0	3,0	1,25	2,4	1,75
PO43	Río Cabanillas	Aguas abajo	0,662	0,685	0,665	0,7575	0,692
P	Río Cabanillas	Aguas abajo	-	0,23	0,225	0,2475	0,0326
P2O5	Río Cabanillas	Aguas abajo	-	0,528	0,515	0,5725	0,538
SO42	Río Cabanillas	Aguas abajo	106,0	193,3	215,5	87,2	150,49
DBO5	Río Cabanillas	Aguas abajo	-	53,8	39,70	51	48,17

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos del agua del río Cabanillas (2008)

Parámetro	Estación	Pto-referenc.	Febrero	Abril	Agosto	Noviem	Promedio
pH	R. Cabanillas	Aguas abajo	7,91	7,54	7,90	7,04	7,60
Conduct. (µS/cm)	R. Cabanillas	Aguas abajo	323,0	429,0	604,0	640,0	499,00
Turbiedad NTU	R. Cabanillas	Aguas abajo		1,20	1,71	90,6	31,17
O (ppm)	R. Cabanillas	Aguas abajo	10,36	9,52	6,33	10,4	9,15
Temperat (°C)	R. Cabanillas	Aguas abajo	10,25	11,6	11,13	14	11,85
Salinidad (%)	R. Cabanillas	Aguas abajo	0,01	0,8	1,2	1,2	0,8025
STD (mg/L)	R. Cabanillas	Aguas abajo	489	216	307	268	320,0
% Oxígeno	R. Cabanillas	Aguas abajo	75,1	93,2	98,8	104,6	92,9

Etapa 4: Aplicación de encuestas tipo Likert

Valoración del agua como recurso perspectiva del usuario

La encuesta en una escala de Lickert examina la valoración que los pobladores refieren sobre el recurso agua, como fuente de contaminación, como bien, como factor ambiental y permite generar actitudes para preservarla. Se determinó un coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach de 0,565.

Ninguno de los regantes valoró como bueno este recurso hídrico. Al contrario, la mala valoración del agua como recurso hídrico correspondió al 70 % de los regantes, y regular al 30 % restante. Esta situación ocurre porque los usuarios les faltan conocimientos sobre técnicas de riego.

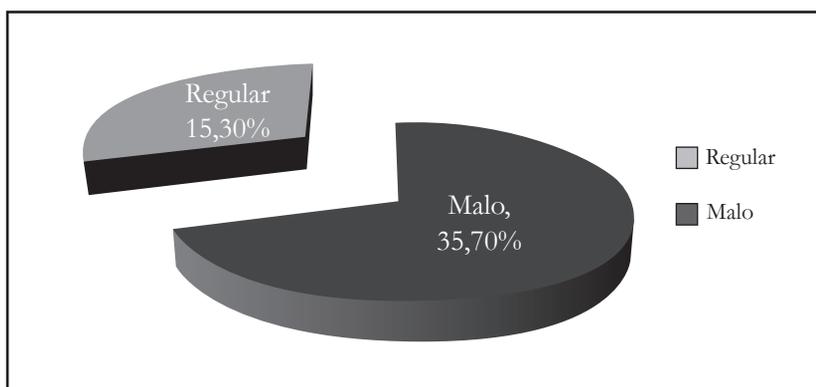


Figura 2. Valoración del agua como recurso hídrico por los regantes de la cuenca

Etapa 5: Desarrollo del Modelo de Gestión Ambiental

Se basa en tres Marcos como directrices: a) Marco legal-político b) Marco Técnico, y c) Marco Institucional Organizativo, (Figueroa y Pichizaca, 2008).

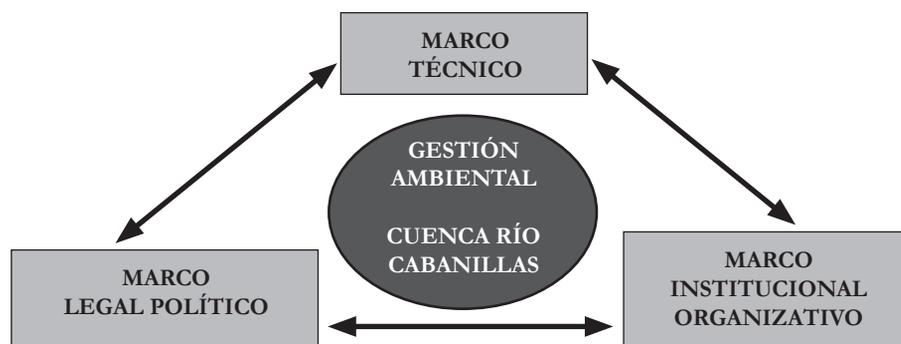


Figura 3. Propuesta de Gestión Ambiental para la cuenca río Cabanillas

a) Marco Legal: El modelo se enmarca dentro de la normatividad siguiente:

- Ley de los Recursos Hídricos N° 29338.
- Otras Normas Legales: La Constitución Política del Perú de 1993, La normativa sobre recursos naturales, Las leyes que regulan la salud, la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación, El desarrollo de Evaluación Ambiental para los diversos proyectos en el Perú. En el Sector Agricultura; la Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura, Ley de la Sierra Exportadora y los Lineamientos de Políticas de Estado para el Desarrollo de la Agricultura y la Vida Rural en el Perú. El Plan Nacional de Saneamiento y La Autoridad Nacional del Agua.

b) Marco Político

Se consideran las políticas de Estado dirigidas a alcanzar cuatro grandes objetivos: Democracia y Estado de Derecho, Equidad y Justicia Social, Competitividad del País, Estado Eficiente, Transparente y Descentralizado. El modelo contempla las principales políticas de Estado, relacionadas con el sector agrario:

- La política y estrategia nacional de riego en el Perú, aprobado el 10 de junio del 2003 por RM 0498-2003-AG:
- Los lineamientos de políticas de estado para el desarrollo de la agricultura y la vida rural en el Perú:

c) Marco Técnico

Acciones tecnológicas encaminadas a lograr una adecuada gestión ambiental de las irrigaciones de la cuenca del río Cabanillas, haciendo que sean sostenibles, para ello es esencial evitar problemas de contaminación de los recursos hídricos, erosión de suelos, la conservación de la infraestructura de riego para que los sistemas de riego sean sostenible, mediante: Calidad del agua, gestión del riego, manejo adecuado de suelos, y desarrollo de un proceso de capacitación (educativo y formativo), dirigido a niños y jóvenes usuarios del riego de la cuenca.

d) Marco Institucional Organizativo: El modelo exige.

- Buena organización de los Usuarios en la cuenca del río Cabanillas.
- Correcta intervención de la Administración Local del Agua Juliaca en la cuenca del río Cabanillas.
- Cumplimiento de la Estrategia del gobierno para el sector de riego.
- Organización Ambiental en la Cuenca del Río Cabanillas: La Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Cabanillas debe ser coordinado entre el Proyecto Especial

Lago Titicaca (PELT - Puno), la ALA Juliaca y la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional Puno, las principales funciones y responsabilidades.

- Ordenamiento Territorial: Las instituciones responsables de la Gestión Ambiental, deben impartir directivas para realizar un ordenamiento territorial para controlar y ordenar el uso del suelo, agua, flora, fauna, aspectos socioculturales y deferentes actividades asociadas.
- Estrategias para la gestión ambiental.
- Propiciar el cumplimiento del aspecto normativo de la Ley de recursos hídricos y su reglamento, emanado del sistema nacional de gestión de recursos hídricos.
- Propiciar la creación, organización y funcionamiento de los consejos de cuenca.
- Impulsar la Participación Adecuada de los Usuarios, Comités de Riego, Juntas de Regantes.
- Propiciar el adecuado conocimiento de las actividades agropecuarias.
- Desarrollar acciones orientadas al adecuado mantenimiento de la infraestructura de riego.
- Exigir la vigilancia continua y técnicamente bien hecha de la calidad del agua en toda la extensión de la cuenca, mediante el monitoreo participativo.
- Relaciones interdependientes con el SENAMHI-ALA-GR-USUARIOS.

DISCUSIÓN

La investigación permitió conocer mejor el uso adecuado de los recursos naturales de la cuenca, evitando la contaminación y posibilitando tomar las mejores decisiones para un correcto proceso productivo, garantizando la cantidad y calidad de agua para el bienestar económico, social y ambiental de la región.

El modelo de gestión ambiental propuesta para las irrigaciones de la cuenca del río Cabanillas, conduce a mejorar conocimientos, cambio de actitudes y comportamientos de los usuarios de riego, así como una correcta planificación de funciones y responsabilidades en la gestión del recurso hídrico para su conservación y propende a la sostenibilidad de los sistemas de riego.

Las estrategias del Modelo de Gestión Ambiental propuestas nos conducen a la sostenibilidad de las irrigaciones de la cuenca del río Cabanillas y lo que se propende es lograr darle: Buena calidad de vida al poblador de la zona, buena remuneración, mejorando sus ingresos económicos en razón a mejor uso del agua para la producción agrícola, buenos servicios: transporte, energía eléctrica, agua potable, Internet, ambiente agradable para vivir en la zona, cambio de conocimientos científicos relacionados con

la gestión del riego, cambio de actitudes, referidos esencialmente al uso y conservación del agua de la cuenca, cambio de procedimientos en las diferentes actividades agropecuarias, orientados a la no contaminación del agua, difusión de todas las acciones logradas mediante trípticos y otros medios de comunicación.



Figura 4. Esquema de acciones a desarrollar en la propuesta

CONCLUSIONES

- La disponibilidad hídrica en la cabecera de riego de la cuenca del río Cabanillas (acorde al estudio del INRENA y ATDR Juliaca en su vigencia), mediante simulación de operación del Embalse Lagunillas (Capacidad útil 500 MMC), para la situación actual el volumen promedio total anual medio disponible es de 480,09 MMC y para el módulo de 75 % es de 385,82 MMC.

- Las demandas hídricas de agua superficial en la cuenca del río Cabanillas, el consumo agrícola es de mayor significación no solo por ser notablemente superior respecto a otros, sino por su importancia socioeconómica. En efecto, la demanda agrícola para los 11 bloques de riego asciende a 506,51 MMC.
- Los resultados del monitoreo de la calidad del agua para riego en el río Cabanillas, nos indican que la presencia de metales pesados se encuentran por debajo de niveles mínimos y la CE = 499,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ significa que no hay problema de salinidad en el agua del río Cabanillas, porque se considera apta para el riego.
- La Gestión Ambiental propuesta tiene como base el cumplimiento de la Ley de Recursos Hídricos y su reglamentación, el esquema se fundamenta en tres marcos como directrices que sustentan la gestión ambiental de las irrigaciones en la cuenca del río Cabanillas: i) Marco Legal-Político, ii) Marco Técnico y iii) Marco Institucional-Organizativo; así como el planteamiento de 07 estrategias a implementar.
- Se plantea con la propuesta, generar e internalizar en los usuarios nuevos conocimientos científicos, para lograr cambios de actitudes y comportamientos a fin de mejorar las actividades agropecuarias y conservación del agua como:
 - Una equitativa y justa distribución del agua de riego
 - Acciones de conservación del agua (Monitoreo Participativos)
 - Mantenimiento eficiente de la infraestructura de riego
 - Manejo adecuado de los suelos, y el ordenamiento territorial
 - Reformular y mejorar las tareas de capacitación y educación ambiental

Esta situación es esencial para que los sistemas de riego sean sostenibles

- La Gestión Ambiental Permitirá desarrollar y fortalecer procesos organizativos y políticos e interrelaciones entre usuarios, ALA, ANA, Consejos de Cuenca, Gobierno Regional, SENAMHI, como autoridades locales y nacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2009. Comisión Técnica Multisectorial. *Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos en el Perú*. Lima. Perú.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2009. *Ley de los Recursos Hídricos, Ley N° 29338*. Lima – Perú.
- Beekman, G. 2006. *La Gestión de los Recursos Hídricos y Ambientales*. Programa de Lucha Contra la Desertificación en América del Sur. IICA/BID. Mendoza – Argentina.
- Figuroa, F y Pichizaca, A. 2008. *Propuesta de Gestión Ambiental para la Sub Cuenca Alta del Río Cañar, Mediante la Utilización de un SIG*. Servicio ecuatoriano de la Sanidad Agropecuaria, Vega Muñoz 2-40 y Manuel Vega, Cuenca, Ecuador.

|| José Vera Santa, Teófilo Chirinos y Lorenzo Ayora

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)-ATDR. 2007. Juliaca. *Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Cabanillas y Lampa*. Puno. Diciembre.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1996. *Prevención de la Contaminación del Agua para la Agricultura y Actividades Afines*. Informes sobre temas hídricos 1. Roma, FAO No. 55. 385.

Recibido: 15/08/17

Aceptado: 30/10/17

Correspondencia

José Vera Santa María

jovesan_53@hotmail.com