"DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CAUDALES Y DE UN PROTOCOLO DE DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA, PARA LA PRIORIZACIÓN DE LAS INVERSIONES PÚBLICO-PRIVADAS"

FIC-R 2013

Universidad de La Serena

Región de Coquimbo

RESUMEN EJECUTIVO

JUNIO 2016

1. Resumen del Proyecto.

La iniciativa denominada "Diseño y puesta en marcha de un sistema de monitoreo de caudales y de un protocolo de determinación de pérdidas de agua, para la priorización de las inversiones público-privadas", se adjudicó un financiamiento FIC de $ 149.625.000, lo que sumado a los aportes de contraparte totalizan $ 166.250.000. Ejecutándose desde Julio 2014 a Julio del 2016, por un periodo de 24 meses.

El proyecto tiene tuvo por finalidad contribuir incrementar la disponibilidad neta del recurso hídrico por medio de la optimización de su distribución y el aumento de la eficiencia de conducción del agua. El impacto directo o propósito de este proyecto fue implementar y transferir capacidades para mejorar la gestión de los recursos hídricos disponibles y la eficiencia de la conducción hídrica, buscando una distribución informada y oportuna, y aplicando una metodología de determinación de pérdidas y priorización de inversiones público-privadas.

El área en la cual se desarrollo esta iniciativa correspondió a la cuenca del río Elqui, abarcando toda el área de influencia de la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes. Además, se trabajó en los polos de transferencia tecnológica localizados en las áreas de influencia de la Junta de Vigilancia del Estero Derecho, en la cuenca del Elqui, y de la Junta de Vigilancia del río Illapel en la cuenca del Choapa. Por lo mismo, las instituciones asociadas al proyecto fueron la Junta de Vigilancia río Elqui y sus afluentes, Junta de Vigilancia río Illapel y Junta de Vigilancia Estero Derecho

Los resultados obtenidos en la ejecución de este proyecto fueron:

1. Sistema de estaciones de monitoreo de caudales en cauce natural para una gestión hídrica oportuna: se implementó una red de 5 estaciones hidrométricas en la cuenca del río Elqui, que transmiten información en tiempo real de los caudales pasante por los puntos seleccionados para la gestión del recurso hídrico.

2. Protocolo de medición de pérdidas de agua por conducción en cauces artificiales (canales) validado y puesto en marcha: Se genero un protocolo que fue validado y puesto en marcha en la cuenca del río Elqui. Determinándose pérdidas por conducción en el 85% de los canales de la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus afluentes, representando más de 500 km de conducción evaluados.

3. Metodología de priorización y selección de la inversión público – privada para el mejoramiento en infraestructura de revestimiento de canales: Se generó y validó el protocolo de priorización de la inversión en la cuenca del río Elqui, generándose una priorización de inversión a nivel de canales y a nivel de tramos de canal.

4. Programa de transferencia de gestión hídrica: Durante la ejecución del proyecto se ejecutar talleres, seminarios, mesas de trabajo, boletines divulgativos, entre otros, permitiendo transferir a los beneficiarios y entes relacionados con los recursos hídricos, de todos los resultados del proyecto.

El mérito innovador del proyecto se visualiza en al menos 2 áreas. Por una parte, en un sistema de monitoreo inteligente para proveer de información de alta calidad proveniente de sitios o lugares estratégicos y obtenida en el momento oportuno (relación tiempo-necesidad), con interpretación precisa de la misma para apoyar la gestión y la toma de decisiones. Por otra parte, en la implantación de una metodología (protocolo) para la medición de las perdidas, lo que llevo a su vez al desarrollo (es decir al diseño,

validación y puesta en marcha) de una metodología para la priorización y selección de las intervenciones. Esto implica que la innovación no se centró en el equipamiento (aunque por cierto que es relevante, ya que entre otras cosas es soporte fundamental para el levantamiento de datos), sino que en la instalación de capacidades en los agentes de la gestión (en términos genéricos, las organizaciones de regantes).

El equipo de trabajo de este proyecto estuvo constituido por profesionales del Laboratorio de Prospección, Monitoreo y Modelación de Recursos Agrícolas y Ambientales (PROMMRA) perteneciente al Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena, liderado por el Dr. Pablo Álvarez Latorre.

2. Objetivo y Propósito del Proyecto.

2.1. Objetivo del proyecto.

El proyecto busca contribuir a incrementar la disponibilidad neta del recurso hídrico por medio de la optimización de su distribución y el aumento de la eficiencia en su conducción.

2.2. Propósito del proyecto.

Implementar y transferir capacidades para mejorar la gestión de los recursos hídricos disponibles y la eficiencia de la conducción hídrica, buscando una distribución informada y oportuna, y aplicando una metodología de pérdidas y priorización de inversiones público – privadas.

3. Productos Desarrollados.

- Sistema de estaciones de monitoreo de caudales en cauce natural para una gestión hídrica oportuna.

- Protocolo de medición de pérdidas de agua por conducción en cauces artificiales (canales) validado y puesto en marcha.

- Metodología de priorización y selección de la inversión público – privada para el mejoramiento en infraestructura de revestimiento de canales.

- Programa de transferencia de gestión hídrica.

4. Actividades Desarrolladas.

El proyecto considera el desarrollo de 4 componentes y un total de 15 actividades, las cuales se detallan a continuación.

a. Componente 1. Sistema de estaciones de monitoreo de caudales para una gestión hídrica oportuna.

a.1. Generación del sistema de información geográfica del río Elqui y sus Afluentes.
a.2. Diseño del sistema de monitoreo de caudales.
a.3. Instalación e implementación del sistema de monitoreo de caudales.
a.4. Operación del sistema de monitoreo de caudales.

b. Componente 2. Protocolo de medición de pérdidas de agua por conducción en cauces artificiales (canales) validado y puesto en marcha.

b.1. Generación del sistema de información geográfica de los puntos de aforo de la red de canales pertenecientes a la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes (JVRE).
b.2. Generación de protocolo para la determinación de pérdidas de agua por conducción en canales.
b.3. Determinación de las pérdidas de agua por conducción de la red de canales de la JVRE.
b.4. Validación del protocolo de pérdidas de agua por conducción en canales.

c. Componente 3. Metodología de priorización y selección de la inversión público-privada de proyectos de mejoramiento de infraestructura de revestimiento de canales en virtud de criterios técnicos económicos.

c.1. Propuesta y definición de los criterios para la metodología de priorización y selección de la inversión público-privada.
c.2. Generación del protocolo para aplicar la metodología de priorización y selección de la inversión público-privada.
c.3. Jerarquización para priorización y selección de la inversión público-privada aplicando los protocolos.

d. Componente 4. Programa de transferencia de gestión hídrica.

d.1. Seminarios.
d.2. Taller "Operación red fluviométrica de monitoreo estratégico para una gestión hídrica oportuna".
d.3. Taller "Aforo y determinación de pérdidas de agua por conducción en canales".
d.4. Taller "Metodología de priorización de programa de inversión en infraestructura con criterios técnicos-económicos".

5. Resultados por Componente.

a. Componente 1. Sistema de estaciones de monitoreo de caudales para una gestión hídrica oportuna.

Con el objetivo de mejorar la entrega de información a la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes (JVRE) para la toma de decisiones informadas y oportunas, se diseñó, instaló y puso en operación una red de estaciones fluviométricas en 5 puntos estratégicos de la cuenca del río Elqui.

Esta red de estaciones permite entregar información en tiempo real de los caudales pasantes de cada punto, accediendo así a datos e información que ayudan a realizar una gestión hídrica oportuna, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos hídricos a nivel de cuenca.

Para poder determinar los puntos de monitoreo de caudales, se realizaron una serie de actividades que permitieron levantar información desde terreno, en trabajo conjunto con el equipo técnico de la organización, para definir los puntos tentativos a intervenir, los que debieron ser validados y analizados por el equipo técnico del proyecto, a partir del análisis crítico de cada uno de estos.

El desarrollo del sistema de información geográfica (SIG) de cauce natural permitió contar con la información base para el desarrollo del sistema de estaciones. Este trabajó consistió en el levantamiento de la red de distribución hídrica de la JVRE, en donde el SIG – Cauce Natural detalla la ubicación de los puntos de captación de los canales del sistema en toda la Cuenca del río Elqui, presentando información de ubicación, dimensiones, tipo de captación, longitud del canal de aducción, entre otras características.

Como resultado, se obtuvo un total de 8 capas (shape y kmz). Dichas capas son principalmente del tipo punto, esto significa que el archivo presenta un componente espacial por característica. Por otro lado, se generó una capa de tipo lineal, que a diferencia de las capas de tipo punto, cada característica presenta dos o más componentes espaciales.

Este trabajo permitió identificar la distribución de los canales a lo largo de la cuenca, información base para seleccionar los puntos de monitoreo, ya que con esto, se logró seccionar el río en función de la concentración del número de canales y las zonas de mayor demanda de agua a partir de esto. Actualmente se encuentra 93 canales en uso de los 110 que la organización tenía dentro de su base de datos.

Con esta información ya levantada se diseñó el sistema de monitoreo de caudales de la Cuenca del río Elqui, el que cuenta con 5 estaciones de monitoreo, 4 estaciones que controlan los caudales de entrada y salida de los embalses La Laguna y Puclaro, y 1 estación que monitorea los caudales en desembocadura del río Cochiguaz (Cuadro 1). La elección de estos puntos, se basó en el mejor lugar para el monitoreo de la dinámica hídrica de cada zona, la existencia de extracciones, la probabilidad de crecidas y la factibilidad técnica de conexión remota de la estación, entre otras.

Cuadro 1. Georeferenciación de puntos para el control de caudal – Cuenca Río Elqui.

	Georeferenciación (UTM)		
Punto de Instalación	**Este**	**Norte**	**Altitud (m.s.n.m)**
Entrada Embalse La Laguna	401682	6653191	3.180
Salida Embalse La Laguna	399855	6658256	3.104
Desembocadura Río Cochiguaz	357015	6668692	1.141
Entrada embalse Puclaro (Gualliguaica)	326279	6677192	515
Salida Embalse Puclaro	320054	6680326	434

De los 5 puntos, 2 se encuentran conectados vía transmisión satelital (entrada y salida embalse La Laguna) y 3 se encuentran conectados vía transmisión GPRS (conexión vía telefonía celular). La infraestructura instalada es capaz de entregar, capturar, almacenar y transmitir en tiempo real las condiciones hidrológicas de cada punto de control.

Los datos que son entregados por el sistema es necesaria para establecer las relaciones a partir del comportamiento hidrológico de la cuenca.

Para resolver operativamente los aforos de cauce natural en el proyecto SIMCA, se generó una planilla electrónica para calcular el caudal total. La planilla considera los métodos de cálculo de velocidad de 5, 3, 2 y 1 puntos por vertical y se basa en la metodología de la semisección para el cálculo de caudal. Esta planilla es de libre distribución y se encuentra disponible para su uso en pc de escritorio y tablets de formato IOS y Android.

Las estaciones de monitoreo instaladas en la cuenca encuentran operativas y enviando información según los períodos programados en su configuración inicial. Todas toman datos cada 30 segundos, entregando un dato promedio cada 5 minutos y transmitiendo el dato en el mismo período de frecuencia. Las 5 estaciones cuentan con la misma configuración, siendo diferente el envío de los datos en las estaciones de conexión satelital, las cuales transmiten 3 veces al día (08^{00}; 12^{00}; 18^{00}) manteniendo la frecuencia de medición configurada.

Además se ha implementada una plataforma que permite tener acceso a cada una de las estaciones de monitoreo. En el historial de mediciones, se pueden observar tendencias en el comportamiento de los caudales de agua en cada uno de los puntos de monitoreo, representando de buena forma la gestión de los recursos dentro de la cuenca.

Las 5 estaciones de monitoreo de caudales fueron instaladas durante Noviembre de 2015

b. Componente 2. Protocolo de medición de pérdidas de agua por conducción en cauces artificiales (canales) validado y puesto en marcha.

Esta componente consistió en el desarrollo y aplicación de un protocolo de determinación de pérdidas por conducción en la red de distribución bajo la jurisdicción de la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus afluentes.

La primera etapa consistió en el desarrollo del Sistema de Información Geográfica (SIG) de la red de canales, para lo cual se determino el recorrido de los canales y su ubicación, los puntos de entrega, los tipos de revestimiento y el material del canal. Para el análisis de los tipos de revestimiento, se estableció que 1/3 revestido corresponde a una cara del canal revestida; 2/3 revestido, a dos caras del canal revestidas; y 100% revestido, a las tres caras del canal revestidas. Por otro lado, el material del canal corresponde al componente del revestimiento en el caso que tenga algún grado de revestimiento o al material observado en las caras del canal sin revestir. Ejemplos de esta característica son mezcla de suelo, grava, roca, loseta, hormigón, PVC, geomembrana, entre otros.

La generación del SIG – Canales, permitió actualizar la información de los canales de la red, permitiendo identificar que de los 110 canales existentes en la base de datos de la JVRE, que sumaban cerca de 800 km, actualmente se utilizan un total de 93 canales, que suman una extensión total de 600,11 km. De esta longitud, el 57,8% (346,8 km) se encuentra en la sección del Río Elqui bajo el Embalse Puclaro, el 27,7% (166,23 km) la sección río Elqui sobre Puclaro, y el 14,5% (87,01 km) restante se emplaza en las secciones restantes de la cuenca (Río Turbio, Río Cochiguaz y Río Claro).

Se sistematizó la información en función a las clases descritas obteniendo clases con distintos tipos de geometría, los cuales son puntos, líneas y polígonos. La proyección para el caso de la base de datos espaciales se define en las clases de datos, la cual es el datum WGS 1984, coordenadas UTM Huso 19 sur y la unidad es metros. Al igual que en el SIG Cauce Natural, la proyección de los archivos Shapefile distribuidos están bajo la misma proyección; por ende, el resultado del SIG Canales está bajo la misma proyección.

A partir de la recopilación de información primaria y secundaria, se procedió a la elaboración del protocolo de pérdidas de agua por conducción en canales, que tuvo como objetivo definir las consideraciones para la realización de aforo en canales y su posterior análisis en gabinete, ya que resulta de vital importancia homogenizar y estandarizar los procedimientos de cuales se afora, permitiendo así, disminuir los errores al momento de la medición producto de un desconocimiento de los procedimiento o por a falta de experiencia.

El protocolo de pérdidas (PDP) se compone de cuatro etapas, que se diferencian a partir del tipo de equipamiento a utilizar para la determinación de las pérdidas. Estas componentes son, **(1)** Protocolo de selección de equipos de aforo; **(2)** Protocolo de aforo; **(3)** Protocolo de aforo con trazadores químicos y **(4)** Protocolo de determinación de pérdidas. El primer protocolo tiene por objeto establecer una metodología para la selección de equipos destinados al aforo de canales abiertos, que considere tanto aspectos técnicos, así como las condiciones de medición; el segundo considera la metodología para realizar aforo con molinete; el tercero considera la metodología para realizar aforo con equipos de trazadores químicos; y el último en la metodología para la determinación de pérdidas por el método de entradas y salidas.

Como un mecanismo para la operatividad del levantamiento de información de aforo en terreno se desarrolló una planilla electrónica (PROMMRA Q-Canal) en base al Instructivo ITC-09 de la Comisión Nacional de Riego (CNR). La planilla permite determinar el caudal de la sección aforada in-situ, permitiendo corregir posibles errores generados al momento del aforo, ya que dibuja la topografía y genera un diagrama de concentración de las velocidades de la sección aforada. Esta planilla es de libre distribución y se encuentra disponible para su uso en pc de escritorio y tablets de formato IOS y Android.

El procesamiento del SIG de canales, permitió identificar 3 tipos de resultados para la definición de trazados. Estos resultados hacen referencia a **(1)** los tramos del canal, **(2)** los subtramos y **(3)** los puntos de aforo. El primero se define desde los cambios en el revestimiento; el segundo obedece a la ubicación de los elementos de distribución a lo largo del canal en donde se incluyen las compuertas, captaciones y marcos partidor, siendo cada tramo no menor a una distancia de entre 1,0 a 1,5 km para circunscribir las pérdidas a un sector de la longitud antes mencionada; y el tercero determina la ubicación de cada comienzo y/o término de un subtramo. Están enumerados por orden de aparición desde el inicio al término del canal.

Posteriormente, se comenzó con la evaluación de pérdidas por conducción mediante el aforo de cada punto definido. Los resultados se estructuraron por canal de cada sección del río. Para cada canal se generó una tabla de codificación de aforo realizado en terreno, indicando coordenadas en UTM y el kilometraje respectivo en función de la longitud del canal caracterizada, la longitud actual operativa y la longitud final hasta donde fue aforado el canal. También, se realizo una caracterización de la sección de aforo y del caudal obtenido.

Se definió como pérdidas a las diferencias de volúmenes de agua, entre el inicio del tramo y el final del tramo, considerando las entregas del tramo, por lo cual el caudal final del tramo será el caudal final teórico. Estas pérdidas se expresan en litros por segundo, pérdidas en porcentaje (%), pérdida en litros por kilómetros, y en pérdidas en porcentaje (%) por kilómetro.

Las pérdidas obtenidas fueron ingresadas al SIG – Canales, utilizando como base la capa de arquitectura del canal y la información correspondiente a las pérdidas por tramo, la cual indica punto de aforo inicial, final, longitud, pérdidas (%, %/Km), entre otros datos. La capa base se dividió en función de la geoposición punto de aforo inicial y final, asignándole la información de pérdidas de cada tramo. Dicha capa se incorporó a la geodatabase como una nueva categoría. La representación gráfica de la capa se realizó identificando dos maneras de expresar la información, estas son según la pérdida del tramo (%) y pérdida normalizada del tramo (%/Km). Los tramos con valor de pérdida negativa se interpretan como tramos con aporte o recuperación de agua y se identifican con el color azul; los tramos cuyas pérdidas son entre 0 y 20% se identifican con color verde; finalmente, los tramos con pérdidas superiores a 20% se identifican con color rojo.

Finalmente se realizó una validación del protocolo pérdidas de agua por conducción en canales, que aplicado en más de 1500 aforos en toda la cuenca del río Elqui, lo que permitió validar el protocolo bajo distintas condiciones de conducción, definidas por los más de 520,172 km de canales de la cuenca, que se les determinó pérdida de agua por conducción.

c. Componente 3. Metodología de priorización y selección de la inversión público-privada de proyectos de mejoramiento de infraestructura de revestimiento de canales en virtud de criterios técnicos económicos.

El desarrollo de esta actividad fue divida en dos subactividades; la primera correspondió a la definición de los criterios de priorización inicial, lo que consistió en la revisión de Información secundaria con el objetivo de determinar una base de criterios que pudieran ser utilizados en la evaluación, priorización, selección, discriminación, entre otros; de proyectos de infraestructura en conducción y distribución de agua, tanto a nivel nacional como internacional. A nivel nacional fue primordial la revisión de los criterios utilizados por la Comisión Nacional de Riego (CNR), en función de los concursos de la Ley N°18.450.

La segunda subactividad consistió en la selección de los criterios de priorización a partir de la validación de antecedentes que fueron obtenidos desde las numerosas campañas de caracterización (cauce natural y canales), así como de aforo y determinación de pérdidas, además esta información fue complementada con revisión bibliográfica.

Todo lo anterior permitió reducir los criterios de priorización, además del establecimiento de nuevos criterios que no fueron considerados en la etapa previa. Las variables propuestas fueron sometidas a diversos análisis estadísticos (Correlación de Pearson, Árbol de decisión y Análisis discriminante) con la finalidad de determinar que variables presentan mayor correlación con las pérdidas por conducción (expresadas en l/s) detectadas en los canales, además estos análisis permitieron detectar variables o indicadores que posibilitaban la agrupación de canales en función de sus pérdidas estimativas (sin cuantificación de las mismas).

Para el desarrollo propio del protocolo, la metodología utilizada fue subdivida en 3 principales componentes del protocolo de priorización y selección de la inversión pública y privada. Los componentes del protocolo son **(1)** Caracterización de las estructuras de los canales, **(2)** Determinación de pérdidas y **(3)** Priorización de la inversión de infraestructura de conducción.

La primera metodología considera la caracterización de los componentes de los canales, permitiendo así, poder definir y conocer los puntos o lugares que deben ser aforados para la aplicación de una evaluación de pérdidas; la segunda se relaciona directamente con la evaluación de pérdidas, en la ubicación del tramo, aforo de los puntos y posterior determinación de pérdidas, y la última metodología, se relaciona con la priorización del tramo o del canal según su evaluación de pérdidas.

Para obtener la jerarquización para la priorización y selección de la inversión público – privada, se aplicó el protocolo de priorización de canales y/o tramos pertenecientes a la Junta de Vigilancia del Rio Elqui, siguiendo los procedimientos descritos en el protocolo de priorización, el cual se conforma de **(1)** Recopilación inicial de antecedentes, **(2)** Recopilación de antecedentes derivados de caracterización de canales, **(3)** Recopilación de antecedentes derivados de campaña de aforo y determinación de pérdidas por conducción, **(4**) Selección inicial de canales, **(5)** Análisis estadístico de variables de priorización (Correlación Pearson, Árbol de decisión y Análisis Discriminante) y **(6)** priorización y selección de canales y/o tramos.

La aplicación del protocolo de determinación de pérdidas de agua, para la priorización de las inversiones público-privadas en la cuenca del río Elqui, permitió establecer una jerarquización a nivel de canales y tramos de la red de distribución de agua bajo la

jurisdicción de la Junta de Vigilancia del río Elqui y sus afluentes, para la priorización de las inversiones público privadas.

d. Componente 4. Programa de transferencia de gestión hídrica.

Durante el primer trimestre de ejecución del proyecto, se llevó a cabo el Seminario de Lanzamiento con el propósito de dar a conocer los objetivos y alcances de esta iniciativa. La actividad se realizó el día 1 de octubre de 2014, fecha acordada en conjunto entre el equipo del proyecto y la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes.

En la ocasión, se presentó el proyecto a la comunidad beneficiaria de la iniciativa (regantes del Río Elqui y sus Afluentes, y regantes del Estero Derecho y de la Junta de Vigilancia del Río Illapel) y a las autoridades regionales, tanto del Gobierno Regional como de los servicios y reparticiones públicas. Se eligió realizar el lanzamiento en la ciudad de Vicuña para congregar de manera más expedita a los regantes de los distintos sectores de la cuenca.

El seminario se estructuró sobre la base de dos charlas. En la primera, se hizo una presentación sobre el monitoreo de caudales, mientras que en la segunda se expuso el proyecto propiamente tal, describiendo en detalle los objetivos y las actividades y productos principales a desarrollar y obtener en los 24 meses de ejecución.

El primer taller de trabajo llamado "Operación de una red fluviométrica de monitoreo estratégico para una gestión hídrica oportuna", y fue realizado en las ciudades de La Serena e Illapel. Este taller tuvo como objetivo dar a conocer a los tomadores de decisiones privada y públicos, relacionados con los recursos hídricos la importancia del monitoreo de caudales y como operar una red de estaciones pluviométricas que permita una gestión hídrica oportuna. Esta actividad fue realizada en la ciudad de Illapel, estuvo dirigida a administradores y directivos de organizaciones de usuarios de agua (Comunidades de agua, Asociaciones de Canalistas, Juntas de Vigilancia, entre otros), y representantes de instituciones públicas relacionadas con los recursos hídricos.

El segundo taller de trabajo denominado "Aforo y determinación de pérdidas de agua por conducción en canales", fue realizado en las ciudades de La Serena e Illapel. Este taller tuvo como objetivo realizar una capacitación a los equipos técnicos de organizaciones de riego en mecanismos de aforo y determinación de pérdidas de agua por conducción en canales. Con esto, la orientación estuvo principalmente enfocada a los equipos técnicos de las organizaciones de agua (Comunidades de agua, Asociaciones de Canalistas, Juntas de Vigilancia, entre otros), y representantes de instituciones públicas relacionadas con los recursos hídricos.

El tercer taller de trabajo denominado "metodología de priorización de programa inversión en infraestructura con criterios técnicos-económicos", fue realizado en las ciudades de La Serena e Illapel. El taller tuvo como objetivo dar a conocer los avances desarrollados en torno al protocolo, y estuvo dirigido a los principales actores y organizaciones de Elqui, Limarí y Choapa que trabajan con la gestión del agua. En la oportunidad, asistieron profesionales de la Municipalidad de Illapel, de la Gobernación Provincial de Choapa, de Minera Los Pelambres e integrantes de la Junta de Vigilancia del río Illapel y sus Afluentes.

Finalmente, se programó el seminario de cierre de proyecto para el día 23 de junio en la ciudad de Vicuña, lugar escogido por tener una mejor accesibilidad por parte de los regantes de la zona.

6. Conclusiones y Recomendaciones

- Según lo desarrollo por el proyecto, es fundamental el monitoreo de caudales en puntos de interés para la gestión de los recursos hídricos, desde el punto de vista de la distribución que realizan las organizaciones de usuarios de agua (regantes), permitiendo contar con información crucial para realizar las operaciones propias de la distribución de los recursos hídricos a sus asociados. En la actualidad existe la tecnología que cumple con los requerimientos técnicos dependiendo de las condiciones de infraestructura, topográficas propias de las cuencas de la Región de Coquimbo.

- En la actualidad se han implementado 5 puntos de monitoreo de caudales, siendo el puntapiés inicial para el establecimiento de nuevas estaciones hidrométricas, con el objetivo de la generación de información y datos en tiempo real para la toma de decisiones para una eficiente gestión hídrica de la cuenca.

- Es fundamental la incorporación de sistemas de información geográfica a la gestión de los recursos hídricos en las organizaciones de regantes, lo cual permite tener una visión territorial de los recursos hídricos, de la infraestructura existe, de la definición de puntos críticos, entre otros.

- El proyecto ha generado una metodología para la priorización de la inversión de infraestructura de conducción hídrica, permitiendo a la organización de aplique esta metodología la generación de un plan de inversión con una mirada de mejoramiento integral de la cuenca, base para el establecimiento de una gestión integrada de cuenca. Porque prioriza en función de indicadores técnicos y una visión integral de todos los componentes de la organización, los sectores donde se obtiene una mayor recuperación de agua debido al mejoramiento de la infraestructura.

- Dicha metodología de priorización también debiera ser un requisito para las generación de políticas públicas para un programa de mejoramiento de la infraestructura a nivel territorial (cuenca, región, otro), con el objetivo que permita un ordenamiento de la inversión en función de prioridades.

- Aunque la determinación de pérdidas en la totalidad de la red de conducción y distribución de una organización de regantes puede ser de alto costo (Absoluto), pero es primordial para realizar las inversiones de mejoramiento de la infraestructura de conducción en función de un objetivo de mejorar la disponibilidad hídrica para sus asociados. Además, al realizar una mirada de los presupuestos o costos involucrados en inversión de infraestructura requeridos en cualquier organización, el costo de la determinación de pérdidas en la totalidad de la red es muy despreciable.

- Producto de el trabajo realizado en este proyecto nace la consulta ¿Cuál es el efecto sobre la recuperaciones de agua de la cuenca (agua subterránea) el revestir aquellos sectores definidos como críticos por la pérdida de agua?, por lo cual es importante investigar el comportamiento de la cuenca en su proceso hidrogeológico. Un mecanismo podría ser a través de la modelación hidrogeológica de las cuencas con la concreción de los mejoramientos definidos como críticos.