

FORMULARIO B-II
INFORME TECNICO FINAL
SUBPROGRAMA CONTRATACION CONSULTORES CALIFICADOS

1. IDENTIFICACION DE LA PROPUESTA
--

1.1 Título de la propuesta

Estudio conceptual de caracterización de aguas subterráneas en el Valle de Aconcagua e incidencia de y hacia otras cuencas

1.2 Especialidad

Recursos hidrológicos, meteorología, climatología, análisis, medición y manejo de aguas de deshielos, geomorfología fluvial, estudios de sistemas de cuencas hídricas, erosión y formación de suelos, recuperación de esteros y vegas.

1.3 Nombre consultor

Robert Curry

1.4 Patrocinante

Universidad Católica de Valparaíso, a través de su Facultad de Agronomía, La Palma, Quillota.

1.5 Contraparte nacional

Profesor Levi Mansur Vergara, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso.

1.6 Grupo que presentó la propuesta

Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Ciencias Aplicadas de Los Andes, Ilustre Municipalidad de Los Andes, Asociación de Agricultores de Los Andes, Asociación de Canalistas Primera Sección Río Aconcagua, CODELCO, División Andina.

2.1 Itinerario desarrollado por el consultor

Fecha: Lunes 20 octubre

Lugar (Ciudad e Institución) Santiago, Instituto Geográfico y Facultad de Ciencias U. Chile.

Actividad: Estudio y compra de material gráfico, mapas y libros. Reunión con Departamento de Datos del Instituto Geográfico Militar.

16 horas: Reunión con Dra. Irma Vila, profesora de limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, y su equipo de investigación sobre el Río Aconcagua. Se discutió en esta reunión el peligro de extinción de fauna y flora del Río Aconcagua, debido al alto grado de contaminación de sus aguas. En detalle se discutió formas de limpieza de aguas subterráneas a través del sistema de filtraje llenando vegas y riberas del río, para captura subterránea y devolución de aguas de mejor calidad al río. Se acordó continuar la investigación de técnicas de mejoramiento de calidad y limpieza de las aguas del Río Aconcagua, a través de E-Mail y, posteriormente, intercambios entre la Universidad de Chile (Facultad de Ciencias) y la Universidad de California Santa Cruz.

Fecha: Martes 21 de octubre, 10 horas

Lugar (Ciudad e Institución): Santiago, Dirección General de Aguas

Actividad: Reunión con el equipo del Prof. Guillermo Cabrera Fajardo, especialista en aguas subterráneas. En esta reunión se discutió los datos de la investigación recién concluida del Prof. Cabrera Fajardo sobre la cantidad de aguas subterráneas en la cuenca del Aconcagua, investigación realizada para la Dirección General de Aguas. Se acordó la participación de este equipo en el Focus Group y en el proyecto a ser desarrollado en el futuro.

14 horas: Visita al Departamento de Información de la Dirección General de Aguas para solicitar los datos de flujo diario del Río Aconcagua en las diferentes estaciones de medición, datos históricos y actualizados que permiten realizar la medición de deshielos y de napas pasadas y presentes.

Fecha Miércoles 22 de octubre, 10 horas.

Lugar (Ciudad e Institución) Santiago, Servicio Agrícola y Ganadero

Actividad Entrevista y reunión con Juan Carlos Cuchacovich, jefe del Departamento de Protección de Recursos Naturales del SAG. Entrevista y reunión con Mario Lagos, jefe del Subdepartamento de Conservación de Suelos y Aguas, SAG.

Esta reunión focalizó el asunto de conservación de napas subterráneas, técnicas de recarga y de mejoramiento de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales en un sistema científico integrado (Conjunctive Use Model).

El SAG se mostró muy interesado en conocer las técnicas integradas de recarga de napas subterráneas y de mejoramiento de calidad (limpieza) de aguas. El consultor se comprometió a mantenerse en contacto con E-Mail (correo electrónico) e intercambiar informaciones científicas, incluyendo una visita personal de ambos ejecutivos a California y Nuevo Méjico para conocer in situ el sistema utilizado conocido como "Conjunctive Use Model" de manejo de deshielo, flujo de aguas, vegas, drenaje y filtración.

Fecha Jueves 23 de octubre.

Lugar (Ciudad e Institución) Los Andes, Asociación de Agricultores Sta.Rosa de Los Andes y Asociación de Canalistas 1ª Sección Río Aconcagua

Actividad: Realización de entrevistas personales y visitas a parronales de exportación y canales de regadío de las provincias de Los Andes y San Felipe

8 horas: Salida a terreno desde la sede de la Asociación de Agricultores de Los Andes.

13 horas: Almuerzo en el Instituto Agrícola "Pascual Baburizza", San Vicente. Discusión con profesores y estudiantes sobre diferentes técnicas de regadío y del aprovechamiento de napas subterráneas en tiempos de sequía.

15.30 horas: Charla y reunión con canalistas y productores agrícolas de San Felipe, Los Andes y Quillota, sede de la Asociación de Agricultores Sta.Rosa de Los Andes.

Reunión con directivos de ESVAL. Discusión de los problemas de manejo de la calidad de agua potable subterránea.

Fecha Viernes 24 de octubre, 11 horas

Lugar (Ciudad e Institución) Quillota, Facultad de Agronomía UCV

Actividad: Charla en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, con profesores y científicos interesados en el tema de riego y napas subterráneas. Presentación de diapositivas sobre el trabajo hecho en Estados Unidos y la tecnología de manejo de deshielos y recarga de napas subterráneas.

16 horas: Valparaíso, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada.

Reunión con el capitán de corbeta Rodrigo Núñez, Ph.D., quien hizo una exposición de las técnicas actualmente utilizadas en Chile de medición de la temperatura superficial del mar y de estudios del fenómeno climático conocido como "El Niño". El Dr. Curry discutió con él las nuevas tecnologías de la NASA de medición de la temperatura profunda (a 50 metros de profundidad) del mar en tiempo real. Discutieron la posibilidad de un proyecto en común con el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, la Universidad de California, la NASA y la estación de medición de CODELCO, División Andina, para la instalación de equipos de medición en tiempo real en el mar y los glaciares, para recoger datos diarios permanentes que permitan la previsión de fenómenos como "El Niño", con anticipación de entre 9 y 10 meses. Estos estudios permanentes permitirían conocer en forma adelantada la cantidad de nieve y precipitaciones para la previsión de inundaciones y/o sequías.

Fecha: Sábado 25 de octubre

Lugar (Ciudad e Institución) Sector Putaendo, Instituto de Ciencias Aplicadas.

Actividad Gira de reconocimiento y estudio geológico de la cuenca del Río Putaendo y Los Patos. Estudio de los datos de flujo diario de la estación de medición del Retén de Carabineros del Paso Los Patos. Estudio por parte del consultor de las proporciones de carga de sedimento del Río Putaendo y Los Patos. Estudio del lecho del río y de los locales de recarga de napas subterráneas.

Fecha: Domingo 26 de octubre

Lugar (Ciudad e Institución) Cuenca del Río Aconcagua, coordinación Prof. Levi Mansur, Facultad de Agronomía de la UCV.

Actividad: Inspección aérea de la zona de la cuenca del Río Aconcagua, desde la cordillera hasta la desembocadura del río en Concón.

Fecha: Lunes 27 de octubre

Lugar (Ciudad e Institución) Los Andes.

Actividad: Reservado para estudio y elaboración de informes, de acuerdo a antecedentes recogidos hasta la fecha.

Fecha: Martes 28 de octubre

Lugar (Ciudad e Institución): Río Blanco, CODELCO, División Andina

Actividad: El proyectado vuelo en helicóptero para observar la zona alta de la cuenca, de acuerdo al itinerario prefijado, no se realizó debido a las condiciones de riesgo para actividades aéreas sobre los 5.000 metros sobre el nivel del mar, provocadas por la inestabilidad de la atmósfera y las amenazas de mal tiempo que se presentaron los días En cambio, se efectuó un extenso recorrido por tierra, para apreciar en terreno las características de la cuenca. Por otra parte, además de la visita a terreno, se realizaron reuniones de trabajo, en las instalaciones de División Andina, para discutir temas de especialidad, en conjunto con profesionales expertos, encuentros en los cuales se agotó la recolección de antecedentes técnicos y apreciaciones de la realidad geográfica de la cuenca alta del Aconcagua. Es muy destacable el notable apoyo que brindó este grupo de profesionales, tanto en estas reuniones como en el Focus Group y, en general, todas las actividades desarrolladas durante la estadía del Prof. Curry en la zona.

Fecha: Miércoles 29 de octubre

Lugar (Ciudad e Institución): Los Andes, Instituto de Ciencias Aplicadas

Actividad Gira de análisis geológico del lecho del Río Aconcagua entre Los Andes y Saladillo. Estudio del lugar planificado para el Embalse Puntilla del Viento. Estudio de las principales bocatomas de los canales de riego.

Fecha: Jueves 30 de octubre, 10 horas

Lugar (Ciudad e Institución): Los Andes, Municipalidad de Los Andes

Actividad: Encuentro con jóvenes estudiantes de las provincias de Los Andes y San Felipe, interesados en ciencias, en el Salón de Honor de la Ilustre Municipalidad de Los Andes. Tema: "Jóvenes, ciencia y medio ambiente; cambios climatológicos y el fenómeno "El Niño". Exposición de diapositivas sobre manejo de recursos hídricos y desarrollo sustentable.

Fecha: Viernes 31 de octubre, 10 horas

Lugar (Ciudad e Institución) Santiago, Dirección General de Agua y Dirección General de Riego.

Actividad: Reunión con Juan Arrese, Subdirector DGR. Se discutió en detalle los estudios de factibilidad para la posible construcción de embalses en Puntilla del Viento, Las Palmas y Catemu. El Dr. Curry le mostró los datos adquiridos en su visita y estudio preliminar geológico del lugar de Puntilla del Viento, y enfatizó su opinión de que este embalse sería extremadamente peligroso, no solamente porque se planifica la posible construcción en una importante falla geológica sísmica, sino también por el peligro que representa el contenido de sedimento del Río Aconcagua. Sus primeras mediciones en el lugar muestran un contenido de 49% de sedimento suspendido y 51% de rocas y piedras. La posibilidad de movimientos de tierra y piedras arriba del local del proyectado embalse, además, concluyó el consultor, trae el riesgo de inundaciones con el desbordamiento del embalse hacia Los Andes. El Subdirector enfatizó que los estudios de sedimento y de factibilidad están todavía en elaboración, pero que se estaba considerando la posibilidad de un embalse en Catemu para ayudar a solucionar los problemas de agua para la tercera sección del río.

11.30 horas: Reunión con el Director de la DGA, Humberto Peña Torrealba, y el Dr. Carlos Salazar Méndez, ingeniero jefe del Departamento de Estudios y Planificación de la DGA. En esta reunión el consultor presentó en detalle la tecnología denominada "Conjunctive Use Model", un sistema integrado de manejo de aguas de deshielo, anegando vegas y protegiendo las riberas del río en tiempos de mucha agua, para filtraje y captura de reserva en napas subterráneas para tiempos de sequía. Este sistema integrado incluye la construcción de embalses subterráneos simples, pozos de inyección de agua en las napas subterráneas y de un sistema de pozos de poca profundidad para recarga de los canales en tiempos de sequía. Llegaron a la conclusión de que sería muy importante realizar un viaje, una gira tecnológica, a California y Nuevo Méjico, para conocer el sistema integrado (Conjunctive Use Model) y elaborar un proyecto de planificación para utilización de recursos hídricos para la Primera y Segunda Secciones del Río Aconcagua.

Fecha: Sábado 1º noviembre, 8 horas

Lugar (Ciudad e Institución): Zona Los Andes - Frontera, Ilustre Municipalidad de Los Andes,

Actividad : Visita de conocimiento de la cordillera y nacimiento del Río Mendoza, frontera Chile-Argentina. Responssable: Sr. Alcalde, Dn. Octavio Arellano Zelaya y Secretario Municipal, Dn. Luis Rojas Jélvez.

Reunión con el Intendente de la Provincia de Mendoza. Discusión de los problemas hídricos de esta provincia argentina, con la posibilidad de realizar un proyecto en conjunto entre ambos países para aprovechamiento de los recursos hídricos provenientes de los glaciares.

Fecha : Domingo 2 noviembre

Lugar (Ciudad e Institución) Los Andes

Actividad Día dedicado a la preparación de la reunión de Focus Group.

Fecha Lunes 3 de noviembre, de 10 a 18 horas

Lugar (Ciudad e Institución) Salón de eventos Hotel Plaza, Los Andes, Instituto de Ciencias Aplicadas

Actividad : Realización de Focus Group con científicos que formarán parte del proyecto a ser elaborado con posterioridad al estudio conceptual.

Este encuentro contó con la presencia de importantes expertos en los temas de recursos hídricos y conservación del medio ambiente.

Hay un anexo con ocho cassettes de audio y un cassette de video editado que registran la actividad.

Asistentes: Ludwig Stowhas, ingeniero hidráulico, Prof. Univ. Santa María
Juan Antonio Durán, ingeniero civil hidrólogo, SAG
Ricardo Bensen, ingeniero hidráulico, Jefe Medio Ambiente, CODELCO, División Andina
Andrés Hellena, meteorólogo y glaciólogo, CODELCO, División Andina
Mario Lagos, Jefe Subdepartamento Conservación de Suelos, SAG
José Vergara, ingeniero hidrólogo, Universidad de Chile
Rodrigo Ahumada, ingeniero, especialista en riego, INIA
María Helena Moreira, Prof. cientista socio-política, Inst. de Ciencias Aplicadas
José Abadie Gallardo, Director Ejecutivo Instituto de Ciencias Aplicadas

Después de un amplio intercambio de ideas y opiniones, se llegó a las siguientes conclusiones:

1.- Es muy importante hacer un proyecto con la colaboración de las instituciones presentes y la Dirección de Aguas. Este sería un proyecto piloto que serviría tanto para ayudar a solucionar el problema de agua de una región de escasos recursos como Putaendo, como para servir de "experimento piloto" del funcionamiento del sistema integrado en Chile. En la discusión del Focus Group fueron discutidas las diferentes particularidades del país que afectarían la instalación de una tecnología de manejo de aguas de deshielo y recarga de napas subterráneas, modelada en la de California. Primero se discutió la particularidad de las leyes de derechos de aguas, tanto superficiales como subterráneas. En segundo lugar se analizó la especificidad de las condiciones de la cuenca del Río Aconcagua: su forma de lecho, la acentuada pendiente, con la consiguiente rapidez de flujo, la cantidad de sedimento que carga, especialmente el sedimento compuesto de rocas y piedras, y, finalmente, la especial manera por la cual el río recompone las vegas y recarga las napas subterráneas. Los datos obtenidos en la investigación de aguas subterráneas realizada por el equipo de Guillermo Cabrera Fajardo, para la Dirección de Aguas, fueron discutidos y se decidió complementarlos con un nuevo proyecto.

Los expertos, finalmente, llegaron al consenso de elaborar el proyecto piloto en Putaendo, citado más arriba, que serviría como ejemplo para utilización en la primera y segunda secciones del Río Aconcagua. El Dr. Mario Lagos, Jefe del Subdepartamento de Conservación de Suelos y Aguas del Servicio Agrícola y Ganadero, expuso que es posible que el SAG pueda decidir, por decreto de conservación, la creación de un "Área de Conservación de Agua" en Putaendo, para suspender parte de los derechos de aguas subterráneas y, por lo tanto, crear las condiciones adecuadas para la instalación de un proyecto piloto.

Este consiste en implantar planchas de acero en la tierra hasta la profundidad de aproximadamente 10 a 20 metros, formando embalses subterráneos que tienen la finalidad de disminuir la velocidad del flujo de agua para levantar la napa subterránea existente hasta 20 y 10 metros de la superficie (como un embalse superficial que forma un lago, pero bajo dicha superficie). Esta napa cerca de la superficie forma reservas hídricas en tiempos de mucho flujo, que pueden ser más fácilmente capturadas a través de un sistema de pozos de poca profundidad (hasta

un máximo de 20 metros), que podrían bombear el agua acumulada para los canales de riego en tiempos de sequía.

El Dr. Robert Curry demostró cómo funciona esta tecnología integrada (Conjunctive Use Model) con diapositivas y transparencias. Los expertos presentes llegaron a un acuerdo que se podría probar la tecnología en Putaendo, estudiando su funcionamiento en una cuenca adyacente a la del Río Aconcagua, que tiene las ventajas de constituirse en área de conservación de uso de agua y de geología subterránea, fácilmente utilizable para la captura y reserva de aguas. Este proyecto piloto, a su vez, serviría para nuevos estudios de factibilidad para otros puntos de la cuenca del Río Aconcagua y otras cuencas hídricas de Chile.

2.- Al mismo tiempo se llegó a la conclusión de que es necesario desarrollar un proyecto integrado con la participación de CODELCO, División Andina, y del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada para la instalación de los equipos de medición en tiempo real de la temperatura profunda del mar (50 metros) y de los deshielos de los glaciares de mucha altura (más de 5.000 metros). El proyecto instalaría un equipo permanente para estudiar y seguir los cambios climáticos haciendo predicciones anticipadas (hasta nueve meses) con entre 80 y 90% de precisión, de las nieves y lluvias en tiempo de invierno. Estas predicciones, explicó el Dr. Curry, ya son hoy día hechas en California, y permiten además planificar el riego de deshielo y la conservación de agua a través de captura subterránea en el sistema de embalses y pozos para uso en tiempos de sequía.

3.- Se decidió que sería de suma importancia organizar una gira tecnológica a California. El Dr. Curry se comprometió a organizar esta gira desde Estados Unidos para que miembros del Gobierno de Chile, expertos y agricultores puedan conocer de cerca y en detalle el funcionamiento de la tecnología denominada "Modelo de Uso de Sistemas Integrados" (Conjunctive Use Model). Fue decidido que, entre los participantes de la gira tecnológica sería importante incluir el Director de la Dirección General de Aguas, Humberto Peña Torrealba; el Director de la Dirección General de Riego, Eduardo Bartholin; el Dr. Carlos Salazar Méndez, del Depto. de Estudios y Planificación de la DGA; el Dr. Juan Carlos Cuchacovich, jefe del Depto. de Protección de Recursos Naturales del SAG; el Dr. Mario Lagos, jefe del Subdepto. de Conservación de Suelos y Aguas del SAG; el Prof. Ludwig Stowhas, de la Universidad Santa María; el Prof. Guillermo Cabrera Fajardo, de Ingendesa. Además de los expertos en meteorología e hidrología de CODELCO, División Andina, Ricargo Bensan, Antonio Varas, Ricardo Vargas; y dirigentes de las Asociaciones de Agricultores de Los Andes y San Felipe y Asociación de Canalistas.

El Alcalde de Los Andes, Octavio Arellano, demostró su interés en participar de la gira, ya que es de suma importancia para la región de Los Andes. Fue discutida la conveniencia de que participen, también parlamentarios de la región que serán elegidos en diciembre 1997-

Se decidió elaborar un proyecto de gira tecnológica a ser presentado para financiamiento al FIA, con fecha prevista para junio de 1998, época de comienzo de los deshielos en California y Nuevo México, ideal para conocer el sistema tecnológico mencionado.

Fecha: Martes 4 de noviembre

Lugar (Ciudad e Institución): Los Andes, Ilustre Municipalidad de Los Andes

Actividad: 10 horas, Conferencia de prensa en el Salón del Concejo Municipal

18.30 horas, Seminario final "Aconcagua, de los Glaciares al Mar", en el Salón de Honor de la Ilustre Municipalidad de Los Andes. Invitación extensiva a todas las autoridades de la zona, integrantes de asociaciones de productores agrícolas y canalistas del valle de Aconcagua y científicos locales interesados, juntamente con los medios de difusión.

2.2 Cumplimiento de los objetivos propuestos

Se estima que los objetivos propuestos se cumplieron ampliamente en la fase de anteproyecto, aun cuando queda mucho por definir, ya que el estudio contenía principalmente como objetivo generar ideas.

2.3 Descripción detallada de la tecnología capturada, capacidades adquiridas, productos, etc.

El Profesor Curry, a través de sus observaciones y estudios de terreno de la cuenca del Río Aconcagua, llegó a proponer una tecnología que consiste en tres programas integrados:

1) Acopiamiento de aguas subterráneas, programa masivo de perforación de pozos y tecnificación del riego agrícola. Normalmente el almacenamiento de agua en Latinoamérica y en Chile en particular, ha sido la construcción de embalses sobre la superficie. En cambio, el Dr. Curry estimó que aunque un embalse es técnicamente posible, no es sustentable a largo plazo, debido a la alta carga de sedimentos que transporta el Río Aconcagua. Como alternativa propuso técnicas que disminuirían la velocidad del flujo del agua del río en tiempos de exceso de agua, de manera que una mayor cantidad de agua se infiltraría a las napas que naturalmente existen debajo de la superficie. Consecuentemente, esto traería una elevación del nivel de las napas, lo que significaría la construcción de pozos de menor profundidad. El Dr. Curry señaló que esto es similar a lo que ocurre, naturalmente, en la segunda sección del río, donde debido a la vegetación y menor pendiente, el río recarga constantemente las napas, encontrándose agua en perforaciones de diez metros o menos.

2) El segundo programa consistiría en una perforación masiva de pozos financiada por el Gobierno, para abaratar costos y después ser cedidos a los usuarios, a través de créditos.

3) Finalmente, propuso un programa de masificación de riego tecnificado. Señaló que el costo de tecnificar un predio de veinte hectáreas, incluyendo pozos, no debería subir de diez mil dólares. La recuperación de la inversión se obtendría a partir del incremento de la producción que origina el riego tecnificado. Observó como obstáculo a este tipo de proyecto, la legislación vigente sobre los derechos del agua, que no ve este recurso como un bien común. Señaló que habría que vencer barreras sociales, ya que estos programas requieren una alta cooperación y coordinación entre los usuarios. También manifestó que se requerirían mayores estudios para avalar esta idea dentro del sistema acuífero del Valle de Aconcagua.

Para los detalles técnicos de esta propuesta, rogamos dirigirse al informe del Dr. Curry adjunto. También se anexan grabaciones de audio y video del Focus Group y de la charla "Aconcagua: De los glaciares al mar", realizada el último día de su consultoría.

2.4 Aplicabilidad en Chile

(Región o zona, campo de aplicación, beneficio esperado, requerimiento para su aplicación)

En el Focus Group, el Dr. Curry y sus colaboradores chilenos consideraron que la mejor forma de evaluar sus propuestas era el establecer un estudio de factibilidad, a partir de la instalación de un proyecto piloto en la cuenca adyacente del Río Putaendo, en Los Patos. Ver información de la actividad del Focus Group.

Por otra parte, se concluyó que si bien es cierto, estas propuestas son específicas para el Valle de Aconcagua, pueden ser aplicables a otros valles.

2.5 Evaluación del Consultor por la Contraparte Nacional

Ver anexos

2.5 Sugerencias

Se sugiere la realización de una gira tecnológica de jefes de servicios gubernamentales relacionados con el tema del agua (Dirección General de Aguas, Dirección General de Riego, Departamento de Conservación de Recursos Naturales del SAG, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada y otros), parlamentarios, alcaldes y dirigentes de Asociaciones de Agricultores y Canalistas de la Región, para conocer en terreno la aplicación del sistema de manejo de cuencas de California y Nuevo Mexico.

Se recomienda, además, considerar la factibilidad de un proyecto piloto en la cuenca del Río Putaendo, conforme sugerido por expertos del Focus Group.

3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

3.1 Organización antes de la visita del consultor

a. Contacto inicial con Consultor realizado por:

_____ patrocinante

_____ investigador / profesional

_____ FIA

X otro: Instituto de Ciencias Aplicadas

b. Apoyo de Institución patrocinante:

X bueno

_____ regular

_____ malo

c. Recomendaciones

3.2 Organización durante la visita

X buena

_____ regular

_____ mala

Recomendaciones

Fecha: 12/Dic/97

Firma del responsable de la ejecución: Ji Mause