

**CONSULTORÍA DE APOYO AL ENCUENTRO DE LA DIRECCIÓN  
METEOROLÓGICA DE CHILE CON SUS USUARIOS  
Y CURSO DE MEDICIÓN DE BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LOS  
SERVICIOS METEOROLÓGICOS**

**INFORME FINAL**

Jorge Ducci  
Santiago de Chile  
Junio, 2008

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente documento resume las actividades principales desarrolladas por el consultor con el objeto de apoyar a la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) en la preparación y desarrollo del “Encuentro de la DMC con sus usuarios”, así como de un “Curso de métodos de evaluación de los beneficios económicos y sociales de la información hidrometeorológica”.

Estas actividades se concertaron bajo la dirección del Ing. José María Marcos Espinosa de la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET) y contaron con el apoyo de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Se agradece especialmente la afable y eficaz colaboración del personal de la DMC, en particular de su Directora, Sra. Myrna Araneda; el Jefe de la Oficina de Planificación y Gestión, Sr. Enrique Garrido, y la Meteoróloga Gina Charpentier, entre muchos otros.

Se agradece también la valiosa colaboración de la Dra. Sonia Quiroga, de la Universidad de Alcalá, quién participó como co-expositora en el curso.

## **II. ACTIVIDADES PREPARATORIAS**

En diversas fechas, entre abril y mayo del 2008, se visitaron las oficinas de la DMC en Santiago y se desarrollaron diversas actividades orientadas a preparar los principales elementos del encuentro con los usuarios y del curso.

En lo fundamental:

- Se apoyó en la preparación de la agenda de ambos eventos.
- Se participó en una reunión para definir los potenciales actores claves a ser invitados al encuentro.
- Se participó en una reunión con actores claves quienes serían presentadores en el encuentro, seleccionándose los temas más significativos.
- Se apoyó en la definición de los grupos que conformarían los talleres de discusión con usuarios.
- Se formuló una pauta para la presentación de los usuarios.
- Se formuló una pauta para los facilitadores de los grupos que conformarían los talleres de discusión con usuarios.

- Se coordinó con la meteoróloga Charpentier las dos presentaciones que representaron los trabajos de la DMC en materia de evaluación de beneficios de proyectos de servicios meteorológicos, a saber: “Reposición del sistema meteorológico integrado del Aeropuerto Arturo Merino Benítez, 2006” e “Implementación de un sistema operacional de pronósticos meteorológicos, para el Complejo Los Libertadores”.
- Preparación y edición de las cuatro presentaciones del consultor.

### **III. ACTIVIDADES DURANTE EL ENCUENTRO Y CURSO**

#### **III.1 Curso**

Entre los días 2 y 3 de junio se llevó a cabo el curso de “Métodos de evaluación de los beneficios económicos y sociales de la información hidrometeorológica”, con la participación de unas 30 personas.

En esta fase, el consultor participó en las siguientes tareas:

- Moderador y presentador de las sesiones y exposiciones.
- Presentador de las siguientes ponencias:
  - “Metodologías de medición de beneficios socioeconómicos de los servicios meteorológicos”;
  - “Estudio de caso: Evaluación del Sistema de Alerta Temprana del ENOS para México”;
  - “Estudio de caso: “Valoración Económica de la Red Fluviométrica en Chile”.

#### **III.2 Encuentro**

Entre los días 4 y 5 de junio se llevó a cabo el “Encuentro de la DMC con sus usuarios”, con una participación de unas 40 personas de numerosos ámbitos públicos y privados, así como de diversas regiones del país.

En esta fase, el consultor participó en las siguientes tareas:

- Moderador y presentador de parte de las sesiones.

- Expositor del tema: “Beneficios socioeconómicos de los servicios meteorológicos”.
- Coordinación, en conjunto con el representante de la DMC, de la formación de dos grupos de trabajo de talleres de discusión.
- Moderador, en conjunto con el representante de la DMC, del plenario previo al inicio de los grupos de discusión.
- Coordinación, en conjunto con el representante de la DMC, del análisis crítico de las conclusiones de cada grupo.

Se destaca de lo anterior la participación de importantes usuarios como presentadores de su perspectiva de uso de información meteorológica, a saber:

- Ing. Andrés Ellena, División Andina de la Corporación del Cobre (CODELCO);
- Ing. Carlos Berroeta, Aguas Andinas S.A.
- Ing. Ximena Rojas, Instituto Técnico del Salmón
- Agr. Pamela García, Seremi de Agricultura VI región
- Ing. Waldo Moraga, Jefe Unidad de Prevención y Emergencia, Subsecretaría, Ministerio de Obras Públicas
- Dr. Fernando Santibáñez, Decano Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

De acuerdo con el número y afiliación de los usuarios que finalmente se presentaron a la sesión de trabajo de los talleres se conformaron dos grupos sectoriales. El primero con miembros del Ministerio de Obras Públicas (MOP), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), y de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC). El segundo con miembros de las concesionarias de carreteras interurbanas (del Aconcagua e Itata), del Instituto Tecnológico del Salmón, de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). En ambos grupos participaron además representantes del nivel central y regional de la DMC.

#### **IV. CONCLUSIONES DEL ENCUENTRO**

Un objetivo central del encuentro fue el de identificar líneas de acción prioritarias para el desarrollo de futuros planes de negocios, de acuerdo con los conceptos señalados en el documento de Kootval, Haleh: “Learning through doing. A pilot project proposal”, Public Weather Services Programme, WMO, 2007.

Se resumen y comentan a continuación las principales áreas de interés que surgieron del encuentro las que, sin embargo, aún no han sido priorizadas por la DMC. En el contexto del encuentro se procuró disponer del mayor número de ideas preliminares de posible interés, e incluso se han considerado sectores o áreas que no

tuvieron representantes en el encuentro, pero cuya importancia ha sido detectada por el personal de la DMC. El formato de la presentación que sigue corresponde a la pauta entregada a los grupos de trabajo, aún cuando ella no fue estrictamente respetada. Se incorporan también en este formato las ideas que surgieron de las presentaciones de los usuarios más relevantes, y de las opiniones recogidas de los directores regionales de la DMC.

En general, los diversos participantes están solicitando información de datos y pronósticos más relevantes a sus procesos de toma de decisiones, con mayor especificidad en diversos parámetros puntuales, así como de mayor precisión territorial. El nivel de detalle disponible, y el tiempo de discusión de los grupos, no permitió elaborar planes de acción concretos.

Una primera área temática surgió en relación con las necesidades de diversos usuarios que operan en las zonas montañosas de Chile, los que requieren principalmente información en tiempo real, y pronósticos de alertas de eventos de temporales de nieve, presencia de hielo, etc. Si bien la DMC cuenta con un pronóstico a 3 días de las condiciones generales del tiempo en grandes sectores montañosos del país, así como de la altura de la isoterma de 0 grados, hay demanda por contar con análisis puntuales más precisos y completos de los fenómenos que afectan las actividades en montañas. Una síntesis de las líneas de acción se presenta en el cuadro siguiente.

#### **Meteorología de Montaña:**

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Acciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sistema de alerta para la División Andina de CODELCO	Dar apoyo en la ejecución del Plan Invierno para permitir la seguridad del personal y de las operaciones mineras, así como facilitar las labores de despeje de rutas ante temporales de nieve.	La División Andina cuenta con los equipamientos necesarios y está en proceso de licitación de la operación y mantenimiento del sistema de alerta con participación de meteorólogos especializados en clima de alta montaña.	Las necesidades del usuario están claramente definidas y resta a la DMC la decisión de participar o no en la licitación que será llamada en breve.
Sistema de pronósticos meteorológicos para Complejo Los Libertadores	Montar sistema de información sobre condiciones de la principal ruta que une Chile con Argentina, para evitar los riesgos del tránsito de personas y cargas, y facilitar las labores de despeje de la ruta ante temporales de nieve, reduciendo los tiempos de cierre del túnel fronterizo.	Proyecto a nivel de idea. La DMC dispone de un perfil del problema con datos de tránsitos afectados, y frecuencia de cierres del túnel. Sería necesario avanzar en modelar la toma de decisiones del operador vial y en determinar la efectividad del eventual sistema de pronósticos. Si los antecedentes lo	Parece necesario incorporar además de la DMC y la Dirección de Vialidad del MOP, a la Dirección General de Aguas (que cuenta con una estación meteorológica en el paso), y revisar los procedimientos de coordinación con Vialidad de Argentina. También operan en el paso el Servicio

		justifican se procedería a desarrollar el proyecto a nivel de factibilidad.	Agrícola y Ganadero (SAG) y la Policía de Investigaciones de Chile.
Sistema de pronósticos meteorológicos para centros de turismo invernales */	Desarrollo de modelos de predicción climática y de tiempo referida a las condiciones de acumulación de nieve para el desarrollo de deportes de invierno.	Hacer un sondeo de la situación de estos potenciales usuarios.	No hubo representantes de este sector en el encuentro y se desconocen sus necesidades específicas.
Pronósticos orientados a montañistas	Desarrollo de modelos de predicción de tiempo útiles a las necesidades de montañistas.	Hacer un sondeo de la situación de estos potenciales usuarios.	Esta actividad es relativamente limitada en el país, aunque recurrentemente se presentan situaciones de emergencia ante eventos no previstos oportunamente.

\*/ Idea de proyecto propuesta por el consultor.

Otra línea de interés se relaciona con las necesidades indirectas de los usuarios de la vialidad interurbana, representada tanto por las concesionarias privadas viales, como por la Unidad de Prevención y Emergencia del MOP.

#### **Meteorología para gestores de redes viales**

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Acciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sistema de pronósticos para gestores de redes viales, privadas (concesionarias) o públicas (MOP)	Disponer de información sobre precipitaciones críticas, eventos de niebla y de congelamiento, para gestionar la seguridad de usuarios viales y las operaciones de mantenimiento.	Definir priorización de puntos/zonas críticas. Estudiar umbrales críticos de parámetros meteorológicos. Diseñar sistemas de alerta. Diseñar medidas de mitigación.	La DGA cuenta con pronósticos de crecidas de ríos que son fuente importante de daños a la infraestructura vial, y debiera incorporarse al proyecto.

Las necesidades de los sectores de producción agrícola, forestales y de salmoneras generaron diversas propuestas o solicitudes de proyectos, los que se sintetizan en el siguiente cuadro.

#### **Meteorología para sectores productivos primarios**

<b>Proyecto</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Acciones</b>	<b>Comentarios</b>
Sistema de pronósticos para la agricultura, a través de los Centros Regionales de Información Agrometeorológica (CRIA), dependientes de la SEREMI de	Disponer de información sobre parámetros meteorológicos de relevancia a los agricultores del país, a un nivel de especificidad por	Diagnóstico de los CRIA existentes. Reforzamiento y ampliación regional de estos sistemas. Desarrollo de modelos de pronósticos relevantes a nivel de	La CRIA de la VI región parece estar funcionando exitosamente y su experiencia sería replicable en otras regiones. Hay que notar que la

Agricultura.	producto y por región.	productos y regiones.	Federación de Exportadores de Frutas de Chile cuenta con un centro especializado.
Sistema de pronósticos para la industria del salmón, y pesquería artesanal en las regiones X y XI.	Disponer de información sobre parámetros críticos de salinidad del agua, situación de vientos, elementos climáticos como la Niña/Niño y similares, que afectan la productividad de las salmoneras y su gestión operativa. La información se haría extensible a la pesquería artesanal.	Diagnóstico y reforzamiento del Sistema de Pronósticos Ambientales para la Industria del Salmón, que opera el Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL).	Se requeriría coordinación de informaciones disponibles en estaciones de la DMC, DGA y la Marina de Chile.
Sistema de pronósticos para la gestión de incendios forestales.	Disponer de información meteorológica y modelos especializados que permitan mitigar los daños por incendios forestales.	Hay convenio CONAF – DMC para transmisión de informaciones. Requiere de habilitación de meteorólogos especializados. Se propone desarrollo de índices de incendios forestales.	Requiere coordinación con sector forestal privado, los que disponen de sistemas de alerta propios.
Sistema de información meteorológica para seguros agrícolas.	Disponer de información especializada por producto y territorio para definir zonas de riesgo homogéneas.	Empresas aseguradoras disponen de información relativamente agregada para definición de primas y riesgos. Son necesarios servicios de verificación de siniestros y similares.	Los seguros agrícolas cuentan con importante subsidio del Estado.

Se presentan a continuación las propuestas de proyectos de otros sectores que estuvieron representados en el encuentro.

### Meteorología para otros sectores

Proyecto	Objetivos	Acciones	Comentarios
Sistema de información y pronósticos pluviométricos para Aguas Andinas S.A.	Contar con antecedentes pluviométricos necesarios para el mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario unitarias en Santiago, y para la planificación de redes colectoras pluviales.	Aguas Andinas y la DMC están negociando un acuerdo según el cual Aguas Andinas financiaría la instalación de equipos de medición adicionales en Santiago y su operación y mantenimiento estaría a cargo de la DMC.	Las necesidades del usuario están claramente definidas y resta cerrar el acuerdo.
Sistema de información y pronósticos sobre	Contar con antecedentes para	Identificar y priorizar zonas de riesgo.	Proyecto de interés de SERNAGEOMIN – MOP

fenómenos de remociones en masa en zonas susceptibles.	prevenir y mitigarlos daños que causan en el país las remociones en masa.	Establecer umbrales críticos detonantes. Diseñar sistema de avisos y alertas.	y DMC. Es crítico establecer una priorización territorial de los fenómenos de remociones en masa.
--	---	--	---

Hay otros sectores en los cuales hay ideas variadas de proyectos, pero que no estuvieron representadas en el encuentro. Se citan las más relevantes que surgieron de los grupos, así como de las discusiones del plenario.

- Sector energía: hay posibilidades de mejorar la información meteorológica para el desarrollo de fuentes de energía alternativa, por ejemplo, solar en el Norte de Chile. También ya se ha hecho un levantamiento de intensidades de vientos para producción de energía eólica. El sector hidroeléctrico es un usuario importante de la información hidrometeorológica, pero se desconoce de requerimientos de proyectos que complementen la red de datos de estos usuarios.
- Sector turismo: afecta tanto la planificación de desarrollo de complejos turísticos como las operaciones diarias de transporte de turistas, por ejemplo, de los cruceros en el sur de Chile. Hay variados requerimientos de información de tiempo, y la DMC publica en su página diariamente un pronóstico para los principales centros turísticos del país.
- Sector construcción: demanda información de tiempo diarios para la planificación de obras (especialmente pavimentaciones), certificados de eventos de lluvias, etc.
- Sector justicia: demanda información "oficial" de condiciones meteorológicas para diversos tipos de procedimientos judiciales. Podría concebirse un proyecto de transmisión de información más expedito.

## V. REFLEXIONES FINALES

Se presentan a continuación, brevemente, algunas reflexiones sobre las actividades desarrolladas, su grado de éxito y posibles lecciones para futuros encuentros.

El encuentro tuvo gran éxito en lo que se refiere a conectar a la DMC con sus usuarios, tanto formal como informalmente, así como para que esta entidad diera a conocer a la mayor gama de interesados posibles el alcance de sus actividades. Estos dos objetivos se consideraban centrales al encuentro.

Un alto grado de éxito tuvo también la importante participación de usuarios en grupos de trabajo y exposiciones, que permitieron detectar un sinnúmero de ideas de

proyectos que conforman un interesante banco de información para futuras acciones de la DMC.

No obstante, es imprescindible avanzar en priorizar los proyectos identificados, y a partir de ello, y de algunos análisis adicionales, elaborar los correspondientes planes de acción.

En lo que se refiere al curso, no cabe duda que la amplitud de los temas tratados, y la falta de familiaridad de la gran mayoría de los participantes con los temas básicos de economía, impide que se pueda avanzar en demasía en una verdadera capacitación. De hecho, a lo más se puede pretender que los asistentes se compenetren mínimamente con el contenido del curso.

Lo anterior lleva a la idea, también expresada por algunos participantes, de orientar en mayor medida el curso en la dirección de desarrollar talleres prácticos en vez de presentaciones teóricas o de casos ajenos. Ello implicaría, sin embargo, otra logística (preparación previa, equipamiento computacional, limitado número de participantes, etc.) que pudiera escapar al alcance de este tipo de curso.

No obstante, se detectó que la DMC, así como la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), de la cual depende, cuenta con un número importante de profesionales entrenados y con experiencia en materias de evaluación social de proyectos, lo que facilitará grandemente el logro de los objetivos del proyecto piloto.