

Evaluación socioeconómica del impacto de los proyectos piloto “Learning through doing” para mejorar las relaciones con usuarios, para ser implementados en Chile y Perú (1ª Fase)

30 Septiembre 2009

Sonia Quiroga

Doctora en Economía. Departamento de Estadística, Estructura Económica y Organización Económica Internacional. Universidad de Alcalá. España

sonia.quiroga@uah.es



Resumen ejecutivo

Objetivos

El objetivo de este estudio es proporcionar asesoramiento metodológico sobre los métodos básicos para el análisis de los beneficios socio-económicos de la información hidrometeorológica para realizar los estudios correspondientes que permitan evaluar los resultados obtenidos de las propuestas de actuación de los subproyectos de aprendizaje práctico en materia de relaciones de los SMHN con los sectores de usuarios clave que se están desarrollando en Chile y Perú. Al mismo tiempo se presentan resultados para el caso en que dichas metodologías han comenzado a implementarse por parte de los servicios meteorológicos implicados. No obstante es importante señalar que en la mayoría de los casos esto no ha sido posible dado el retraso acumulado en el desarrollo de los planes de marketing y la implementación de las medidas, que en general constituyen un paso previo al análisis económico.

Métodos

Este estudio desarrolla una combinación de metodologías de análisis, tanto métodos directos como indirectos que tienen aplicación para la valoración de bienes semi-públicos, cuando la valoración de mercado no se puede aplicar. Los métodos van desde valoración contingente a través de encuestas a usuarios, modelos de decisión cost-loss, uso de los precios hedónicos, estimación de modelos econométricos para la evaluación de impactos o evaluación de los costes evitados por la intervención. La elección de los métodos en cada caso se ha justificado con un estudio de la literatura relacionada con el problema concreto a evaluar en cada sub-proyecto, acompañándose en cada caso la exposición de la metodología con un número de estudios seleccionados donde ha sido aplicada en problemas similares a los evaluados en cada uno de los sectores propuestos. Además se ha ofrecido apoyo a través de la plataforma de e-learning creada específicamente para los subproyectos, tratando de resolver las dudas que se han planteado a la hora de transferir los estudios a casos concretos.

Resultados

Se presentan los resultados alcanzados para el subproyecto seguridad vial en el Paso de Los Libertadores llevado a cabo por la Dirección Meteorológica de Chile por ser el que ha mostrado un trabajo más continuado permitiendo comenzar con la aplicación de la metodología propuesta para la evaluación de la situación de partida. Se muestra la contabilización que la DMC ha llevado a cabo sobre el coste que podría evitarse al evitar cada día de cierre del paso. Dada la reciente implementación de las medidas, no se han contabilizado todavía los impactos reales de las medidas sobre el cierre. No obstante la DMC ha comenzado a consultar cómo llevar a cabo esta evaluación y al final del informe se presentan algunas orientaciones para las líneas de actuación futuras.

Índice de contenidos

1	Introducción	4
1.1	Contexto y objetivos	4
1.2	Retos para lograr una evaluación económica de la mejora de los servicios	5
2	Estudio de los antecedentes.....	6
3	Informe sobre las distintas metodologías	9
3.1	Sector salud: estimación de beneficios socioeconómicos del uso de la información meteorológica en la prevención de heladas para mitigar efectos en la salud de la población rural en Perú.....	9
3.2	Proyecto sobre agricultura: productores de papa en el valle del Mantaro en Perú	11
3.3	Proyecto sobre agricultura: aplicación a cultivos de vid y espárrago en la región Ica en Perú	16
3.4	Proyecto sobre seguridad vial: complejo Los Libertadores en Chile	19
3.5	Proyecto sobre agrometeorología: sistema de información meteorológica para la agricultura de la VIII región en Chile	22
3.6	Sistema de pronóstico para la industria del salmón y pesquería artesanal en las regiones X y XI en Chile.....	28
3.7	Limitaciones y posibilidades de los enfoques metodológicos	30
4	Evaluación económica inicial en un sector seleccionado: Proyecto sobre seguridad vial: Los Libertadores en Chile	31
4.1	Evaluación mediante costes evitados presentada por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Dirección Meteorológica de Chile	31
4.1.1	Valoración de la situación de partida o baseline	31
4.1.2	Información meteorológica disponible en el momento inicial y cómo se difunde a los usuarios.....	32
4.1.3	Proceso General de Cierre-Apertura del Camino.....	33
4.1.4	Detalle de los tránsitos afectados: rutas comerciales y de viajeros.	34
4.1.5	Alternativas de Cruce de la Frontera	35
4.1.6	Impacto en la recaudación de ingresos por concepto de Peajes por cierre del Paso los Libertadores	36
4.1.7	Impacto Económico del Cierre del Paso Los Libertadores	38
4.1.8	Impacto en las Importaciones y Exportaciones	41
4.1.9	Pérdidas operacionales de los vehículos detenidos en la ruta	42
4.1.10	Costes totales.....	43
4.1.11	Situación en el año 2009	43
4.2	Limitaciones del estudio y futuras líneas a seguir.....	45
4.3	Diseño de indicadores de uso del pronóstico	45
5	Conclusiones.....	47
6	Referencias.....	48

1 Introducción

1.1 Contexto y objetivos

El esfuerzo para justificar económicamente la información climática se ha incrementado significativamente en los últimos años, en gran medida debido al compromiso asumido por OMM tras la Conferencia de Madrid en 2007 (<http://www.wmo.int/pages/madrid07>). Con dicho compromiso se ha pretendido contribuir a generalizar la visión de la información como un input en los procesos de decisión que debe ser utilizado por los agentes individuales para reducir la incertidumbre y tomar así decisiones más adecuadas. En este contexto, el valor de la información, sea cual sea el método elegido para tratar de llevar a cabo su evaluación, se considera como el valor obtenido con una decisión concreta tomada sin la información y el valor de la decisión que se tomaría al no disponer de ella.

Es claro en este concepto que para que la información tenga un valor socio-económico es necesario que sea capaz de influir las decisiones tomadas por los usuarios. Si la información no es tenida en cuenta a la hora de la toma de decisión, su valor es nulo desde el punto de vista socio-económico. De este modo el énfasis de la información ha dejado de estar exclusivamente en la calidad de los servicios de previsión, englobando también de manera importante la comunicación de la información a los usuarios y el contacto con éstos para comprender sus necesidades.

En este contexto, el Proyecto Piloto de aprendizaje práctico ha organizado Encuentros con Usuarios— con el objetivo de incrementar la relación de los Servicios Nacionales de Meteorología e Hidrología (SNMH) con sus usuarios— en una 1ª fase en Chile y Perú, ampliando posteriormente estos encuentros también a Panamá. Dichos encuentros han servido para estrechar lazos con los usuarios y en el marco del proyecto para empezar a seleccionar determinados sectores clave donde poner en marcha subproyectos que permitan una mejora de la información que después se pueda evaluar desde un punto de vista socio-económico. Desde este punto de vista, la participación de los consultores para la evaluación socio-económica es muy importante porque permite conocer de primera mano los subproyectos para un mejor asesoramiento posterior.

Como un segundo paso han tenido lugar cursos-taller para capacitar en la evaluación socio-económica al personal directo de los SNMH en los dos países. Dichos cursos han constado de exposiciones generalistas para concienciar sobre la importancia de llevar a cabo este tipo de evaluaciones, junto con clases prácticas más específicas orientadas al aprendizaje de las metodologías. Dada su duración, cinco días en todos los casos, es por supuesto imposible convertir

al personal de los SNMH en expertos economistas con la capacidad necesaria para llevar a cabo la tarea en solitario, por lo que el apoyo continuado mientras dura la evaluación es imprescindible. La plataforma de e-learning, es una herramienta útil para plantear los problemas que se van presentando durante la implementación.

1.2 Retos para lograr una evaluación económica de la mejora de los servicios

La evaluación socio-económica de los subproyectos cuenta con numerosas dificultades entre las que se encuentra como importante reto la evaluación inicial del punto de partida o situación ex-ante al desarrollo de las propuestas de actuación. En ocasiones no se dispone de información suficiente sobre las condiciones de partida anteriores al proyecto, por lo que puede ser necesaria la comparación con sistemas similares en áreas donde no se hayan aplicado las propuestas.

Otro tema a tener en cuenta a la hora de la evaluación es el tratamiento de las pérdidas que incluyen vidas humanas. En este caso se ha optado por indicar la valoración cualitativa de esta información. No obstante existen numerosas metodologías para la estimación del valor estadístico de la vida que permiten su cuantificación. El problema que presentan la mayor parte de dichas metodologías es que no son independientes de la renta de los individuos en cada país, por lo que no se trata de una medida completamente homogénea y se ha preferido indicar el tratamiento cualitativo de estas pérdidas.

La actualización de rentas de periodos pasados o periodos futuros también es un aspecto complejo. En general debe hacerse siempre teniendo en cuenta el factor de actualización de la renta que considere el tipo de interés y la tasa de inflación de la economía que se está considerando.

También es importante señalar que dado que en general se está tratando con información sujeta a incertidumbre, el tratamiento de esta es probablemente el aspecto más comprometido de un análisis socio-económico. Por simplificar los análisis, en la mayoría de los estudios se considera el valor esperado como una medida adecuada para el tratamiento de la incertidumbre. No obstante, esta medida supone a los individuos indiferentes frente al riesgo, mientras que existe evidencia empírica acerca de la aversión al riesgo de los individuos, al menos en lo referente a decisiones importantes.

2 Estudio de los antecedentes

Numerosos estudios han tratado sobre la evaluación económica de los beneficios de la información meteorológica desde hace décadas. Thompson (1962) ya trata sobre las ganancias que se producen gracias al desarrollo científico de mejoras en la información meteorológica. Tres importantes libros de Maunder junto con numerosos artículos también sirvieron para resaltar el papel de la información meteorológica. Posteriormente, numerosos autores procedentes de las ciencias sociales o económicas como Freebairn, Glantz, Gunareseka, Katz, Lazo, o Zillman han publicado numerosos estudios, algunos de carácter metodológico y otros de aplicación a casos concretos, aunque sigue sin ser abundante la literatura en español que contempla este tema. Por ello, a continuación se recopilan algunos de los conceptos generales relacionados con el valor de la información meteorológica.

Como ya se ha señalado, la información meteorológica afecta a los resultados socio-económicos en la medida en que es capaz de cambiar las decisiones de los usuarios. Por ejemplo, muchos agricultores utilizan predicciones meteorológicas para gestionar sus actividades, utilizan información sobre ciertas variables meteorológicas para tomar decisiones en el momento de plantar, cosechar e incluso en la aplicación de pesticidas (McNew and Mapp, 1990). Katz and Murphy (1997), proporcionan una buena revisión de los estudios que tratan de valorar económicamente la información meteorológica.

Dejando de lado los estudios relacionados con el impacto de la meteorología en la economía (como por ejemplo el estudio de Roll (1984)), que examinan sobre todo efectos aislados de eventos meteorológicos sobre los precios en mercados específicos; y centrando la atención en lo relacionado con el valor de la información, se pueden distinguir entre los estudios de valoración empíricos y las aportaciones teóricas ligadas a la teoría de la decisión. Entre los estudios de valoración empíricos, se encuentran estudios de carácter normativo y también de carácter descriptivo (Figura 1).

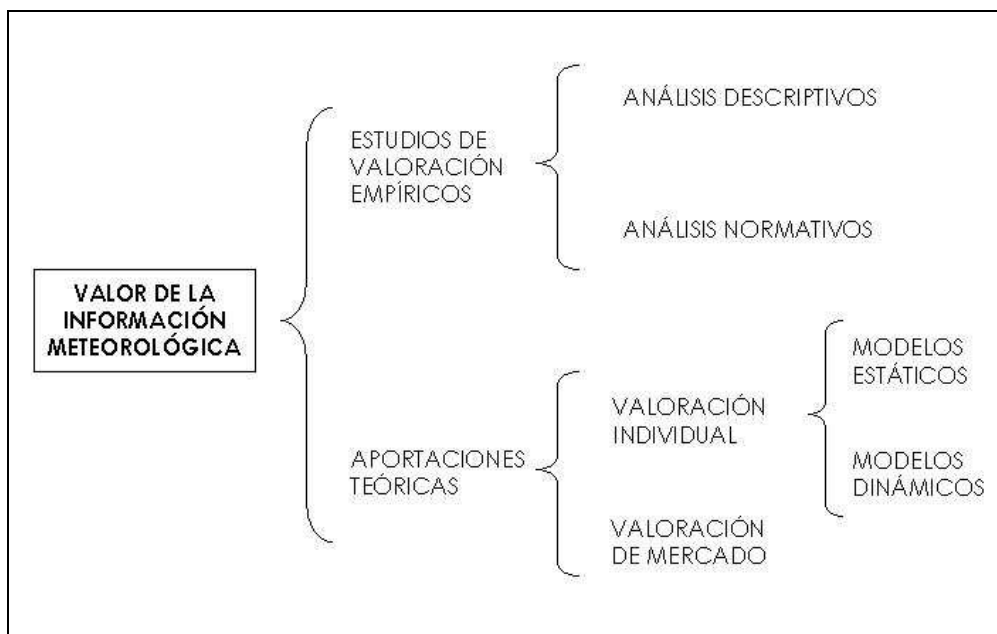


Figura 1. Diferentes enfoques de los estudios sobre el valor de la información meteorológica.

Fuente: Quiroga (2006)

El valor de la información meteorológica, tanto para los estudios normativos como para los descriptivos, se deriva de los efectos que dicha información tiene en las decisiones individuales vinculadas a alguna actividad ligada al clima. Lo que diferencia ambas aproximaciones son los métodos que utilizan para desarrollar modelos de toma de decisión y los criterios para evaluarlos.

Los estudios de tipo descriptivo o positivo, no siempre llegan a concretar en modelos la información presentada, sino que más bien inciden en aspectos de la realidad que no siempre vienen bien representados por un comportamiento óptimo. Su utilidad se deriva sobre todo de la riqueza que pueden aportar a otros modelos. Stewart (1997) señaló los pasos requeridos para que un estudio descriptivo completo pudiese resultar en una estimación del valor de la información (ver Figura 2). Sin embargo, no existe ningún estudio que complete todos estos pasos, sino que cada estudio descriptivo proporciona información relevante acerca de al menos uno de dichos pasos. En ese sentido, los estudios descriptivos son evaluados según su capacidad para reproducir fielmente el comportamiento de los agentes.

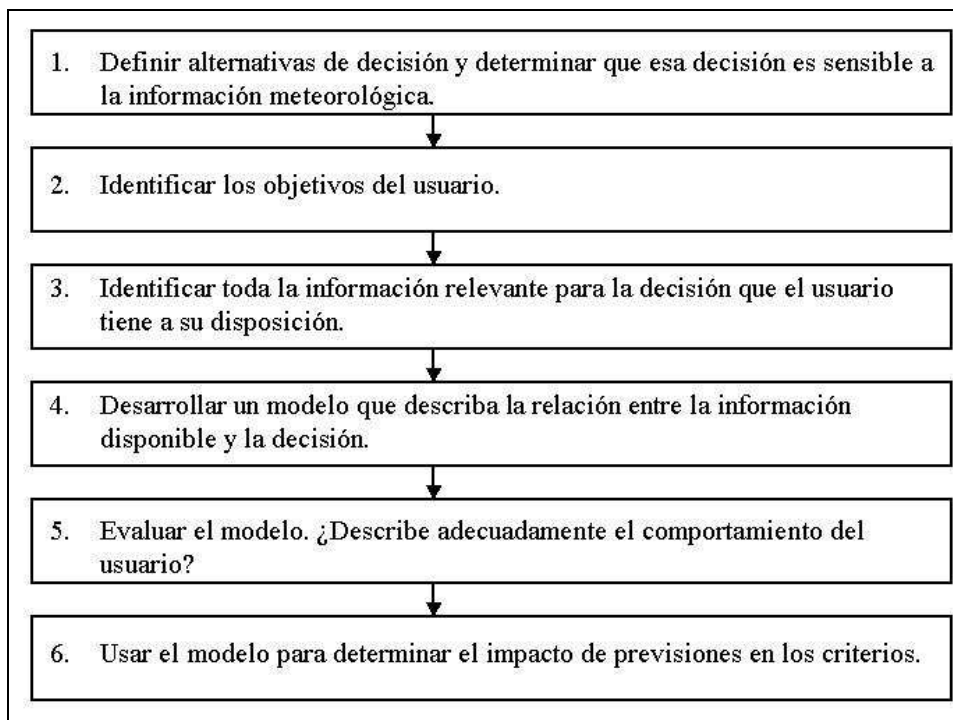


Figura 2. Los pasos en un estudio descriptivo.

Fuente: Stewart (1997)

Por otra parte, los estudios de tipo normativo, proporcionan cifras concretas para el valor de las previsiones meteorológicas, bajo determinados supuestos. Son valoraciones de casos muy particulares, muchos de los cuales están basados en un entorno agrícola, y no es posible extrapolarlas para encontrar el valor de dicha información en todo un sector o toda una economía. Sin embargo, proporcionan una importante motivación al dimensionar problemas concretos, como es la intención en los subproyectos de Chile y Perú.

Davis and Nnaji (1982) consideran que la siguiente información es necesaria para estimar de forma empírica el valor de la información: (i) una función de pagos y una regla de decisión basada en la información; (ii) una distribución de probabilidad condicional del estado de la naturaleza dada la información; (iii) una distribución de probabilidad sobre la información que podría generarse; (iv) el número medio de eventos informativos por unidad de tiempo; (v) todos los usuarios de la información, sus reglas de decisión, y sus funciones de pagos; y (vi) el coste de la información. Dentro del tipo de problemas de decisión, unas pocas áreas han recibido la mayoría de la atención. El valor de la información, en general dependerá del contexto específico del problema que se trata. Por lo tanto, la literatura consiste necesariamente en estudios de casos individuales bastante más que resultados generales. Por ese motivo, una revisión bibliográfica más específica se ha ofrecido para cada caso concreto, sentando la base para la metodología de análisis propuesta en cada subproyecto.

3 Informe sobre las distintas metodologías

A continuación se detallan la metodología propuesta junto con pasos concretos a seguir y algunas consideraciones adicionales para cada estudio de caso propuesto en el contexto del proyecto “Learning through doing” coordinado por OMM para Chile y Perú.

3.1 Sector salud: estimación de beneficios socioeconómicos del uso de la información meteorológica en la prevención de heladas para mitigar efectos en la salud de la población rural en Perú

El estudio que se propone tiene mucho interés y mucho potencial para dar lugar a importantes beneficios para personas concretas y para la sociedad en su conjunto (entendiendo en este caso beneficios en sentido amplio, no exclusivamente monetarios), así como a trabajos científicos relevantes. Falta definir y delimitar lo que se quiere hacer: qué cambios específicos se quieren poner en marcha (a nivel de servicios meteorológicos y sistemas de alerta), con qué instituciones, colectivos y personas habría que contar para ello, con qué bases de datos (y de qué calidad, tamaño y extensión) se cuenta, de qué estudios previos se dispone y cuál es la zona concreta para la que se ponen en marcha las medidas y se va a realizar el estudio.

A nivel internacional existen muchos más trabajos publicados, en relación a salud y temperaturas extremas, sobre olas de calor que sobre olas de frío (o problemas de salud originados por el frío), citemos por ejemplo Ebi et al. (2004) a nivel de Estados Unidos y Paixao et al. (2007) a nivel de Europa. En Europa, la ola de calor que tuvo lugar en 2003 provocó un exceso de unas 50000 muertes (Paixao et al.). A partir de dicha experiencia se llevaron a cabo numerosos estudios y se pusieron en marcha planes de acción que implicaron un aprendizaje que está dando sus frutos. Así en el año 2006 se volvieron a producir en Europa nuevos episodios de olas de calor y el impacto, a nivel de salud, fue muchísimo menor.

En cuanto a relación entre salud y temperaturas extremas frías (tema del estudio a realizar) hay muchos menos trabajos publicados. Entre los importantes, hay que citar a Gorjanc et al. (1999), Kuns et al. (1993), Mäkinen (2006) y McGeehin (2001). Los problemas relacionados con la salud vienen en este caso por hipotermia, problemas respiratorios, aumentan los riesgos de infarto así como de

enfermedades cerebro-vasculares, aumentan las enfermedades infecciosas. Todo ello empeora si además de las bajas temperaturas hay fuertes vientos. También hay que tener en cuenta la influencia de las nevadas, con los consiguientes peligros de aislamiento tanto de personas en sus viviendas como en vehículos. Es importante conocer las poblaciones de riesgo (por edad, indigencia, por estar sometidos a medicación, por el lugar en el que habitan, por el lugar donde trabajan etc.). Sería muy interesante, y se podría hacer un estudio riguroso, científico como los que se citan en este apartado, para la realidad de Perú.

En cuanto a la forma de actuación convendría:

- 1.- Conocer con anticipación el riesgo por temperaturas extremas bajas (con el posible añadido de nieve y/o viento) (PREDICCIÓN).
- 2.- Informar a la población de manera anticipada sobre los efectos del frío excesivo (o de problemas colaterales como posible aislamiento, problemas en la carretera etc.) (INFORMACIÓN).
- 3.- Monitorizar el incremento de demanda asistencial (SEGUIMIENTO).
- 4.- Alertar a los servicios sanitarios de la existencia del riesgo e informar a los profesionales sanitarios y de los servicios sociales de los protocolos a seguir en cada caso, que deben estar previamente establecidos (ACTUACIÓN).

En cuanto a la valoración económica propiamente dicha, para poder avanzar en la definición de las variables económicas a considerar hace falta que el estudio esté más definido y que se conozcan los datos de los que se dispone. En cualquier caso, las vidas humanas salvadas por las medidas que se pongan en marcha se contabilizarían como información cualitativa. Hay beneficios que se pueden calcular fácilmente como horas de trabajo que se hubieran perdido, en otro caso, por enfermedad o gastos de farmacia, de hospitalización, de tratamiento médico etc. en los que se hubiera incurrido si no se hubieran puesto en marcha estas medidas. Para establecer la comparación, una posibilidad es relacionar (adecuadamente) lo que pase en una zona en la que se han puesto en marcha las nuevas medidas con otra(s) zona(s) en la(s) que no se hayan puesto en marcha. También seguir los datos de la zona en la que se realice el estudio antes y después de las medidas. Tampoco resultaría difícil (en el corto plazo) contabilizar los daños evitados gracias a las medidas.

3.2 Proyecto sobre agricultura: productores de papa en el valle del Mantaro en Perú

La producción agraria es altamente dependiente de la meteorología, del clima y de la disponibilidad de agua, por lo que disponer de buena información meteorológica puede disminuir los riesgos, afectando a los resultados económicos del sector agrario. Desde el punto de vista agronómico, las características climáticas afectan al crecimiento y la reproducción de las plantas. Por lo que, es importante considerar los efectos fisiológicos de la temperatura y la precipitación sobre el crecimiento de los cultivos. En Elias and Castellví (2001) se resumen las predicciones de mayor utilidad para la agricultura:

- Heladas. En ciertas regiones y durante determinados períodos críticos los avisos especiales de riesgo de helada pueden tener una enorme importancia, y la creación de un servicio de avisos está más que justificada en aquellas regiones donde los cultivos alcanzan un elevado valor y son particularmente vulnerables al frío. En Adams et al. (2004) también se recopilan algunos estudios sobre los costes que las heladas causan en el sector agrícola (Tabla 1).

Tabla 1 Coste de los efectos de las heladas sobre el sector agrícola

Valor económico (coste en 2004 US\$ por día)	Cultivo y región de estudio
\$23 millones por año	Cereales en Australia
\$11 millones por la helada de 2002	Viñedo en NY y PA
\$1600 millones por una tormenta de hielo en 1994	Masa forestal en Mississippi
\$6.6 millones por año	pecan en Mississippi

Source: Adams et al. (2004)

- Plagas y enfermedades de las plantas. En algunas enfermedades se conoce bastante bien la relación enfermedad-clima, y tal es el caso para la podredumbre de la patata.

- Previsiones para el riego. Al establecer predicciones que permitan decidir si es o no conveniente regar en un momento determinado.
- Previsiones sobre precipitación, que cuando es la principal fuente de humedad del suelo, es probablemente el factor más importante al determinar la productividad de los cultivos. Sin embargo un cambio en los patrones de precipitación puede tener mucha más importancia que un cambio en el total anual en sí.
- Recolección y operaciones de poscosecha: almacenamiento y transporte de productos agrícolas. Muchos cultivos, al acercarse a su fase de maduración., se hacen más sensibles a las condiciones meteorológicas.
- Por último, el stress frente a las altas temperaturas está entre los procesos menos estudiados dentro de la evolución de las plantas, a pesar de su enorme importancia. Acock and Acock (1993), mostraron los efectos de las altas temperaturas sobre un buen número de cultivos entre los cuales se encuentra la patata (Tabla 2).

Tabla 2 Efectos de las altas temperaturas sobre las etapas de crecimiento de los cultivos

Cultivo	Efectos
Trigo	Temperatura > 30°C durante >8h. puede revertir la vernalización.
Arroz	Temperatura > 35°C durante >1h. genera espigas estériles.
Maíz	Temperatura > 36°C durante >8h. causa una pérdida de viabilidad en el polen.
Soja	Gran habilidad para recuperarse del stress. Su desarrollo no posee ningún periodo especialmente crítico.
Patata	Temperatura > 20°C perjudica el desarrollo inicial del tubérculo.

Fuente: Acock and Acock (1993)

La agricultura es un sector fundamental en Perú --con casi un millón de productores que cultivan aproximadamente 2 millones de hectáreas—y convive con una serie de peligros naturales, muchos de ellos de origen meteorológico. Más de 15 mil ha se pierden en cada campaña agrícola debido a eventos climáticos y la valorización de las pérdidas asociadas a eventos climáticos en las últimas doce campañas agrícolas ascienden a 2,597 millones de nuevos soles (Mendoza, 2008).

Por otra parte, la papa es uno de los cultivos más importantes del país y en la Figura 3 se puede observar que entre 1996 y 2008 es el cultivo que presenta las mayores pérdidas asociadas a aspectos meteorológicos.

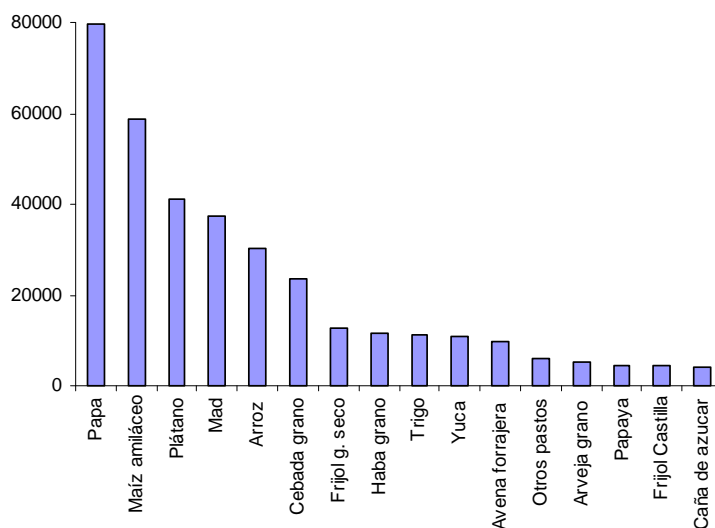


Figura 3. Pérdidas relacionadas con factores meteorológicos ordenadas por cultivos.

Fuente: Mendoza, 2008.

3.2.1 Metodología propuesta

Para este estudio se propone un análisis de datos. El análisis de datos se centra en la cuantificación de la relación entre las variables meteorológicas y las producciones económicas, y permite valorar la importancia de las previsiones meteorológicas en el sector seleccionado (Lazo et al. 2008). Se propone un análisis de datos basado en la estimación de funciones de producción (Just and Pope, 1996).

3.2.2 Pasos a seguir

- El primer paso para llevar a cabo una representación razonable del sistema económico-social de las regiones de estudio es siempre la obtención de información. Para ello es necesario contar con información sobre el cultivo de papa en el área de estudio. Es muy importante determinar en un

primer paso y con la colaboración de los expertos involucrados en el cultivo de la patata en la zona, los efectos climáticos más importantes para el desarrollo de este cultivo, así como su distribución estacional. Esto ayudará a definir las variables relevantes para incluir en el modelo de función de producción (Just and Pope, 1996).

- Especificación del modelo: A partir de los datos de productividad agraria se plantea estimar funciones de producción que determinen las elasticidades de las distintas actividades agrícolas con respecto a las variables climáticas. Dicho enfoque ha sido ampliamente utilizado en los análisis de efectos del clima sobre la agricultura (Rosenzweig et al., 2000; Iglesias and Quiroga, 2007). Las funciones de producción podrían especificarse como:

$Y_{it} = f [T_{it}, C_{it}] + u_{it}$, donde:

Y_{it} = Productividad del sistema agrario i en el periodo t

T_{it} = Valor para las variables tecnológicas y de gestión del sistema agrario i en el periodo t

C_{it} = Valor para las variables climáticas del sistema agrario i en el periodo t

u_{it} = perturbación aleatoria

- Estimación econométrica: Se propone utilizar datos de series temporales sobre productividad la papa y sobre los más importantes inputs que influyen en su desarrollo, teniendo en cuenta tanto las más relevantes características tecnológicas y de gestión como variables de influencia climática, tal y como se ha especificado en el modelo.
- Analizar la pérdida o ganancia ocasionada por consideraciones climáticas.
- Proporcionar información sobre la influencia de una información meteorológica mejorada sobre los impactos calculados. Para ello habría que profundizar en la utilización de información meteorológica y climática en los procesos de toma de decisión de las empresas agropecuarias y analizar la rentabilidad de los sistemas de protección frente a riesgos climáticos que dichas empresas puedan implementar (Pittaluga and Murphy, 2007). Entre los sistemas de protección disponibles para la captación de la humedad atmosférica –la que no llega al suelo en forma de lluvia—FAO (1999) destaca la importancia de algunas tecnologías primitivas que van desde plantar árboles o colgar mosquiteros en zonas de niebla para atrapar la humedad a recubrir el suelo con hojas o residuos agrícolas para reducir la pérdida de humedad del suelo. El agua es un bien cada vez más valioso, y estas tecnologías de bajo coste para el acopio y conservación del agua pueden resultar muy eficaces y útiles como forma sostenible de reducir los riesgos de la

producción agrícola. Existen también medidas de protección contra heladas que en algunos casos pueden ser rentables. Resulta fundamental un estudio previo de frecuencias de heladas que pueda servir de base para decidir sobre la conveniencia de la inversión de capital en la instalación y gastos de funcionamiento de un sistema de defensa (Katz et al., 1982). Si las heladas son muy frecuentes, los gastos pueden resultar excesivos y en caso contrario puede ser preferible arriesgarse a sufrir pérdidas de cosecha ocasionalmente o recurrir al seguro agrícola (Elias and Castellví, 2001). También se pueden establecer medidas preventivas ante plagas y enfermedades aplicando tratamientos con antelación. Con respecto a la gestión del riego, el ahorro de costes podría venir por un uso más eficiente del agua. Habría que enfrentar el riesgo asociado con los beneficios económicos del ahorro del agua. Es posible que en casos en que el precio del agua sea reducido sea rentable para la empresa agraria regar según un programa fijo, con independencia de las predicciones, en cuyo caso el valor de la información ante esta medida sería nulo (Bosch and Eidman, 1987).

- Para evaluar los beneficios económicos de las mejoras implementadas podrían compararse los efectos marginales antes y después de la implementación o comparar con alguna región en que no se haya implementado el proyecto piloto.

3.2.3 Consideraciones adicionales

Como se ha señalado, para la estimación de funciones de producción empíricas es necesaria la obtención de datos relativos a rendimientos agrarios para la papa en la región seleccionada además de datos de las principales variables climáticas. Los datos de rendimiento por su naturaleza son anuales por lo que se requiere información para un periodo de tiempo suficientemente amplio como para permitir la estimación econométrica. Si no se dispusiera de la información necesaria para el enfoque propuesto, podrían utilizarse datos de corte trasversal de varias explotaciones en lugar de series temporales. Por último si tampoco hubiera una muestra suficiente de datos, habría que estudiar los datos con que se cuenta y se podría sugerir otro enfoque adaptado a dicha información disponible.

3.3 Proyecto sobre agricultura: aplicación a cultivos de vid y espárrago en la región Ica en Perú

Tal y como se señala en el plan de marketing de este subproyecto, tanto la producción de uva como de espárrago suponen un importante porcentaje de la producción agraria del país (Perú es el segundo productor mundial de espárragos después de China) y especialmente en la región de Ica (que se trata del primer departamento productor de uva dentro de Perú, alcanzando además mayores rendimientos medios que el resto del país). Los productos, tanto para procesar como para su consumo directo, van dirigidos principalmente al sector exterior, sobretodo a Europa.

Los problemas más importantes de la producción de vid en relación a variables hidrometeorológicas son (i) la escasez de agua para el riego en cuantía suficiente para el crecimiento de los cultivos y (ii) la aparición de determinadas plagas como el oidiun y la botritys que guardan relación con la temperatura y humedad y que causan grandes impactos económicos.

En lo referente al espárrago, al tratarse de un cultivo mucho más tecnificado los problemas incluyen (i) el alto coste del agua de riego, al tratarse de un sistema de riego eficiente y tecnificado y (ii) la aparición de plagas y enfermedades como la roya, cercosporiosis, mosca blanca y trips.

Por lo tanto al igual que en la mayoría de los casos en agricultura, la producción es altamente dependiente de la meteorología, del clima y de la disponibilidad de agua, por lo que disponer de buena información meteorológica puede disminuir los riesgos, afectando a los resultados económicos de ambos sectores

3.3.1 Metodología propuesta

Para este estudio, se propone también un análisis econométrico de datos. El análisis de datos se centra en la cuantificación de la relación entre las variables meteorológicas y las producciones económicas, y permite valorar la importancia de las previsiones meteorológicas en el sector seleccionado (Lazo et al. 2008). Se propone la estimación de funciones de producción (Just and Pope, 1996). (Ver el desarrollo detallado de los pasos a seguir para el subproyecto de la papa en la región de Mantaro expuesto en la subsección anterior).

La producción de espárrago es una de las más sensibles a las oscilaciones térmicas, que se manifiesta por la inercia de sus movimientos vegetativos. Heibnera et al (2006) desarrolla las

condiciones climáticas óptimas del cultivo. La temperatura de la atmósfera para el crecimiento está comprendida entre 11 y 13° C de media mensual, mientras que el óptimo de desarrollo vegetativo está comprendido entre 18 y 25°C. Por debajo de 15°C por el día y 10°C por la noche se paraliza su desarrollo mientras que por encima de 40°C encuentra dificultades para desarrollarse. La humedad relativa óptima está comprendida entre el 60 y 70%. Si el cultivo es al aire libre, el efecto del viento puede tener una especial incidencia. Por lo tanto, a la hora de plantear una función de producción para este cultivo habrá que tener en cuenta las variables mencionadas. Iráizoz (2003), lleva a cabo un estudio econométrico para el cultivo de espárrago en la región de Navarra en España, que puede consultarse como bibliografía para las funciones de producción del espárrago. Además, Shimizu (2009) cita varios estudios relacionados con este cultivo que también son de interés como punto de partida.

En cuanto al viñedo, en Quiroga (2006) puede encontrarse una caracterización de las condiciones hidrometeorológicas que afectan a este cultivo. En general, necesita un largo y seco verano (de templado a cálido) y un invierno frío. Lluvia o frío y un clima nublado durante la floración puede afectar negativamente a la formación de la uva, mientras que durante la época de maduración puede favorecer su putrefacción. En climas con un invierno frío, la vid puede resistir temperaturas por debajo de los -18°C, pero una vez que empieza el nuevo crecimiento, la menor helada puede acabar con la fruta. Cuando las temperaturas alcanzan los 10°C comienza un crecimiento rápido de la planta, que se ralentiza durante la floración y se detiene una vez que las uvas están maduras. El requerimiento total de agua del viñedo varía por lo tanto entre cada estación y se sitúa entre 500 y 1200 mm, dependiendo del clima y la duración del periodo de crecimiento. Como bibliografía para las funciones de producción de este cultivo pueden consultarse entre otras Quiroga (2006) y Quiroga and Iglesias (2009).

Para evaluar los beneficios económicos de las mejoras implementadas podrían compararse los efectos marginales antes y después de la implementación o comparar con alguna región en que no se haya implementado el proyecto piloto y que tengan características similares de producción. (Quizá las regiones en que se está haciendo también un esfuerzo por la producción de estos productos según el plan de marketing: Piura, La Libertad, Lambayeque, Lima y Tacna).

Como se ha señalado en el caso anterior, para la estimación de funciones de producción empíricas es necesaria la obtención de datos relativos a rendimientos agrarios, en este caso de producción de vid y espárrago en la región de Ica además de datos de las principales variables climáticas. Los datos de rendimiento por su naturaleza son anuales por lo que se requiere información para un periodo de tiempo suficientemente amplio como para permitir la estimación econométrica. Si no se dispusiera de la información necesaria para el enfoque propuesto, podrían utilizarse datos de corte trasversal de varias explotaciones.

Dado que la región de Ica es muy vulnerable a la variabilidad climática y a los eventos extremos, como se deriva de los impactos de las inundaciones que acontecieron en el año 1998 debido al fenómeno “El Niño”, es importante en este caso incluir información sobre extremos que permitan evaluar las sequías, heladas, inundaciones, etc. Además en el caso del espárrago y la vid no es sólo importante la pérdida de rendimientos debida a factores hidrometeorológicos, sino también la disminución de calidad de los mismos, por lo que disponer de algún indicador de calidad del cultivo sería muy interesante. Si no hay datos disponibles a este respecto, el precio percibido por los agricultores puede ayudar a cuantificar dichas pérdidas de calidad (aunque éste está influido también por factores externos de mercado que conviene aislar).

Los estudios de impactos propuestos pueden utilizarse (i) para el desarrollo de programas que permitan conocer las condiciones meteorológicas que afectan a la presencia y ataque de plagas y enfermedades; y (ii) para la previsión de rendimientos potenciales de los cultivos en función de las condiciones hidrometeorológicas.

3.4 Proyecto sobre seguridad vial: complejo Los Libertadores en Chile

A lo largo del invierno, las tormentas de nieve pueden suponer una cantidad sustancial de daños económicos provocados entre otros efectos por los costes de retirada de nieve, pérdidas en el comercio --tanto por deterioro de mercancías como por retrasos en sus entregas—y por dejar de percibir tasas o impuestos (Adams et al., 2004). La Tabla 3 muestra algunos estudios recopilados en Adams et al. (2004) sobre los impactos negativos de las tormentas de nieve en el transporte por carretera en EEUU.

Tabla 3. Impactos negativos de la nieve sobre el transporte por carretera en EEUU

Impacto considerado	Valor económico (coste en 2004 US\$ por día)	Región de estudio	Referencia
Gasto por retirada de nieve	Supera los \$2000 millones	Todo EEUU	Doesken and Judson, 1997
Clausura de carreteras que causan pérdidas comerciales, salaríes e ingresos fiscales	\$2500 millones	Washington, DC/Alexandria	Salt Institute, 2000
	\$180 millones	Carolina del Norte	NC State University News Release 2/1/2000)
	\$5100 millones	Estados del Este	Salt Institute, 2000
	\$2500 millones	IL, IN, IO, MI, MN, MS, NJ, NY, OH, PA, VI, WI	Salt Institute, 2000

Fuente: Adams et al. (2004)

3.4.1 Metodología propuesta

La metodología propuesta para este proyecto es la de costes evitados. Los costes evitados se calculan fundamentalmente mediante datos de mercado. Se requiere definir cuidadosamente la

situación actual y medir los costes evitados con respecto a este punto de referencia. Es muy importante determinar que realmente se miden costes en los que se va a incurrir en caso de no aplicar el programa (Lazo et al., 2008), para lo que sería necesario realizar un seguimiento durante los siguientes dos años para ver qué días de cierre se han evitado gracias a los nuevos procesos.

Por otra parte, en lo referente a la reducción de los riesgos de mortalidad producidos por mejoras en la protección civil proponemos proporcionar información cualitativa, dado que las metodologías para calcular el valor económico de la vida se basan en disponibilidad a pagar de los individuos, generando por tanto medidas no homogéneas que son dependientes del nivel de renta, por lo que no consideramos adecuada la transferencia de beneficios de estudios realizados en otros países.

3.4.2 Pasos previos a seguir

Con respecto a la situación actual:

- Es necesario determinar de qué información meteorológica se dispone en el momento actual y cómo se difunde a los usuarios.
- A la vez es importante definir cómo toma sus decisiones el operador vial, sobretodo en lo que se refiere al sistema de pronósticos meteorológicos.

A la vista de lo anterior definir qué cambios se van a realizar, mejoras concretas en cuanto a pronósticos meteorológicos, su difusión y las decisiones del usuario. Esto no está adecuadamente definido en el proyecto actual.

3.4.3 Consideraciones adicionales

Se trata de consideraciones previas sin haber tenido ninguna interacción anterior con expertos en los procesos involucrados.

- Se necesitaría tener a disposición todos los estudios de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas sobre las pérdidas por cierre del paso para revisar si la metodología es adecuada y actualizar la estimación con mayor precisión. Es necesario saber qué pérdidas se han considerado para el cálculo aproximado.
- Para modelizar la toma de decisiones se necesita conocer en qué medida los pronósticos meteorológicos se utilizan para poner en marcha sistemas preventivos de dispositivos

quitanieves, y conocer qué dotación de dispositivos hay disponible para establecer si es adecuada ya que pueden aparecer condiciones de rentabilidad.

- Se requieren frecuencias, estimaciones objetivas de valoración de la calidad de la previsión meteorológica. Medidas del error.
- Es importante conocer al detalle los tránsitos afectados, tanto las rutas comerciales como de viajeros. También disponer de datos sobre porcentaje de tránsitos que utilizan otras vías de paso cuando hay problemas con este tránsito. Además habría que estudiar en datos cómo se ven afectados el día previo y los siguientes a un cierre del paso para saber si parte de las tasas se recuperan en dichos días y en rutas alternativas.
- Información sobre pérdidas de mercancías.
- Sería interesante tratar de coordinarse con Argentina por ver si se pueden compartir informaciones, medios y medidas y ver si pueden existir economías de escala.

3.5 Proyecto sobre agrometeorología: sistema de información meteorológica para la agricultura de la VIII región en Chile

La agricultura en Chile supone un 31.1% del Producto Interior Bruto del país, por lo que es de vital importancia una valoración económica de los impactos climáticos y de la mejora de información meteorológica. Sin embargo, los riesgos climáticos en la agricultura dependen altamente de la estacionalidad de los cultivos, por lo que es esencial para una valoración económica adecuada definir el ámbito de estudio. En García (2008) se señala que algunas de las aplicaciones de la información meteorológica en la región de O'Higgins, tanto actuales como potenciales, podrían ser (i) la aplicación de agroquímicos, (ii) acumulación de horas frío, (iii) prevención de heladas, (iv) manejo integrado de plagas, (v) gestión del riego, (vi) acumulación de grados días, (vii) la elección del emplazamiento de los distintos cultivos y (viii) la protección ante gran oscilación térmica. No obstante como hemos señalado, sería necesaria una mejor definición de estos efectos detallados por cultivos para el área específica de estudio. Esta información permitiría definir adecuadamente las variables de interés para el estudio económico posterior.

3.5.1 Metodología propuesta

Para este estudio se propone un análisis de datos. El análisis de datos se centra en la cuantificación de la relación entre las variables meteorológicas y las producciones económicas, y permite valorar la importancia de las previsiones meteorológicas en el sector seleccionado (Lazo et al. 2008). Al igual que para el estudio agrícola de Perú, se propone un análisis de datos basado en la estimación de funciones de producción (Just and Pope, 1996).

3.5.2 Pasos a seguir

Paralelamente al estudio agrícola de Perú, los pasos a seguir serían:

- El primer paso para llevar a cabo una representación razonable del sistema económico-social de las regiones de estudio es siempre la obtención de información. Para ello es necesario contar con información sobre el cultivo de papa en el área de estudio. Es muy importante determinar en un primer paso y con la colaboración de los expertos involucrados en el cultivo de la patata en la

zona, los efectos climáticos más importantes para el desarrollo de este cultivo, así como su distribución estacional. Esto ayudará a definir las variables relevantes para incluir en el modelo de función de producción (Just and Pope, 1996).

- Especificación del modelo: A partir de los datos de productividad agraria se plantea estimar funciones de producción que determinen las elasticidades de las distintas actividades agrícolas con respecto a las variables climáticas. Dicho enfoque ha sido ampliamente utilizado en los análisis de efectos del clima sobre la agricultura (Rosenzweig et al., 2000; Iglesias and Quiroga, 2007). Las funciones de producción podrían especificarse como:

$$Y_{it} = f [T_{it}, C_{it}] + u_{it}, \text{ donde:}$$

Y_{it} = Productividad del sistema agrario i en el periodo t

T_{it} = Valor para las variables tecnológicas y de gestión del sistema agrario i en el periodo t

C_{it} = Valor para las variables climáticas del sistema agrario i en el periodo t

u_{it} = perturbación aleatoria

- Estimación econométrica: Se propone utilizar datos de series temporales sobre productividad la papa y sobre los más importantes inputs que influyen en su desarrollo, teniendo en cuenta tanto las más relevantes características tecnológicas y de gestión como variables de influencia climática, tal y como se ha especificado en el modelo.
- Analizar la pérdida o ganancia ocasionada por consideraciones climáticas.
- Proporcionar información sobre la influencia de una información meteorológica mejorada sobre los impactos calculados. Para ello habría que profundizar en la utilización de información meteorológica y climática en los procesos de toma de decisión de las empresas agropecuarias y analizar la rentabilidad de los sistemas de protección frente a riesgos climáticos que dichas empresas puedan implementar (Pittaluga and Murphy, 2007). Entre los sistemas de protección disponibles para la captación de la humedad atmosférica —la que no llega al suelo en forma de lluvia—FAO (1999) destaca la importancia de algunas tecnologías primitivas que van desde plantar árboles o colgar mosquiteros en zonas de niebla para atrapar la humedad a recubrir el suelo con hojas o residuos agrícolas para reducir la pérdida de humedad del suelo. El agua es un bien cada vez más valioso, y estas tecnologías de bajo coste para el acopio y conservación del agua pueden resultar muy eficaces y útiles como forma sostenible de reducir los riesgos de la producción agrícola. Existen también medidas de protección contra heladas que en algunos

casos pueden ser rentables. Resulta fundamental un estudio previo de frecuencias de heladas que pueda servir de base para decidir sobre la conveniencia de la inversión de capital en la instalación y gastos de funcionamiento de un sistema de defensa (Katz et al., 1982). Si las heladas son muy frecuentes, los gastos pueden resultar excesivos y en caso contrario puede ser preferible arriesgarse a sufrir pérdidas de cosecha ocasionalmente o recurrir al seguro agrícola (Elias and Castellví, 2001). También se pueden establecer medidas preventivas ante plagas y enfermedades aplicando tratamientos con antelación. Con respecto a la gestión del riego, el ahorro de costes podría venir por un uso más eficiente del agua. Habría que enfrentar el riesgo asociado con los beneficios económicos del ahorro del agua. Es posible que en casos en que el precio del agua sea reducido sea rentable para la empresa agraria regar según un programa fijo, con independencia de las predicciones, en cuyo caso el valor de la información ante esta medida sería nulo (Bosch and Eidman, 1987).

- Para evaluar los beneficios económicos de las mejoras implementadas podrían compararse los efectos marginales antes y después de la implementación o comparar con alguna región en que no se haya implementado el proyecto piloto.

3.5.3 Consideraciones adicionales

Sin embargo, en este caso es necesario hacer hincapié en el hecho de que este proyecto no está suficientemente acotado. Tal y como está planteado hasta ahora es relativamente inabordable en un tiempo razonable. Para alcanzar conclusiones concretas de este estudio de caso sería necesario definir más específicamente el(los) cultivo(s) que serán objeto de estudio en el área de análisis.

Como se ha señalado, para la estimación de funciones de producción empíricas es necesaria la obtención de datos relativos a rendimientos agrarios para algún cultivo representativo en la región seleccionada además de datos de las principales variables climáticas. Los datos de rendimiento por su naturaleza son anuales por lo que se requiere información para un periodo de tiempo suficientemente amplio como para permitir la estimación econométrica. Si no se dispusiera de la información necesaria para el enfoque propuesto, podrían utilizarse datos de corte transversal de varias explotaciones en lugar de series temporales. Por último si tampoco hubiera una muestra suficiente de datos, habría que estudiar los datos con que se cuenta y se podría sugerir otro enfoque adaptado a dicha información disponible.

Una opción alternativa ante la falta de fuentes de datos secundarias sería la realización de encuestas a agricultores con el objeto de aplicar la metodología del modelo Cost-Loss (coste-pérdida). La Tabla 4 muestra un ejemplo de preguntas que podrían ayudar a determinar el valor esperado de recibir información meteorológica-climatológica-hidroológica más adecuada al usuario. Para ello es necesario

incluir preguntas que ayuden a cubrir los siguientes aspectos: ¿Qué variables meteorológicas considera de mayor importancia en el desarrollo de su actividad? ¿Cómo le ayudaría recibir información sobre estas variables?

Tabla 4 Encuesta orientada a determinar el valor esperado de la información meteorológica

Variable Meteorológica	Frecuencia con que necesita la información	Medio de difusión	Momento del proceso productivo en que se ve afectado	Medida de protección que le permite llevar a cabo la anticipación perfecta de la variable y estimación de su coste	Porcentaje de pérdidas que puede evitar si anticipa perfectamente la variable
Heladas	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)		<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%
Temperatura media	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	Medida: Coste:	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%

Precipitación	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%
Humedad relativa	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%
Viento	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%

Granizo	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%
Sequía	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%
Otras (Indique cuál)	<input type="checkbox"/> Dos o más veces al día <input type="checkbox"/> Una vez al día <input type="checkbox"/> Una vez a la semana <input type="checkbox"/> Menos	<input type="checkbox"/> Página web <input type="checkbox"/> Mensaje móvil o e-mail <input type="checkbox"/> Radio o TV <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Siembra <input type="checkbox"/> Floración <input type="checkbox"/> Maduración <input type="checkbox"/> Recolección <input type="checkbox"/> Otro (indique cuál)	<input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Menos de 25% <input type="checkbox"/> Entre 25% y 50% <input type="checkbox"/> Entre 50% y 75% <input type="checkbox"/> Entre 75% y 100%

3.6 Sistema de pronóstico para la industria del salmón y pesquería artesanal en las regiones X y XI en Chile

Como documentación de partida para este proyecto se ha contado con la propuesta o solicitud del mismo que aparece en el Informe Final sobre el Encuentro de la Dirección Meteorológica de Chile con sus Usuarios (días 4 y 5 de Junio de 2008) y Curso de Medición de Beneficios Económicos y Sociales de los Servicios Meteorológicos (días 2 y 3 de Junio de 2008) que tuvieron lugar en Santiago de Chile, así como con el fichero en Powerpoint sobre la presentación realizada por N. Fuica, E. Pinilla y X. Rojas en dicho Encuentro titulada “Efectos de las Variables Meteorológicas en la Industria del Salmón”.

Chile entró en el mercado global del salmón en 1974. En 1992, Chile se convirtió en el segundo país del mundo mayor productor de salmón, tras Noruega, posición que ha seguido manteniendo hasta ahora. Según datos correspondientes a Agosto de 2007, Noruega tenía un porcentaje del 39,7% de las ventas de salmón en el mundo, por un 38,2% de Chile (cuyo porcentaje en 1990 era del 10%). Durante la última década la industria se expandió a una tasa promedio anual del 22%. Actualmente representa el 65% de las exportaciones pesqueras. La industria del salmón en Chile ha generado un polo de desarrollo productivo en las regiones australes que incluye:

- Más de 1200 proveedores que participan en la industria del salmón.
- 500 empresas clave basadas en la industria del salmón: 100 prestadoras de insumos y 400 empresas de servicios.
- 50000 empleos de modo directo e indirecto.
- Durante los últimos 5 años se han capacitado 10000 trabajadores.
- Durante los últimos 6 años las regiones X y XI, donde tiene lugar la mayor parte de la producción, han crecido un 39% y un 41%, respectivamente, mientras que la Economía Nacional creció en el mismo período una media del 28%.
- Ha habido migración de población hacia esas zonas. Entre 1992 y 2002 el crecimiento de la población llegó a un promedio cercano al 11%.

El caso de la industria del salmón en Chile aparece muy bien explicado en el documento de United Nations de 2006. La importancia de la industria del salmón en la Economía de Chile se explica muy bien en el trabajo de 2007 que se referencia, realizado por el Departamento de Estudios SalmonChile. La calidad de las aguas de la X y XI región ha sido reconocida internacionalmente como una ventaja comparativa para la industria del salmón nacional. La capacidad de carga de los sitios y la salud del ambiente y de los peces deben ser vigiladas. Precisamente el Departamento de Geofísica de la Universidad de Concepción va a llevar a cabo el proyecto de investigación “Estudio de la capacidad de carga del fiordo Reloncavi”, cuyo principal objetivo es conocer cómo las principales fuerzas que actúan sobre el fiordo afectan el movimiento de las aguas y la mezcla en su interior. Se trata de conocer su capacidad de carga y, por tanto, el número óptimo de jaulas que se pueden poner en un lugar determinado y los cambios ambientales naturales a los que estarán sometidos los cultivos.

La salmonicultura es una de las actividades en Chile que más invierte en I+D. El 61% se realiza en el sector privado, cuando a nivel de país sólo un 28% corresponde al sector privado. En menos de 10 años, la inversión en I+D se ha incrementado un 75%.

Entre las variables meteorológicas que influyen se encuentran la precipitación y el viento. Un déficit de precipitación provoca alteraciones en los caudales de los ríos, ya sean estacionales (verano-invierno) o interanuales (años secos o lluviosos). Ello implica un aumento de la salinidad superficial de fiordos y estuarios. El menor caudal de aguas continentales cambia los patrones normales de circulación en los estuarios y la ventilación del mar interior. La fricción que provoca el viento sobre la superficie del agua da lugar al surgimiento de aguas sub-superficiales con mayor salinidad.

Los descensos en la concentraciones de oxígeno disuelto están relacionados con diversos factores: alzas de temperatura o de salinidad (las cuales disminuyen la solubilidad del O₂), los intercambios de agua en bahías y canales, la baja pluviosidad que permite un menor recambio en algunos sitios y el surgimiento de aguas sub-superficiales con menor carga de oxígeno disuelto. Los expertos señalan que la mortalidad por esta causa usualmente alcanza el 8% de la producción, habiendo llegado hasta el 40% en casos especiales. Resulta vital definir la situación de cada centro de cultivo. El viento puede provocar también el cierre de puertos, que se realiza en base a la información disponible por la Capitanía de Puerto. Tal cierre genera diversos problemas para la industria del salmón, como la incapacidad para alimentar peces, limpiar redes y mover barcos. A causa del cierre de puertos la industria tiene pérdidas significativas asociadas a la producción. Fuica, Pinilla y Rojas señalan que el uso de información meteorológica local es de vital importancia, por lo que un aumento en la densidad de estaciones meteorológicas disminuiría las pérdidas.

INTESAL tiene como objetivo primordial asumir un rol de articulador entre las necesidades de la industria y la oferta de ciencia y tecnología existente en Universidades e Institutos nacionales y

extranjeros. Además de otras muchas funciones, INTESAL provee información y pronósticos on-line sobre temperatura, salinidad, oleaje, vientos, mareas, corrientes, imágenes por satélite etc.

Habría que especificar más tanto los objetivos, como las acciones, como la forma concreta de coordinar las informaciones disponibles en estaciones de la DMC, DGA y Marina de Chile. Hay que explicar, si se conoce, cómo la industria actúa a la vista de la información meteorológica que recibe, y si no se conoce, habría que tratar de averiguarlo. ¿Hay medidas concretas de protección de los peces ante un aumento de la salinidad, o en general ante una disminución en la concentración de oxígeno disuelto? Mejores pronósticos meteorológicos ¿Pueden evitar cierres de puertos? ¿Existen medidas preventivas que se puedan tomar antes del cierre inevitable de un puerto que supongan una disminución de las pérdidas? ¿Cómo mejora todo ello con mejores pronósticos meteorológicos? ¿Qué relación hay entre la información y pronósticos que ofrece INTESAL y la de DMC? ¿Qué elementos hay comunes y cuáles son diferentes? La industria del salmón, ¿hasta qué punto utiliza la información y pronósticos meteorológicos? ¿Utiliza más la de INTESAL la de DMC o ambas?

Otro aspecto a estudiar es cómo se haría extensible la información a la pesquería artesanal. Similitudes y diferencias con la industria del salmón. Qué necesidades específicas pueden tener.

A la espera de que se vaya definiendo mejor el estudio y de que tengamos conocimiento de las bases de datos que existen y que se vayan a utilizar y de que se vaya teniendo respuesta para las preguntas planteadas, podría ser adecuado utilizar el criterio de los costes evitados por todas las medidas que se van a poner en práctica (ver la metodología propuesta para el subproyecto del Paso de Los Libertadores para más detalle en esta práctica).

3.7 Limitaciones y posibilidades de los enfoques metodológicos

Hasta el momento, por tanto, la mayor dificultad para la medición socio-económica se ha derivado del hecho de la falta de implementación de las medidas a evaluar, lo que ha complicado los plazos especialmente en el caso de los Subproyectos en Perú.

Para la mayoría de los subproyectos la implantación de la metodología propuesta para la evaluación socio-económica hasta la fecha no ha sido posible dado el retraso acumulado en el desarrollo de los planes de marketing y la implementación de las medidas, que en general constituyen un paso previo al análisis económico. Por esta razón, en este informe sobre la Evaluación Económica Inicial se ha elegido el Subproyecto que está más avanzado en su implementación: el llevado a cabo para la seguridad vial en el Paso de Los Libertadores en Chile.

4 Evaluación económica inicial en un sector seleccionado: Proyecto sobre seguridad vial: Los Libertadores en Chile

4.1 Evaluación mediante costes evitados presentada por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Dirección Meteorológica de Chile

Se ha elegido este subproyecto para un análisis más detallado porque es el caso más avanzado dentro del Plan Piloto. Desde la Dirección Meteorológica de Chile el trabajo en este subproyecto ha sido constante y la comunicación de las reuniones, resultados y consultas ha resultado fluida tanto a través de la plataforma de e-learning como del correo electrónico. En lo referente a la evaluación socio-económica, se ha avanzado especialmente en la valoración de la situación de partida, quedando pendiente la evaluación del impacto real de las medidas a que la implementación de estas comience a dar resultados medibles. En las subsecciones que siguen se presentan los resultados alcanzados por el personal de la DMC en la medición de los costes que sería posible evitar por cada día de cierre evitado con las nuevas medidas. El estudio se basa en la metodología propuesta previamente en la sección metodológica para este caso, que fue como se ha señalado la de los costes evitados. Se han utilizado recursos varios, que incluyen la información directa sobre las pérdidas por las tasas pagadas por los distintos vehículos, información aplicada sobre el porcentaje de exportaciones e importaciones que utilizan el Paso de Los Libertadores como ruta de transporte, y también la transferencia de resultados de estudios del Ministerio de Obras Públicas sobre las pérdidas de mercancías que se sufren al evitar el paso de camiones. Todo ello ha requerido la homogeneización de distintos tipos de información, la actualización de los valores económicos de años pasados a tasas presentes, considerando la inflación y las tasas de cambio en que se expresan.

4.1.1 Valoración de la situación de partida o baseline

En este caso, un mejor pronóstico, permitirá realizar las gestiones necesarias para mitigar las consecuencias de un mal tiempo, esto significaría que se activen los planes de nieve y las maquinarias

comiencen a trabajar un poco antes de lo previsto y tener abierto el camino una mayor parte del mal tiempo pronosticado, y permitir al menos que los usuarios que iniciaron la subida del paso fronterizo, logren pasar a Argentina. Es en esta gestión donde podría notarse un cambio, ya que la precisión en el pronóstico restringirá el cierre solo para casos extremos. La metodología utilizada para este caso es la propuesta de los costes evitados, calculados sobre los datos de mercado.

A continuación se detallan los días de cierre del paso fronterizo Los Libertadores para los años 2007 y 2008. Durante el año 2007, el paso fronterizo Los Libertadores estuvo cerrado 13 días, con el siguiente detalle:

- Junio: 6 días (del 12 al 15 y del 19 al 20)
- Julio: 5 días (del 5 al 6 y los días 13; 16 y 23)
- Agosto: 2 días (1 y 2)

Durante el año 2008, el paso estuvo cerrado por 16 días, que fueron los siguientes:

- Mayo: 5 días (19, 21 y del 26 al 28)
- Junio: 5 días (del 3 al 5 y del 18 al 19)
- Agosto: 6 días (del 1 al 2, el día 11, y del 15 al 17)

4.1.2 Información meteorológica disponible en el momento inicial y cómo se difunde a los usuarios.

En el momento inicial, antes de la puesta en marcha de las medidas contempladas en este subproyecto, se entregaba el Pronóstico Cordillera. Este pronóstico se refiere a ciertos sectores de la Cordillera de Los Andes, entre las cuales se indicaba un sector de la cordillera central, en la cual se encuentra el Paso Fronterizo Los Libertadores. La información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5 Información meteorológica disponible en el momento inicial

REGION DE VALPARAISO, METROPOLITANA Y DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS		
Fecha	Pronóstico	Isoterma Cero
Lunes 25	Nublado y precipitaciones	3.000 mts.
Martes 26	Escasa nubosidad variando a nublado	3.600 mts.
Miércoles 27	Nublado y chubascos en la tarde	3.300 mts.
Jueves 28	Nublado variando a escasa nubosidad	2.800 mts.
Viernes 29	Nublado variando a escasa nubosidad	3.200 mts

4.1.3 Proceso General de Cierre-Apertura del Camino.

El camino, en condiciones normales, permanece abierto en horario normal de 07:30 a 20:30 horas y se regula desde la barrera controlada por Carabineros a la altura de Guardia Vieja. Cada mañana antes de iniciar su funcionamiento, la Dirección de Vialidad realiza un informe donde se indica el estado de la carretera, del clima y las restricciones para la circulación en la ruta. Este es enviado vía FAX a distintos organismos del Camino Internacional, tanto chilenos como argentinos, a saber: Carabineros; Coordinador Complejo Fronterizo, Dirección de Vialidad Nacional. Según las condiciones que se presenten, el camino puede permanecer abierto sin ninguna restricción, sólo para vehículos menores, transitable con el uso de cadenas o en un único sentido.

Cuando existe un anuncio de un frente de mal tiempo, obtenido desde los pronósticos de los distintos medios de comunicación, Internet (DMC) y en consulta a la estación Nivometeorológica de Lagunitas (30° 04' 48" S, 70° 15' 03" O), División Andina-CODELCO, Vialidad planifica los turnos de apoyo y aprovisionamiento de insumos necesarios para enfrentarlo. Una vez que se han desencadenado las precipitaciones, tanto Carabineros como Vialidad realizan patrullajes de vigilancia, inspeccionando el tráfico y el estado de la carretera, dictaminándose las primeras restricciones en cuanto al uso de cadenas. A las primeras acumulaciones, que se producen a mayor altura y cerca del Complejo Los Libertadores, comienzan sus labores las máquinas de despeje y salado de la calzada.

La indicación por parte de vialidad de cierre de camino, se fundamenta (i) en las mediciones de intensidad de precipitación, presión barométrica y vientos, realizadas desde la estación temporal primaria de medición de Portillo; (ii) en la apreciación del personal de la situación generada y (iii) en las condiciones de tránsito. Esta indicación es comunicada al Coordinador del Complejo Fronterizo, que la compara con la recabada desde Carabineros para adoptar una decisión definitiva al respecto.

De acuerdo a la entrevista realizada al Coordinador Delegado del Complejo Los Libertadores, Don Víctor Gallardo, éste manifestó que el cierre del paso, se considera por dos alternativas:

- Por certezas climatológicas, relacionadas con presencia de viento blanco y nevadas; de las cuales no se tiene registro de acontecimientos, ni se han establecidos niveles de criticidad para operar.
- Por incertezas, dadas por pronósticos de frentes de mal tiempo, otorgando una holgura de buen tiempo de aproximadamente dos horas, tiempo estimado que dura el cruce desde Guardia Vieja (altura 1600 m.s.n.m) hasta la misma altura en el sector Argentino.

El cierre del camino se efectúa a la altura de Guardia Vieja (1.609 m.s.n.m – km 178), donde Carabineros posee una Unidad de Control. El peligro de caída de avalanchas se presenta durante las tormentas y, en ocasiones, al día siguiente a éstas, siendo una amenaza a lo largo de todo el tramo de la carretera internacional G20. Desde el comienzo de la tormenta se trabaja para que los vehículos puedan circular en forma segura hasta sus destinos, evitando que éstos permanezcan indebidamente en la carretera, donde no existen refugios y la supervivencia es arriesgada aún si se cuenta con el equipamiento necesario.

4.1.4 Detalle de los tránsitos afectados: rutas comerciales y de viajeros.

La composición de los vehículos que pasaron por el Paso Los Libertadores durante los años 2007 y 2008 se ha detallado en la Tabla 6.

Tabla 6 Composición del tráfico

Años	Autos Camionetas	Auto 1 o mas Ejes	Maq. Agric Y De Constr.	Camione s Dos Ejes	Cam. Y Bus 3 Ejes	Cam. Y Bus 4 Ejes	Bus2 Ejes	Cam. 5 Ejes	Cam. 6 o mas Ejes	Motos	TOTAL
(%)	33%	0%	0%	2%	2%	5%	4%	46%	8%	1%	
TOTAL 2007	87.951	0	0	5.303	5.835	13.130	10.893	123.757	20.590	2.313	269.772
(%)	33%	0%	0%	1%	2%	5%	4%	47%	7%	1%	
TOTAL 2008	95.627	0	0	4.124	5.903	14.194	10.926	132.923	19.171	2.903	285.771

Como se puede observar, un 66 % de los vehículos que transitan por el paso fronterizo corresponde a vehículos de transporte y el 33 % restante a autos y camionetas de los cuales, también podrían existir vehículos de alquiler.

4.1.5 Alternativas de Cruce de la Frontera

Los datos sobre porcentaje de tránsitos que utilizan otras vías de paso cuando hay problemas con este tránsito, se pueden evaluar, mediante el estudio de los días que anteceden y los días posteriores a los cierres producidos, con el objeto de determinar si las tasas por concepto de peajes se recuperan en otros días o en rutas alternativas. Como se puede apreciar en la Tabla 7, correspondiente al mes de Agosto del 2008, se produce una recuperación de los cargos por peajes en días posteriores al cierre.

Tabla 7 Porcentaje de tránsitos que utilizan vías de paso alternativas

DIA	AUTOS CAMIONETAS	AUTOS CARRO1 Ó MAS EJES	MAQ. AGRIC. Y DE CONST	CAMION2 EJES	CAMION Y BUS 3 EJES	CAMION Y BUS 4 EJES	BUS2 EJES	CAMION5 EJES	CAMION DE MAS 5 EJES	MOTOS	TOTAL
Viernes 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	190	0	0	4	19	15	29	162	27	0	446
4	17	0	0	0	4	0	7	0	0	0	28
5	115	0	0	23	11	50	34	469	50	1	753
6	108	0	0	16	10	63	17	591	63	0	868
7	98	0	0	10	10	67	24	654	67	1	931
Viernes 8	94	0	0	5	10	53	17	484	53	0	716
9	98	0	0	3	10	35	23	229	35	0	433
10	145	0	0	12	11	47	16	313	47	3	594
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	131	0	0	12	19	39	32	400	85	0	718
13	79	0	0	14	10	47	26	541	97	1	815
14	96	0	0	4	10	38	25	417	67	1	658
Viernes 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	133	0	0	0	4	0	2	0	0	3	142

DIA	AUTOS CAMIONETAS	AUTOS CARRO1 Ó MAS EJES	MAQ. AGRIC. Y DE CONST	CAMION2 EJES	CAMION Y BUS 3 EJES	CAMION Y BUS 4 EJES	BUS2 EJES	CAMION5 EJES	CAMION DE MAS 5 EJES	MOTOS	TOTAL
19	224	0	0	23	12	39	19	375	39	1	732
20	87	0	0	16	18	62	30	809	62	0	1.084
21	92	0	0	26	12	51	22	516	51	0	770
Viernes 22	138	0	0	4	12	54	21	608	54	1	892
23	104	0	0	4	10	50	18	323	50	0	559
24	180	0	0	6	12	58	19	400	58	3	736
25	96	0	0	2	10	51	26	389	51	1	626
26	86	0	0	7	11	32	25	351	60	0	572
27	43	0	0	4	12	9	22	273	44	0	407
28	94	0	0	0	15	0	16	0	0	1	126
Viernes 29	136	0	0	5	12	49	34	438	84	0	758
30	122	0	0	11	14	47	27	380	75	0	676
31	195			5	13	36	25	470	100	4	848
TOTAL	2.901	0	0	216	291	992	556	9.592	1.319	21	15.888
PROM.	94	0	0	7	9	32	18	309	43	1	513

Por otra parte, en relación a la ruta alternativa, el paso fronterizo que ofrecería las condiciones mas parecidas al Paso Los Libertadores sería el paso fronterizo Cardenal Samoré, ubicado a 1.110 Km mas al sur, altura de Osorno, paso que no está afecto a cobro de peaje. Sin embargo, éste por su lejanía no se convierte en una alternativa valedera para ser considerada en el estudio. Por lo tanto, los transportistas esperan buenas condiciones de tiempo para el viaje y los turistas se abstienen de viajar buscando otras alternativas de turismo para fin de semana. Se podría decir por tanto, que la pérdida de ingresos por parte del Estado de Chile, se produce por la ausencia de cruce de turistas y afectan por tanto al 33% de turismo además del 4% de autobuses de 2 ejes.

4.1.6 Impacto en la recaudación de ingresos por concepto de Peajes por cierre del Paso los Libertadores

Por concepto de recaudación de peajes de vehículos y camionetas, el año 2008, en el paso fronterizo Los Libertadores, se recaudan anualmente un total de \$ chilenos 254.871.100 equivalentes a 19.26 % del total de recaudación del Paso Fronterizo Los Libertadores. La composición anual de esta recaudación se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8 Composición anual de la recaudación por peajes

MES	CRISTO REDENTOR
ENERO	148.834.500
FEBRERO	130.450.000
MARZO	119.622.600
ABRIL	103.081.400
MAYO	87.148.000
JUNIO	72.014.500
JULIO	94.347.700
AGOSTO	81.992.970
SEPTIEMBRE	121.624.500
OCTUBRE	123.712.400
NOVIEMBRE	114.606.700
DICIEMBRE	125.685.200
TOTAL	1.323.120.470
Total periodo estival	335.503.170
Promedio periodo estival	123.452.163
Total periodo no estival	987.617.300
Promedio periodo no estival	83.875.793
Calculo Diario por cierre de paso	
Valor Mensual Autos y Camionetas	\$16.154.478
Valor diario	\$538.483

(*) Periodo estival: entre mayo y agosto; Periodo no estival: resto del año

No obstante como dentro del año existen periodos notoriamente de alza debido a las vacaciones de verano y fiestas de fin de año y de primavera que se inician en el mes de septiembre, se debe tomar en cuenta un promedio de periodo estival y uno de promedio normal, el que asciende a \$83.875.793 mensual de recaudación, del cual un 19.26% equivale a autos y camionetas, es decir \$16.154.478 representan la recaudación mensual por autos y camionetas en periodo invernal, podríamos extrapolar y determinar que un día de cierre del paso fronterizo es equivalente a \$538.483 por concepto de recaudación de peajes. Según estos cálculos, habría que añadir a los costes evitados el valor anual de lo no percibido por concepto de peajes. Para los años 2007 y 2008 esta cantidad está detallada en la Tabla 9.

Tabla 9 Valor anual del coste evitado por concepto de peajes

	Valor Diario	2007	2008
Peajes	\$538.483	\$7.000.274	\$8.615.721

4.1.7 Impacto Económico del Cierre del Paso Los Libertadores

La ruta 60-CH Camino Internacional es una de las vías más importantes de interconexión de Chile con los países del Mercosur (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay, insertándose en el denominado Corredor Bioceánico Central. Permite la circulación de personas y por sobre todo de mercancías desde los puertos marítimos de San Antonio y Valparaíso, con la ciudad transandina de Mendoza a través del Paso Los Libertadores. Desde esta última localidad es posible efectuar la travesía hacia diversos destinos por vías de transporte alternativas: carreteras, ferrocarriles e incluso fluviales. Constituye la vía mas expedita para conectar Chile con importante puertos del Atlántico como Buenos Aires (Argentina), Montevideo (Uruguay) Río Grande y Porto Alegre (Brasil). A su vez constituye un camino de interés para los distintos países que conforman Mercosur, interesados en una potencial utilización de los puertos chilenos para la exportación de sus productos hacia los merados asiáticos y la costa oeste de Estados Unidos.

La importancia de este camino ha originado la elaboración de un nuevo proyecto de Tren Trasandino, el ambicioso proyecto ferroviario, de US\$3.000 millones, consiste en la construcción de un túnel de 30 kilómetros que apunta a potenciar el comercio sudamericano por el océano Pacífico, con una demanda estimada de 50 millones de toneladas a 2040. Las obras del proyecto durarían hasta 8 años; una vez que se licite por los gobiernos de Chile y Argentina a fines de este año o inicios de 2010. Adicionalmente la ciudad de los Andes estará dotada con las instalaciones de un puerto terrestre para la entrada y salida de camiones, lo que favorece la convertibilidad de la vía hacia sistemas de transportes multimodales y acrecienta el carácter estratégico que posee el Camino Internacional. Como se aprecia en la Figura 4, el intercambio Comercial de Chile y el Mercosur, se ha incrementado notoriamente.

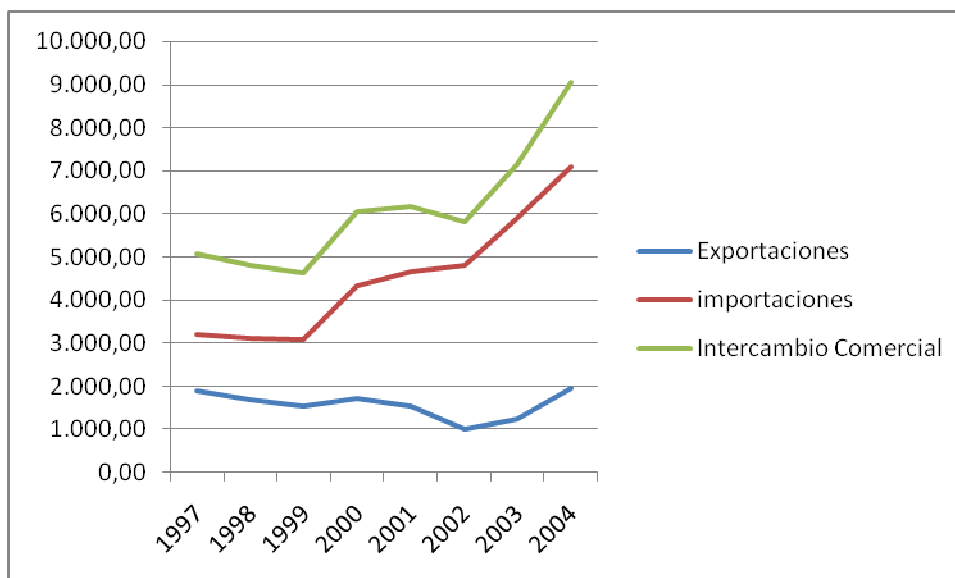


Figura 4. Intercambio comercial entre Chile y el Mercosur.

Fuente: Sofofa.cl

En la Tabla 10 y en la Figura 5, se muestra la participación de la Aduana de Los Andes, que funciona en el Paso Los Libertadores; en el total de exportaciones e importaciones del país, en millones de dólares. Los datos proceden de las estadísticas del Servicio Nacional de Aduanas del año 2008 (páginas 29 y 33), publicados en su portal web.

Tabla 10 Participación de la Aduana Los Andes en el comercio nacional en 2008

Año 2008	Exportaciones	Importaciones
Otras Aduanas	67.872,95	51.829,57
Los Andes	1.618,69	4.740,31
<i>Total</i>	<i>69.491,64</i>	<i>56.569,88</i>

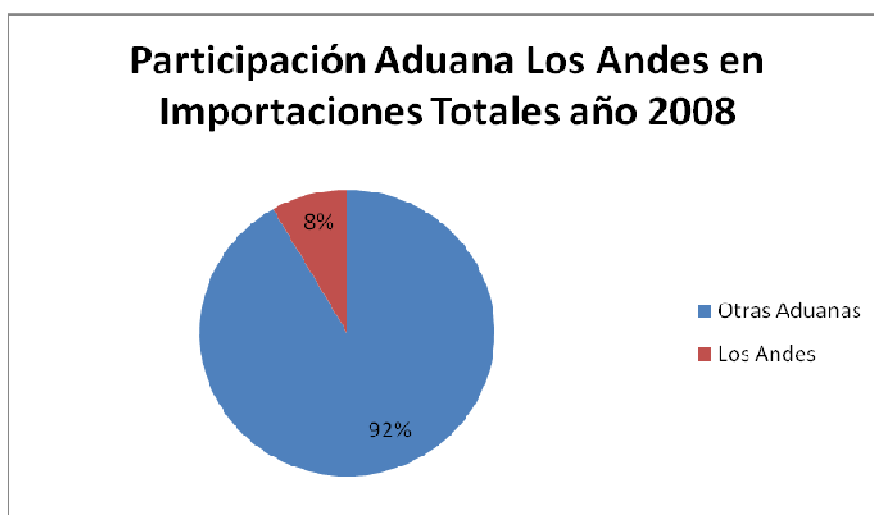
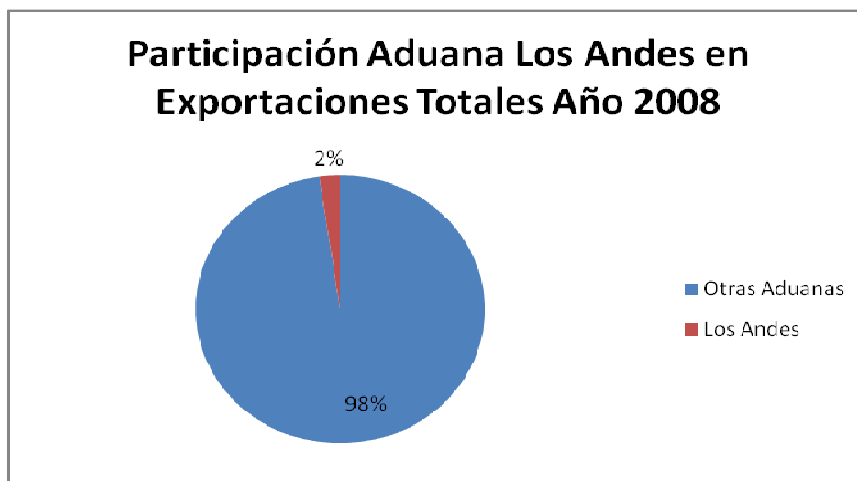


Figura 5. Participación de la Aduana Los Andes en las exportaciones e importaciones totales de Chile, 2008.

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas de Chile.

Ahora bien, considerando lo indicado anteriormente con respecto al crecimiento del intercambio comercial producto del Mercosur, podríamos deducir que la importancia económica del Paso Los Libertadores está dada por:

1. Impacto en las Importaciones y Exportaciones.
2. Costos de posibles negocios no concretados o postergados.
3. Costos de Oportunidad asociado a los turistas y viajeros.
4. Perdidas operacionales de los vehículos detenidos en la ruta.

5. Posibles multas por atrasos en la entrega de las cargas a sus destinatarios; seguros por pérdidas de las mercancías.

Teniendo en cuenta la cuantificación para aquellos factores de los que se disponen de datos, se analiza a continuación el valor económico de un día de cierre del Paso Los Libertadores.

4.1.8 Impacto en las Importaciones y Exportaciones

A partir de los datos anteriores, relativos al tránsito por el Paso Los Libertadores, es posible determinar una evaluación de cuanto deja de recibir el país por cada día de cierre de la ruta 60-CH. Dicha estimación se muestra en la Tabla 10. Esta partida tendrá un mayor impacto en el futuro si consideramos el aumento que se espera en el comercio entre Chile y el Mercosur.

Tabla 11 Estimación del coste evitado por el impacto en el comercio

Año 2008	Exportaciones	Importaciones	Total
Total Anual	69.491,64	56.569,88	126.061
Los Andes Anual	1.618,69	4.740,31	6.359
Total en millones de dólares			132.421
Diario en millones de dólares			363

Además del análisis realizado, faltaría considerar las innumerables variables, que minimizan el efecto de los días de cierre del paso Los Libertadores y que no es posible cuantificar, como por ejemplo lo relacionado con los datos proporcionados por la Asociación de Exportadores que han indicado que ante una suspensión de más de cuatro días, los productores prefieren trasladar sus mercancías por un paso alternativo u optar por venderlas en Chile, por lo tanto, las pérdidas por cierre no son proporcionales a los días de cierre.

4.1.9 Pérdidas operacionales de los vehículos detenidos en la ruta

Los estudios de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas (MOP), realizados el año 1996, obedecen a un estudio de prefactibilidad para el “Mejoramiento Conexión Internacional Zona Central (Chile) y la región de Cuyo, que se realizó por el Consorcio Juan Pablo II, el año 1996.

En este estudio se determinaron los costes por cierre de operación, para cada tipo de vehículo, considerando un coste de 15 días de cierre, para vehículos, buses y camiones. El valor determinado representa el coste adicional de operación del vehículo, el cual es de un 50 por ciento del tiempo de detención, ponderado por la distancia que recorrería en ese tiempo, a una velocidad promedio distinta para cada tipo de vehículo. Los datos obtenidos se han extrapolado, ajustando a valores actuales y utilizando los días de cierre del año 2007 y 2008, 13 y 16 respectivamente y los resultados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12 Costes por pérdidas operacionales en 2007 y 2008

Estudio Mop-Vialidad Año 1996			Extrapolación Estudio Año 2009					
Moneda	US\$ 1996	US\$ 1996	Cierres 2007			Cierres 2008		
Tipo de Vehículo	15 días	Diario	US\$ 1996	US\$ 2009	Pesos 2009	US\$ 1996	US\$ 2009	Pesos 2009
Automóvil	9.501.000	633.400	8.234.200	9.213.654	4.899.452.531	10.134.400	11.339.882	6.030.095.423
Buses	11.599.000	773.267	10.052.467	11.248.202	5.981.344.059	12.372.267	13.843.941	7.361.654.227
Camiones	9.814.000	654.267	8.505.467	9.517.187	5.060.859.609	10.468.267	11.713.462	6.228.750.287
Total	30.914.000	2.060.933	26.792.133	29.979.044	15.941.656.199	32.974.933	36.897.284	19.620.499.937

(*) Tipos de cambio utilizados: Tipo de cambio real (Abr-96): 84,91; Tipo de cambio real (May-09): 95,01; Tipo de cambio US dólar: 531,76. Fuente de datos: Banco Central de Chile, www.bcentral.cl

4.1.10 Costes totales

Teniendo en cuenta las partidas descritas anteriormente, los costes totales por días de cierre, se estiman en la Tabla 13.

Tabla 13 Evaluación de los costes totales por días de cierre durante 2007 y 2008

TOTAL COSTES EVITADOS	2007	2008
Pesos Chilenos	\$15.948.656.473	\$19.629.115.659
Dólares USA	29.992.208	36.913.486,65

Hay que tener en cuenta que únicamente se han contabilizado aquellas pérdidas cuantificables económicamente con los datos disponibles. Es muy importante considerar que no se ha tenido en cuenta la incidencia de catástrofes que puedan conllevar vidas humanas sino exclusivamente pérdidas por tasas de peaje, posibles incidencias sobre el comercio y pérdidas operacionales. En futuras evaluaciones se proporcionará información cualitativa de los aspectos no incluidos en esta valoración cuantitativa.

4.1.11 Situación en el año 2009

El año 2009 es el primer año en que se ha enviado un pronóstico específico contemplado dentro de las medidas puestas en marcha por el proyecto. La Tabla 14 muestra los días de cierre que se han producido en el mes de Junio.

Tabla 14 Días de cierre del Paso de Los Libertadores en Junio de 2009 reportados por la DGC

Junio	Pronósticos Efectuados						
17-06-2009	Lunes 15						Cierre por certeza
	Los Andes	Guardia Vieja	Juncal	Portillo	Isoterma 0	Evolución	
	Nublado	Nublado	Nublado	Chubasco de Agua nieve en la tarde	2500	48 hrs 3000	
	Martes 16						
	Nublado Posibles precipitaciones al final del día	Nublado Posibles precipitaciones al final del día	Nublado Posibles precipitaciones al final del día	Nublado Posibles precipitaciones al final del día	2900	48 hrs 2500	
18-06-2009	Martes 16						OK
	Nublado. Lluvia.	Nublado Lluvia Y Aguanieve	Nublado. Aguanieve Y Nieve.	Nublado. Nevadas	2900	48 hrs 2500	
	Miércoles 17						
19-06-2009	Miércoles 17						OK
	Jueves 18						
	Nublado. Precipitaciones.	Nublado. Precipitaciones y vientos de hasta 60 km/hr.	Nublado. nevadas y viento de hasta 80 km/hr	Nublado. nevadas y viento de hasta 80 km/hr	3200	48 hrs 2500	
20-06-2009	Jueves 18						OK
	Nublado. Lluvia.	Nublado. Nevadas Y Agua Nieve	Nublado. Nevadas.	Nublado. Nevadas	3200	48 hrs 2500	
	Viernes 19						
	Nublado. Precipitaciones en Declinación.	Nublado. Nevadas Y Viento entre 40 Y 60 Km/H.	Nublado. Nevadas Y Viento entre 40 Y 60 Km/H	Nublado Nevadas Y Viento entre 40 Y 60 Km/H.	2200	48 hrs 2800	
28-06-2009	Viernes 26 de Junio						OK
	Nublado. Lluvia	Nublado. Lluvia Y Aguanieve	Nublado. Aguanieve Y Nevadas	Nublado. Nevadas.	3000	48 hrs 2300	
	Sábado 27 de Junio						
	Nublado. Lluvia.	Nublado. Lluvia Y Aguanieve.	Nublado. Nevadas.	Nublado. Nevadas.	2200	48 hrs 2600	

4.2 Limitaciones del estudio y futuras líneas a seguir

Entre las limitaciones del estudio está el hecho de no contar con una relación directa entre la información que proporcionan las nuevas medidas y los cierres evitados. Es decir, el punto de partida ha desarrollado medidas de costes que podrían evitarse en caso de evitar el cierre, pero por el momento no se ha llevado un estudio del impacto real de las medidas que permita evaluar en qué casos el cierre se ha podido evitar gracias a la información añadida. Hasta el momento el esfuerzo del proyecto ha estado en la implementación de las medidas. Al ser reciente dicha implementación, no ha sido posible todavía la evaluación de los impactos señalados. No obstante, se trata del siguiente paso a seguir y desde la Dirección General de Meteorología se han comenzado las consultas para comenzar esta tarea. En la siguiente subsección se proporcionan algunas indicaciones que pueden ser de ayuda para continuar el trabajo en esta dirección.

4.3 Diseño de indicadores de uso del pronóstico

La metodología más empleada para el diseño de indicadores son las encuestas a stakeholders (o usuarios de la previsión), que en este caso serían tanto los usuarios del paso como las personas que toman decisiones afectadas por el pronóstico. Si no es posible, también se pueden utilizar fuentes de información secundaria como información sobre las visitas al sitio web, etc...

Si la implementación de una encuesta ex-post de la utilización de las nuevas medidas pudiese llevarse a cabo dado el presupuesto y los medios disponibles, será importante el cuidadoso diseño tanto en lo referente al cuestionario como a la muestra. Los pasos principales a llevar a cabo incluyen (i) el diseño de la encuesta, (ii) la selección de la muestra, (iii) implementación de la encuesta y por último (iv) el análisis de la información obtenida.

En lo referente al diseño de la encuesta, se debe contemplar dentro del diseño del cuestionario una introducción que explique en términos precisos lo más sencillos posibles el propósito de la encuesta e instrucciones claras para su cumplimentación. Es necesario incluir algunas preguntas de filtrado que permitan después eliminar posibles sesgos muestrales (por ejemplo, si se está evaluando el impacto de un pronóstico, lo primero es preguntar si se ha utilizado dicho pronóstico). La parte central de la encuesta serán una serie de preguntas clave sobre el impacto que la información ha tenido o tiene sobre el encuestado. No se debe olvidar incluir preguntas socio-demográficas sobre el individuo que ayudan posteriormente al análisis de los indicadores (quizá el pronóstico tiene especial impacto sobre

un grupo social determinado, por ejemplo la población joven con acceso a internet o los residentes en una determinada región). Para finalizar la encuesta es importante incluir algunas preguntas de validación, entre las que se incluyan preguntas de doble chequeo y preguntas directas sobre el cuestionario (por ejemplo si se han entendido bien las preguntas, si se consideran relevantes o claras, etc...). Más información sobre el diseño específico de encuestas y el análisis multivariante de la información puede encontrarse en Santos Peñas (2003), que desarrolla las principales etapas en las que puede subdividirse el diseño de una encuesta: la etapa previa de preparación y realización de los trabajos de campo de evaluación de trabajo de campo y tratamiento estadístico primario de los resultados obtenido.

La implementación de la encuesta va muy ligada a la selección de la encuesta, dado que si se desea encuestar a individuos que hayan utilizado el Paso, lo mejor sería hacer la encuesta en el propio terreno, mientras si se desea entrevistar a los individuos que han consultado la página web, es posible diseñar una encuesta por Internet con costes mucho menores y mayor rapidez de implementación. También se pueden combinar ambas cosas cubriendo una parte de la población más representativa. Incluso puede ser importante la opinión de los trabajadores en servicios de quitanieves o avisos sobre la eficacia de los pronósticos a la hora de una más rápida intervención. Hay que tener en cuenta que una encuesta que debe rellenarse en el terreno o mediante entrevistadores directos no puede incluir un gran número de preguntas ya que en ese caso los individuos no se tomarán el tiempo necesario para rellenar la totalidad de la encuesta.

En cuanto al análisis de la información obtenida en la encuesta, el análisis de los datos se realizará mediante el estudio y aplicación de los instrumentos básicos de estadística descriptiva y de las principales técnicas de análisis multivariante. Como resultado de la encuesta se obtendrá tanto información cuantitativa como cualitativa sobre los impactos de las medidas puestas en prácticas. Ambos tipos de información pueden ser analizadas a través de modelos econométricos para datos de sección cruzada. En Greene (1993) se pueden consultar la mayoría de estos métodos de análisis entre los que se encuentran las tablas de contingencia, análisis de regresión, análisis de la varianza, modelos logit, probit, etc. En todas estas técnicas se necesita capacitación en el manejo de algún paquete informático de análisis de datos como puede ser el programa estadístico SPSS, STATA, E-views, etc.

La información que se puede obtener incluye tanto la sensibilidad de las decisiones a la información en términos cuantitativos (por ejemplo, qué porcentaje de los cierres se han podido evitar gracias a la nueva información) como la probabilidad de que un individuo con determinadas características socio-demográficas utilice la información. Este tipo de información es muy útil a la hora de evaluar los posibles fallos de comunicación de la información o la utilidad de ésta.

5 Conclusiones

En este informe se han propuesto metodologías para la evaluación socio-económica de la información hidrometeorológica que añaden las medidas puestas en práctica en el desarrollo del proyecto. Las metodologías propuestas son diversas y dependen de la información disponible en cada caso y también de la capacitación del personal de los servicios meteorológicos implicados. En ese sentido, el seguimiento de los proyectos en el marco del learning by doing es fundamental para posibilitar su éxito. No obstante, hasta el momento, una dificultad común en casi la totalidad de los proyectos ha sido la demora con los plazos para la redacción del plan de marketing y la implementación de estos, que no ha posibilitado el inicio de la implantación de las metodologías propuestas para la evaluación socio-económica a excepción del subproyecto de seguridad vial para el Paso de Los Libertadores en Chile, donde sí se ha comenzado la implementación haciendo uso de la tutorización y el seguimiento disponibles. En este caso los resultados alcanzados por la Dirección de Meteorología de Chile se han detallado en el informe. También se proporcionan indicaciones sobre los pasos a seguir en el futuro en función del buen trabajo realizado hasta ahora por este equipo.

6 Referencias

- Acock, B. and Acock, M.C., 1993. Modelling approaches for predicting crop ecosystem responses to climate change. En: *International Crop Science I*. Crop Science Society of America. [Buxton D.R., Shibles R., Forsberg R.A., Blad B.L, Asay K.H., Paulsen G.M., and Wilson R.F. (eds.)]. Madison, WI, 299-306.
- Adams, R. M., Houston, L., and Weiher, R. F. (2004). The Value of Snow and Snow Information Services. *Report prepared for NOAA's National Operational Hydrological Remote Sensing Center*, Chanhassen, MN, under contract DG1330-03-SE-1097.
- Bosch, D.J. and Eidman, V.R., (1987). Valuing information when risk preferences are nonneutral: an application to irrigation scheduling. *American Journal of Agricultural Economics*, 69, 658-666.
- Davis, D.R. and Nnaji S., 1982. The Information Needed to Evaluate the Worth of Uncertain Information, Predictions and Forecasts. *Journal of Applied Meteorology*, 21, 461-470.
- Departamento de Estudios SalmonChile (2007). La Contribución de la Salmonicultura a la Economía Chilena.
- Doesken, Nolan J. and Arthur Judson, (1997). *The Snow Booklet: A Guide to the Science, Climatology, and Measurement of Snow in the United States*. Colorado Climate Center, Department of Atmospheric Science, Solorado State University, Fort Collins, CO. p. 86.
- Ebi, K.L., Teisberg, L.S., Kalkstein, L.S., Robinson, L., Weiher, R. (2004). Heat match/warning systems save lives: Estimating costs and benefits for Philadelphia 1995-98. *American Meteorological Society*, August, pp. 1067-1073.
- Elias, F. and Castellví, F. (2001). *Agrometeorología*. Ed. Mundi-Prensa.
- FAO, (1999). FAOSTAT Collections. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. En *Internet*: <http://www.fao.org/NOTICIAS/1999/990307-s.htm>.

- Fuica, N., Pinilla, E., Rojas, X. (2008). Efectos de las Variables Meteorológicas en la Industria del Salmón. Presentación en el Encuentro de la DMC con sus usuarios, que tuvo lugar los días 4 y 5 de Junio de 2008 en Santiago de Chile.
- García, P. (2008). Centro regional de informaciones agrometeorológicas de la región de O'Higgins. Experiencia regional. Presentación del Curso Santiago de Chile.
- Gorjanc, M.L., Flanders, W.D., VanDerslice, J., Hersh, J., Malilay, J. (1999): Effects of temperature and snowfall on mortality in Pennsylvania. *American Journal of Epidemiology*, 149, pp. 1152-1160.
- Greene, W. (1993). Análisis econométrico. Segunda Edición. Upper Saddle NJ: Prentice-Hall.
- Heibnera A., Schmidta S., Schonhofa I., Feller C., and Schreiner M. (2006). Spear yield and quality of white asparagus as affected by soil temperature. *European Journal of Agronomy*, Vol. 25, Issue 4, pp. 336-344.
- Iglesias, A., and Quiroga, S. (2007). Measuring the risk of climate variability to cereal production at five sites in Spain. *Climate Research*, 34, 47-57.
- Iráizoz, B., Rapún M. and Zabaleta I. (2003). Assessing the technical efficiency in horticultural production in Navarra, Spain, *Journal of Agricultural Systems*, 78: 387–403.
- Just, R.E. and Pope, R. (1996). Stochastic specification of production functions and economic implications. *Journal of Econometrics*, 81, 711-718.
- Katz, R.W. and Murphy, A.H., 1997. Forecast value: prototype decision –making models. En: *Economic Value of Weather and Climate Forecasts* [Richard W. Katz and Allan H. Murphy (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, 183-217.
- Katz, R.W., Murphy, A.H. and Winkler, R.L., (1982). Assessing the value of frost forecasts to orchardists: a dynamic decision-analytic approach. *Journal of Applied Meteorology*, 21, 518-531.
- Kunst A.E., Looman, C.W., Mackenbach, J.P. (1993). Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time-series analysis. *American Journal of Epidemiology*, 137, pp. 331-341.

- Lazo, J.K., Raucher, R. S., Teisberg, T.J., and Weiher, R.F. (2008). Manual de economía para los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales. En *Internet*.
- Mäkinen, T. (2006). Human cold exposure, adaptation and performance in a northern climate. *Acta Universitatis Ouluensis. D. Medica* 876.
- McGeehin, M. A., Mirabelli, M. (2001). The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related Morbidity and Mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 109, Supplement 2, pp. 185-189.
- McNew, K.P., Mapp, H.P., 1990. Sources and Uses of Weather Information by Oklahoma Farmers and Ranchers. *Oklahoma Current Farm Economics*, 63(2), 15-30.
- Mendoza V. Y. (2008). Utilidad y beneficios de la información hidrometeorológica para uso agropecuario. Dirección General de Información Agraria. Presentación en el encuentro del SERAMI con sus usuarios, OMM, Lima.
- NC State University (2000). *News Release 2/1/2000*.
- Paixao, E., Nogueira, P., Falcao, J.M., Jorge, R., Ferreira, J., Abrantes, T. (2007). The match warning system on heat waves with effect on mortality. In *Elements for Life*, WMO, Geneva, Switzerland.
- Pittaluga, G. and Murphy, G. (2007). La utilización de información meteorológica y climática en la toma de decisiones de la empresa agropecuaria. *Documento de trabajo. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas FAUBA*.
- Quiroga S. and Iglesias A (2009) A comparison of the climate risks of cereal, citrus, grapevine and olive production in Spain. *Agricultural Systems*, Vol. 101, pp. 91-100.
- Quiroga, S. (2006). Modelos de decisión y análisis empírico de las relaciones entre el clima y la productividad agraria. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Roll, R., 1984. Orange Juice and Weather. *American Economic Review*, 71(5), 861-880.
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X.B., Chivian, E. and Epstein, P. (2000). *Climate Change and US Agriculture: The impacts of warming and extreme weather events on productivity, plant diseases, and pests*. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Cambridge, MA.

- Salt Institute. (2000). Recent Snowstorm cost over \$5 billion and snow fighting agencies still not prepared to meet customer demands. January 25, 2000. En *Internet*: <http://www.saltinstitute.org/pubstat/storm1-25-00.html>.
- Santos Peñas, J. (2003) Diseño de encuestas para los estudios de mercado. Técnicas de muestreo y análisis multivariante. Editorial Universitaria Ramon Areces, Madrid.
- Shimizu, T. (2009) Structural Changes in Asparagus Production and Exports from Peru. Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (JETRO), Series IDE Discussion Papers, Number 201.
- Stewart, R.T., Katz, R.W. and Murphy, A.H., 1984. Value of weather information: a descriptive study of the fruit-frost problem. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 65, 126-137.
- United Nations (2006). A Case Study of the Salmon Industry in Chile. United Nations Conference in Trade and Development. Transfer of Technology for Successful Integration into de Global Economy.

Anexo A

Evaluación de los costes evitados para el subproyecto de seguridad vial en el Paso de Los Libertadores en Chile

Estudio Mop-Vialidad Año 1996			Extrapolación Estudio Año 2009					
Moneda	US\$ 1996	US\$ 1996	Cierres 2007			Cierres 2008		
Días de Cierre	15 días	Diario	US\$ 1996	US\$ 2009	Pesos 2009	US\$ 1996	US\$ 2009	Pesos 2009
Total	\$30.914.000	\$2.060.933	\$26.792.133	\$29.979.044	\$15.941.656.199	\$32.974.933	\$36.897.284	\$19.620.499.937
Peajes	Valor Diario		2007			2008		
		\$538.483			\$7.000.274			\$8.615.721
TOTAL COSTOS EVITADOS			2007			2008		
Pesos Chilenos			\$15.948.656.473			\$19.629.115.659		
Dólares USA			29.992.208			36.913.486,65		