



UNIVERSIDAD DE CHILE
PROGRAMA INTERFACULTADES
MAGISTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES
DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ, IV REGIÓN DE CHILE**

Tesis para optar al grado académico de Magister en Gestión y
Planificación Ambiental

CRISTIAN ENRIQUE GELDES GONZÁLEZ

Profesor Guía: Hugo Romero

Santiago, Chile
2003



UNIVERSIDAD DE CHILE
PROGRAMA INTERFACULTADES
MAGISTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

**VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES
DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ, IV REGIÓN DE CHILE**

Tesis para optar al grado académico de Magíster en Gestión y
Planificación Ambiental

CRISTIAN ENRIQUE GELDES GONZÁLEZ

Hugo Romero

Manuel Arroyo

Carmen de la Masa

Juan Ladrón de Guevara

Santiago, Chile
2003

DEDICATORIA

A mi querido Lucas

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a todos los integrantes del Programa de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental, especialmente a los profesores por el apoyo brindado y por darme la posibilidad de continuar con el programa una vez que me establecí en el Norte Chico.

Especiales agradecimientos son para el profesor Hugo Romero por su apoyo y guía para la realización de esta tesis.

También, quiero agradecer el apoyo brindado por la Universidad de La Serena, en especial de Pablo Álvarez que en su calidad de Director del Departamento de Agronomía y amigo me entregó las facilidades para culminar este proceso.

No menos importantes, son los agradecimientos para los profesores que conformaron la comisión revisora cuyos aportes permitieron, sin dudas, mejorar este trabajo: Carmen Luz de la Masa, Manuel Arroyo y Juan Ladrón de Guevara.

Un gran agradecimiento a todos aquellos que de una u otra forma participaron en este estudio como Leticia, Sylvia, Marcelo y Alex, y los aportes a la discusión de Juan, Guillermo, Pablo, Eugenio, Manuel y otros.

Finalmente, quiero agradecer a Leticia, mis padres María y Jorge, y mis hermanos Marcelo y Jorge por su constante apoyo, y especialmente agradezco a Lucas que me dio las fuerzas para terminar este arduo trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Presentación del problema	2
1.2 Marco teórico	6
1.2.1 Multifuncionalidad del agua	6
1.2.2 Disponibilidad y proyecciones de la demanda de agua en Chile	7
1.2.3 Gestión del agua en Chile	9
1.2.4 Protección ambiental y servicios ambientales del agua	20
1.2.5 Valoración de bienes y servicios ambientales	35
1.2.6 Valor económico total	39
1.2.7 Valoración económica del agua	46
1.2.8 Valoración contingente	52
1.3 Hipótesis	61
1.4 Objetivos	61
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	62
2.1 Definición de la escala espacial y temporal de la investigación	62
2.2 Método para verificar la hipótesis	64
2.3 Determinación del grupo muestra	65
2.4 Diseño y aplicación del instrumento de recolección de la información	68
2.5 Aplicación del instrumento de medición	74
2.6 Agregación y análisis de los resultados	76
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	
3.1 Definición de los servicios ambientales a valorar en la Cuenca del río Limarí	80
3.2 Estimación de la demanda por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí	82
3.2.1 Usos del agua por parte de los jefes de hogar en la Provincia del Limarí	82
3.2.2 Disponibilidad a pagar	87
3.2.3 Antecedentes del encuestado	98
3.3 Verificación de Hipótesis (Prueba)	106
3.4 Análisis Bivariado	108
3.5 Regresión Múltiple	110
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	113
4.1 Definición de los servicios ambientales del agua en los ríos en la Cuenca del río Limarí	113
4.2 Aplicación de la valoración contingente	114
4.3 Proyecciones de la valoración de los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí	124
4.4 Recomendaciones para futuros estudios relacionados	127
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	130
CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA	132
ANEXO 1. Cuenca del río Limarí	145

ANEXO 2. Métodos de valoración económica	154
ANEXO 3. Fundamentos teóricos de la valoración contingente	157
ANEXO 4. Apoyo entrevista	161
ANEXO 5. Encuesta	164

INDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1: Categorías de usos del agua	34
TABLA 2: Habitantes y distribución comunal en la Provincia del Limarí. Proyección año 2000	66
TABLA 3: Hogares en la Provincia del Limarí. Proyección año 2000.	66
TABLA 4: Distribución de la muestra	68
TABLA 5: Localidades y poblaciones de la Comuna de Ovalle	75
TABLA 6: Localidades y poblaciones de la Comuna de Combarbalá	75
TABLA 7: Localidades y poblaciones de la Comuna de Monte Patria	75
TABLA 8: Localidades y poblaciones de la Comuna de Punitaqui	76
TABLA 9: Localidades y poblaciones de la Comuna de Río Hurtado	76
TABLA 10: Estadísticos para preguntas en formato dicotómico	77
TABLA 11: Estimación de los intervalos de confianza	77
TABLA 12: Interpretación del coeficiente de correlación (Pearson)	79
TABLA 13: Participación de la demanda bruta de distintos usos directos del agua para la Cuenca del río Limarí	82
TABLA 14: Distribución de frecuencia en importancia del uso del agua	83
TABLA 15: Frecuencia absoluta y relativa de los principales usos del agua para los jefes de hogar	84
TABLA 16: Frecuencia acumulada de las prioridades asignadas a los principales usos del agua para los jefes de hogar	84
TABLA 17: Frecuencia absoluta y relativa de los principales usos del agua para los jefes de hogar	85
TABLA 18: Frecuencias relativas y acumulada de los principales usos del agua	86
TABLA 19: Estadísticos descriptivos de la disponibilidad a pagar por un proyecto de caudal ecológico	88
TABLA 20: Estadísticos de la disponibilidad a pagar (en pesos)	89
TABLA 21: Distribución de frecuencias para disponibilidad a pagar	90
TABLA 22: Estadísticos de la disponibilidad a pagar con las observaciones mayores que cero	92
TABLA 23: Distribución de frecuencias para disponibilidad a pagar con las observaciones mayores que cero	92
TABLA 24: Estadísticos descriptivos de la disponibilidad a pagar por administrar el proyecto (114 observaciones)	94
TABLA 25: Estadísticos de la disponibilidad a pagar para la administración del proyecto	94
TABLA 26: Estadísticos de la disponibilidad a pagar para la administración del proyecto	95
TABLA 27: Distribución de frecuencias para disponibilidad a pagar por la administración del proyecto	96

TABLA 28: Distribución de frecuencia para la forma de pago	97
TABLA 29: Pertenencia a una organización relacionada con la gestión del agua.	98
TABLA 30: Distribución por sexo de los entrevistados.	99
TABLA 31: Entrevistados radicados en la provincia del Limarí	99
TABLA 32: Conocimiento de la cuenca	100
TABLA 33: Estadísticos de la edad de los entrevistados	101
TABLA 34: Distribución del nivel de estudios de los entrevistados	101
TABLA 35: Ocupaciones	102
TABLA 36: Estadísticos del número de miembros de la familia	103
TABLA 37: Estadísticos del ingreso líquido familiar por mes	104
TABLA 38: Distribución de frecuencias del nivel de ingreso líquido familiar por mes	104
TABLA 39: Estadísticos disponibilidad a pagar	107
TABLA 40: Correlaciones DAP/variables de los jefes de hogar	108
TABLA 41: Estadísticos por sexo de los encuestados	108
TABLA 42: Estadísticos por ubicación urbana o rural del hogar	109
TABLA 43: Resultados regresión múltiple	111
TABLA 44: Análisis de varianza	112
TABLA 45: Relación entre el tipo de cambio, disposición a pagar (DAP) o a ser compensado (DAA) y medida del bienestar	118
TABLA 46: Disponibilidad a pagar	120

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Límites e hidrografía de la Cuenca del río Limarí	5
FIGURA 2: Chile. Estimación del incremento de la demanda de agua (1993-2017) (m ³ /s)	9
FIGURA 3: Sistema chileno de la gestión de las aguas	13
FIGURA 4: Valor total de los bienes y servicios de los ecosistemas	30
FIGURA 5: Usos del agua	31
FIGURA 6: Métodos de valoración económica de servicios ambientales	38
FIGURA 7: Componentes del valor económico total para los servicios hidrológicos	44
FIGURA 8: Principios generales del valor del agua	45
FIGURA 9: Principios generales del costo del agua	46
FIGURA 10: Distribución porcentual de la disponibilidad a pagar para contribuir al proyecto de implementación de un caudal mínimo ecológico	87
FIGURA 11: Motivos para no estar dispuesto a pagar (participación)	88
FIGURA 12: Distribución del número de observaciones de disponibilidad a pagar	90
FIGURA 13: Distribución del número de intervalos de frecuencia	91
FIGURA 14: Distribución del número de observaciones de disponibilidad a pagar en miles de pesos	93
FIGURA 15: Antecedentes de los entrevistados respecto de las modificaciones al código de aguas	98
FIGURA 16: Entrevistados originarios de la Provincia	100
FIGURA 17: Personas que aportan al ingreso familiar aparte del jefe de hogar.	105
FIGURA 18: Distribución Urbano-Rural De Los Jefes De Hogar Encuestados	105
FIGURA 19: Distribución de observaciones	123

RESUMEN

En Chile, la gestión del agua se basa, principalmente, en el mercado de derechos de aprovechamiento de agua ("mercado del agua"). Este mecanismo ha sido cuestionado por la falta de consideraciones ambientales, debido a que las transacciones de los derechos de aprovechamiento de agua sólo reflejan el valor de los usos consuntivos (riego, minería, industria y agua potable) y no consuntivos (hidroelectricidad) definidos en el Código de Aguas Chileno (1981), y no reflejan los valores de los servicios ambientales generados por el agua, como su rol en los ecosistemas lóticos, en la conservación de la biodiversidad y en el paisaje. Lo que se produce debido a una mala definición de los derechos de aprovechamiento de agua y la falta de incorporación de un caudal mínimo ecológico. Dado lo anterior, esta investigación exploratoria tiene por objetivo estimar el valor de los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí a través del método de valoración contingente, que permite medir directamente la disponibilidad a pagar generando un mercado hipotético. En este caso se realizaron 102 encuestas a familias con un formato tipo referéndum con una iteración distribuidos por medio de un muestreo dirigido. Los resultados señalan que existe una demanda mayor a cero, que se estimó en un promedio de \$3.166 por familia (Enero 2002).

Palabras claves: agua, servicios ambientales, servicios ecológicos, valor económico del agua, cuenca, río Limarí, valoración del agua y valoración contingente.

SUMMARY

In Chile, the management of the water is based, mainly, in the market of water exploitation rights ("market of the water"). This mechanism has been questioned due to the lack of environmental considerations. The transactions of the water exploitation rights only reflect the value of the consumptive uses (irrigation, mining, industry and house-hold water) and non-consumptive uses (hydroelectricity) defined in the Chilean Water Code (1981), and the transactions do not reflect the values of the environmental services generated by water, like their role in the water ecosystems, the conservation of the biodiversity and the landscape, due to a bad definition of the water exploitation rights and the lack of incorporation of an minimal ecological flow. Therefore, the main aim of this exploratory research is to estimate the value of the environmental services of the water in the watershed of Limari river through the method of contingent valuation, that allows to measure directly the willingness to pay by means of generating a hypothetical market. In this case, 102 surveys were made to families with a referendum format with one iteration distributed by means of a directed sampling. The results indicate that exist a demand greater than zero, with an average of \$3,166 by family (January 2002).

Key words: water, environmental services, ecological services, economic value of water, watershed, Limarí river, valuation of water and contingent valuation.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Frente a los desafíos del desarrollo sustentable la gestión del agua se ha vuelto cada vez más compleja, ya que se debe compatibilizar una creciente demanda, en un marco donde la oferta es prácticamente inelástica, con la necesidad de realizar una gestión integral que considere sus múltiples funciones tanto como elemento fundamental para la vida y los ecosistemas, como sus usos para el esparcimiento y la belleza escénica de muchos lugares. Igualmente, el agua es un recurso clave para el consumo humano y para muchas actividades económicas que inciden directamente en el desarrollo de los países.

Una de las formas de enfrentar la gestión del agua ha sido el creciente uso de mecanismos descentralizados, como es el mercado, en desmedro de un rol activo del Estado. El caso chileno ha sido un importante ejemplo a nivel mundial, ya que el mercado de derechos de aprovechamiento de agua tiene más de 20 años de funcionamiento desde la promulgación del Código de Aguas en 1981.

Constantemente, la gestión chilena del agua ha sido objeto de una serie de cuestionamientos, ya sea al mercado y su funcionamiento como mecanismo de asignación del recurso o por la propia definición de los derechos de aprovechamiento de agua que se transan en éste mercado. Una de las principales observaciones es la falta de consideraciones ambientales, ya que las transacciones de los derechos de aprovechamiento sólo reflejan el valor de los usos consuntivos y no consuntivos definidos en la Ley, e hipotéticamente no internalizan los valores de los usos o servicios ambientales del agua, como son la protección de los ecosistemas, su biodiversidad y el valor paisajístico.

Dado lo anterior, este trabajo definido como exploratorio, tiene por objetivo estimar el valor de los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí, por medio del método de valoración contingente, que estima directamente la demanda, a través de la generación de un mercado hipotético frente al cual se pregunta a los entrevistados su máxima disponibilidad a pagar por los servicios ambientales. En este caso se trabajó con una muestra de 102 encuestas aplicadas con formato tipo referéndum con una iteración y distribuidas por medio de un muestreo dirigido.

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

En Chile, desde la promulgación del Código de Aguas de 1981, la asignación del recurso hídrico se realiza por medio del mercado de derechos de aprovechamiento de aguas, también conocido como el “mercado del agua”, que se genera por las interacciones entre compradores y vendedores a través del intercambio de estos derechos de propiedad, ya sea por un tiempo limitado (arriendo) o a perpetuidad (compra-venta). Esta reasignación se produce si es que los

usos alternativos le entregan un mayor valor al recurso que los usos actuales. De este modo se pueden producir reasignaciones inter e intra-sectoriales. Es decir, se pueden realizar intercambios dentro de un mismo sector, por ejemplo, entre agricultores o un agricultor puede vender sus derechos a una industria.

La gestión del agua desarrollada a partir del Código de Aguas de 1981, ha sido objeto de una serie de cuestionamientos, como su incapacidad para abordar la gestión integral del recurso hídrico, generando problemas en el manejo de cuencas, en coordinar los usos múltiples del agua y en internalizar externalidades económicas y ambientales (Donoso y Disegni, 2001). Lo que en la práctica se ha reflejado en la contaminación de las aguas, y en la no consideración del mantenimiento de caudales y niveles de lagos y acuíferos para la protección de los ecosistemas y de los valores paisajísticos y turísticos asociados (Dirección General de Aguas, 1999).

La falta de consideraciones ambientales en la gestión del agua, ha llevado a subvalorar el recurso, ya que en el mercado del agua las transacciones reflejan sólo los precios de los derechos consuntivos (riego, industria, agua potable y minería) y no consuntivos (hidroelectricidad) definidos en el Código de Aguas, no internalizando los valores de los otros usos del agua como los servicios ambientales relacionados con la protección de los ecosistemas, valores paisajísticos y usos turísticos asociados. Lo cual se produce, más que por un mal funcionamiento del mercado, porque la definición legal de los derechos de aprovechamiento no incluye el uso del agua para fines ambientales o restricciones del tipo caudal ecológico.

La subvaloración de un recurso vital y estratégico como el agua, por la falta de consideración de sus usos alternativos y servicios ambientales, genera el problema de que su gestión y el proceso de toma de decisiones relacionado no se realicen en forma óptima, lo que puede afectar directamente la sostenibilidad del desarrollo del país. Esto se agrava aún más en la zona norte del país, debido a su carácter árido y semiárido. En esta zona existen cuencas en las que se han entregado más derechos de aprovechamientos que los disponibles, y peor aún, todavía no se declaran agotadas. Ello podría provocar en teoría que el río se seque completamente si se utilizan todos los derechos, provocando la pérdida del ecosistema lótico y de los usos paisajísticos y turísticos asociados al curso de agua. Por estas razones, este trabajo definido como exploratorio tiene como objetivo determinar el valor de los usos alternativos o servicios ambientales del agua, generando información para que los agentes que participan en la toma de decisiones del recurso hídrico logren una gestión más sostenible.

Para estimar el valor de los usos o servicios ambientales del agua, se determinó como área de estudio la Cuenca del río Limarí (Región de Coquimbo, Chile), ya que éste tipo de territorio es la unidad básica en el estudio de las ciencias ambientales, dado la inalterabilidad de sus límites y la integración de todos sus componentes, y esta Cuenca en particular es constantemente señalada como un ejemplo del funcionamiento del mercado del agua en Chile, producto del número de transacciones que han existido a diferencia de otras zonas del país.

La Cuenca del río Limarí es exorreica andina y ocupa una superficie de unos 11.927 Km², conformada por el río Limarí, cauce principal, y sus tributarios los ríos Hurtado, Grande y Guatulame. Se ubica entre los 30° 15' y 31° 15' Lat. Sur, y 70° 15' y 71° 45' Long. Oeste, que corresponde al área central de la IV Región de Coquimbo (Figura 1), y sus límites coinciden aproximadamente con los de la Provincia del Limarí, que tiene una población de unos 150.000 habitantes distribuidas en cinco comunas (Ovalle, Río Hurtado, Monte Patria, Combarbalá y Punitaqui) (más detalles en Anexo 1).

Otro aspecto muy relevante respecto de la gestión del agua en la Cuenca del río Limarí, es que como lo demuestra el trabajo de Alfaro y Honores (2001), la cuenca debiera declararse agotada, ya que el agua existente no alcanza a cubrir las demandas de todos los derechos de aprovechamiento de agua otorgados, lo que se logra sólo por las recuperaciones de caudales aguas abajo producto de ineficiencias en la conducción y en los usos del recurso. Además, se debe agregar que los derechos se entregaron sin considerar un caudal mínimo ecológico que permita incluir consideraciones ambientales en la gestión de este importante recurso.

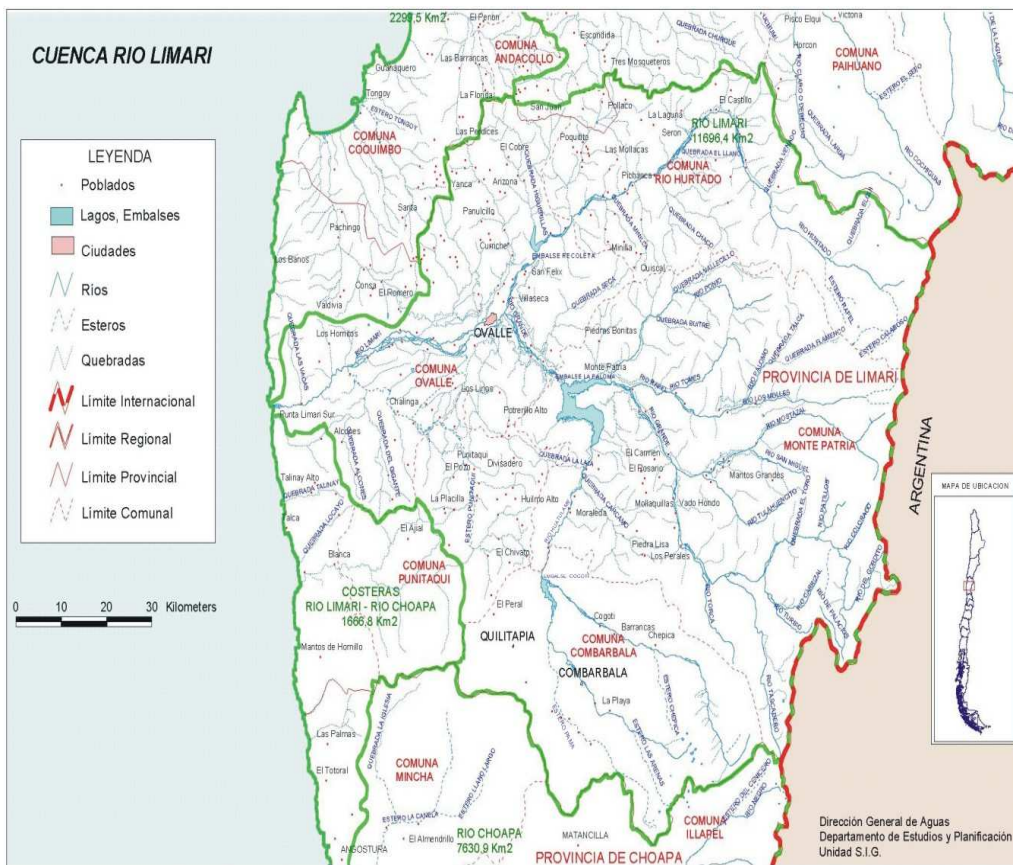


Figura 1. Límites e hidrografía de la Cuenca del río Limarí (Dirección General de Aguas, 2000).

La estimación del valor de los servicios ambientales del agua se realizará por medio del Método de Valoración Contingente, que busca estimar directamente la demanda de la población por estos servicios que no se transan en el mercado, a través del conocimiento de su disponibilidad a pagar frente a la existencia de un mercado hipotético, que en este caso corresponde al desarrollo de un proyecto que incorpora el caudal mínimo ecológico a los ríos de la cuenca, lo cual es justamente una de las modificaciones que se plantea para el Código de Aguas que hoy se discute en el Parlamento chileno.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 MULTIFUNCIONALIDAD DEL AGUA

El agua es uno de los componentes ambientales más esenciales para la vida, ya que los organismos están formados en gran parte por este elemento natural y sin su presencia la vida no es posible. Además, el agua es imprescindible para la preservación del medio ambiente, el mantenimiento de la vida acuática y la supervivencia de la fauna y flora en distintos ecosistemas. También, juega un rol de primera importancia como recurso para un sinnúmero de actividades humanas que van desde el consumo de agua potable por parte de la población, la contemplación

de la belleza escénica y la recreación sobre cuerpos de aguas naturales, hasta su uso en la mayor parte de las actividades económicas como es el caso de la generación de hidroelectricidad, el regadío para la agricultura y como insumo en procesos productivos de distintas industrias. Por último, este elemento tiene un papel fundamental en la asimilación de desechos, tales como la evacuación de aguas servidas domésticas y de los residuos industriales líquidos (Dirección General de Aguas, 1999; Global Water Partnership, 2000).

Este rol fundamental del agua tanto para la vida como para el desarrollo y el medio ambiente ha concentrado una creciente preocupación en su gestión, ya que las pautas actuales de desarrollo y uso del recurso no son sostenibles, debido a la creciente demanda y los problemas de contaminación, tal como se señala en distintos foros internacionales como la Conferencia sobre el Agua de Naciones Unidas, 1977; Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, 1992; Conferencia sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, 1992; Reunión de la Comisión de Desarrollo Sostenible, 1994; Reunión de Estocolmo, 1996; Declaración de San José de Costa Rica, 1996; y Declaración de Buenos Aires, 1996. (Banco Mundial, 1998; Dirección General de Aguas, 1999).

Para enfrentar la gestión del agua como elemento multifuncional, es necesario comprender que forma parte de un sistema, en el cual los cambios en sus componentes, por lo general inseparables, influyen de manera drástica en otros. De allí el énfasis actual por comprender la integralidad y la globalidad de las acciones que influyen en el medio ambiente, o la necesidad de utilizar un enfoque holístico o sistémico para ellas (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996). Lo importante, es tener claro que el bienestar de la humanidad depende de una gran cantidad de servicios entregados por los sistemas ecológicos, entre ellos los sistemas hídricos. Por lo tanto, el efectivo manejo de los sistemas ecológicos requiere de una cabal comprensión de sus propiedades y en particular del conocimiento de la dinámica de estos sistemas (Malear, 2000), lo que en el caso de los sistemas hídricos implica analizar los ecosistemas lóticos y su rol en otros sistemas.

1.2.2 DISPONIBILIDAD Y PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE AGUA EN CHILE

Chile, durante los últimos años ha experimentado un sostenido crecimiento económico y desarrollo social, lo que ha generado una creciente demanda por los recursos hídricos en un contexto donde la oferta de agua es inelástica y en buena medida ya está comprometidos para el abastecimiento de los usos actuales.

De acuerdo al Código de Aguas de 1981, se han definido dos tipos de derechos de aprovechamiento: consuntivos y no consuntivos. Los primeros son aquellos que facultan al titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad. Los segundos son aquellos que permiten usar el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la forma que lo determine el acto de adquisición o de constitución del derecho. Además, ambos derechos pueden ser de ejercicio

permanente o eventual, continuo o discontinuo o alternado entre varias personas (Ministerio de Justicia de Chile, 1991).

En el país, los usos consuntivos están formados por el agua de riego para la actividad agrícola que representa el 84,5% del total, con un caudal medio de 546 m³/s utilizados en el abastecimiento de unos 2 millones de hectáreas; el uso doméstico, equivale al 4,4% con unos 35 m³/s, y es utilizado para dar abastecimiento al 98% de la población urbana y aproximadamente el 80% de la población rural; y los usos mineros e industriales que representan el 11% del uso consuntivo total.

En la actualidad, existe un escenario restrictivo respecto de la disponibilidad de agua en el país, ya que el balance entre demanda consuntiva y oferta en un año de disponibilidad media es negativa en las regiones II, III, IV y la Metropolitana; y en caso de sequía moderada, sólo a partir de la VI Región hacia el Sur es posible satisfacer las demandas consuntivas actuales. La Región Metropolitana es cada vez más deficitaria debido a su superior y creciente densidad de población. Con respecto a los tipos de demandas, la destinada al uso agrícola es la mayor, con la excepción de las regiones II, III, X, XI y XII.

Este escenario de déficit se acentuará notablemente en el futuro, debido a nuevos requerimientos, como se muestra en la proyección para el período 1993-2017, donde los usos domésticos, mineros e industriales aproximadamente se duplicarán. En cambio el uso agrícola del agua se estima que pueda crecer en aproximadamente un 20%, como resultado de las inversiones orientadas a mejorar la seguridad de abastecimiento de unas 500.000 hectáreas y de la incorporación al riego de otras 500.000 ha. (Figura 2). También, se debe considerar la tendencia de las precipitaciones a disminuir, lo cual tendrá un mayor impacto en aquellas cuencas donde la presión sobre el recurso es más alta (Dirección General de Aguas, 1999).

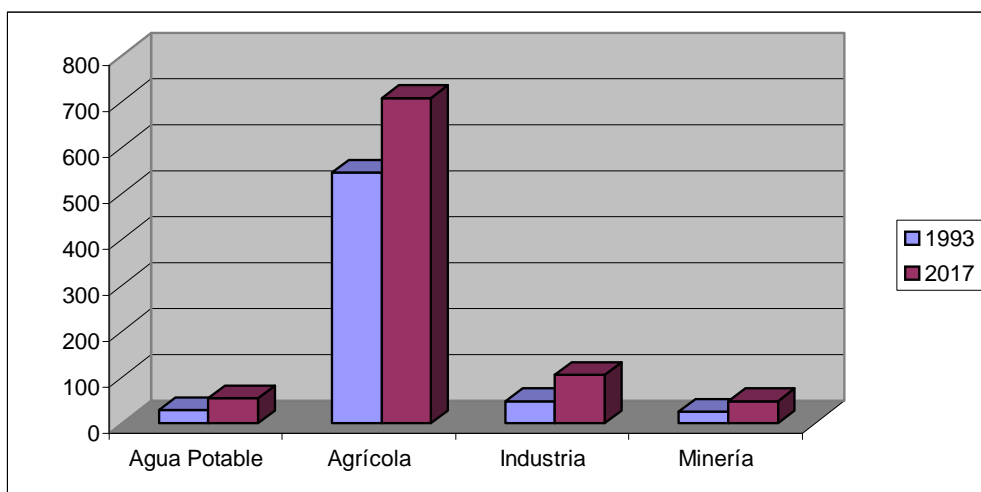


Figura 2.

Chile. Incremento de la demanda de agua. Período 1993-2017 (m³/s) (Dirección General de Aguas, 1999).

1.2.3 GESTIÓN DEL AGUA EN CHILE

Hoy, existe un importante cambio en el enfoque de la asignación del agua. Se está pasando de un paradigma tradicional basado en una toma de decisiones centralizada en la regulación administrativa y la asignación burocrática del agua, a un paradigma focalizado en la asignación descentralizada, en el uso de instrumentos económicos y en la participación de distintos agentes. Con esto, se está cambiando la concepción respecto de la provisión de agua como un bien público a su consideración como un bien económico y un insumo para distintas actividades, en la cual el interés político se centra en la eficiencia, el uso equitativo, los costos de recuperación y la viabilidad financiera (Saleth y Dinar, 1999).

Este creciente interés por el uso del mercado en la gestión del agua, ha generado un cúmulo de literatura que analiza la experiencia de los pocos lugares en que existe, como son México, algunos Estados del Oeste de Estados Unidos como California y en particular Chile (Lee y Jouravlev, 1998).

La particularidad del modelo chileno se debe a que, con la promulgación del Código de Aguas de 1981, se considera al agua sobre todo un bien económico, pero además a que se consagra al mercado del agua como instrumento económico principal. No existen cobros por el uso o no uso del agua, ni impuestos específicamente vinculados al agua, como tampoco pagos por descargas de aguas servidas. Además, existe gratuidad en la mantención o tenencia del recurso, en su uso, y en la generación de efectos externos (Dourojeanni y Jouravlev, 1999). También, el mencionado código estableció un sistema de derechos de agua que son transferibles e independientes de la tierra. Los recursos de agua pueden ser obtenidos por una petición al

Estado, ser establecidos por uso histórico o derecho de uso, o bien ser comprados (Dinar *et al*, 1999).

Otra característica distintiva del modelo chileno, es que en la práctica otorga la propiedad del agua a los privados, a diferencia de otros sistemas donde el Estado es el propietario del recurso y tiene un rol activo en su gestión. Esto se debe a que el sistema de derechos de agua establecido en virtud del Código de Aguas está fuertemente desbalanceado en favor de la protección de los derechos de propiedad por sobre la concesión del uso del agua, es decir, manteniendo la condición de bien común.

La forma de otorgamiento del agua por medio del sistema de concesión, se convierte en la práctica en un derecho de propiedad del agua, en perjuicio de las normas regulatorias. Esto se explica, porque conforme al Código de Aguas, éstas corresponden a bienes nacionales de uso público cuyo derecho de aprovechamiento se otorga a los particulares, en conformidad a las disposiciones contenidas en el Artículo 5. No obstante, tanto los derechos concedidos por el Estado como los reconocidos por éste gozan de una amplia y fuerte protección y están amparados por las garantías constitucionales respecto del derecho de propiedad. En el Artículo 24 de la Constitución Política de Chile se declara que “Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos”. También, el Código de Aguas consagra una total y permanente libertad para el uso del agua a que se tiene derecho, pudiendo los titulares de los derechos de agua, entre otras cosas: (i) usarlos o no, y destinarlos a las finalidades o tipos de uso que deseen; (ii) transferirlos, en forma separada de la tierra, para utilizarlos en cualquier otro sitio; y (iii) comercializarlos a través de negociaciones típicas de mercado (vender, arrendar, hipotecar, etc.) (Comisión Económica para América Latina y El Caribe, 1995; Vergara, 1998).

Desde un punto de vista jurídico e institucional, la asignación del agua por medio del mercado del agua, significa que el Estado adopta un papel subsidiario, básicamente normativo, con el objetivo principal de establecer unas reglas de juego claras y sencillas para los usuarios y eliminar las posibles imperfecciones del mercado. A nivel formal los cuerpos legales básicos que regulan y dirigen el aprovechamiento del recurso hídrico son la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y el Código de Aguas; sin embargo, existen otras normas procedentes de distintos organismos de la Administración del Estado que tienen algún tipo parcial de competencia o función sobre el recurso dentro de sus atribuciones como es el caso de la Dirección General de Aguas, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Comisión Nacional de Energía y otros. Lo que se puede observar en la Figura 3 (Lanna, 2001). En este mismo sentido De Miguel (1998), señala que el quehacer del Estado respecto al Código de Aguas, se ha limitado a la aplicación de determinadas normativas sectoriales, sin consideración de la problemática que surge del uso conjunto y no coordinado por parte de los distintos usuarios, ni los aprovechamientos integrales del mismo. Además, el Estado subsidia la demanda

de determinados bienes y servicios como el agua potable, la electricidad o el riego, justificando esta actuación como apoyo a sectores menos favorecidos de la sociedad, que por otro lado contradice el enfoque economicista y utilitarista dado al recurso. Finalmente, impulsa la construcción de grandes obras de riego que se considera no pueden ser abordados por los particulares dada su dimensión.

En cuanto al funcionamiento del mercado del agua, éste parte con el establecimiento de los derechos de propiedad, los que posteriormente se transfieren cada vez que los beneficios netos de una reasignación sean positivos, hasta que los valores marginales, abonados los costos de transacción y transporte, se igualen entre los usuarios, los usos y las ubicaciones del agua. Las transacciones proseguirán hasta que a todos los usuarios les sea indiferente comprar o vender derechos de agua. Dado que las transacciones de mercado son precipitadas por la diferencia de valor del agua en usos y ubicaciones alternativos, que tienen que ser de una magnitud suficiente como para compensar los costos de transacción y transporte, es difícil que estos mercados surjan, sean dinámicos u operen con eficacia cuando el recurso es excedentario o cuando hay fuentes alternativas y baratas de agua.. Es por este motivo que la actividad del mercado suele intensificarse en períodos de suministro insuficiente, volviéndose menos activa o latente en períodos de abastecimiento normal. En Chile, por ejemplo, los mercados son más activos en aquellas cuencas situadas en el norte del país donde el recurso es más escaso (Donoso, 1994; Lee y Jouravlev, 1998).

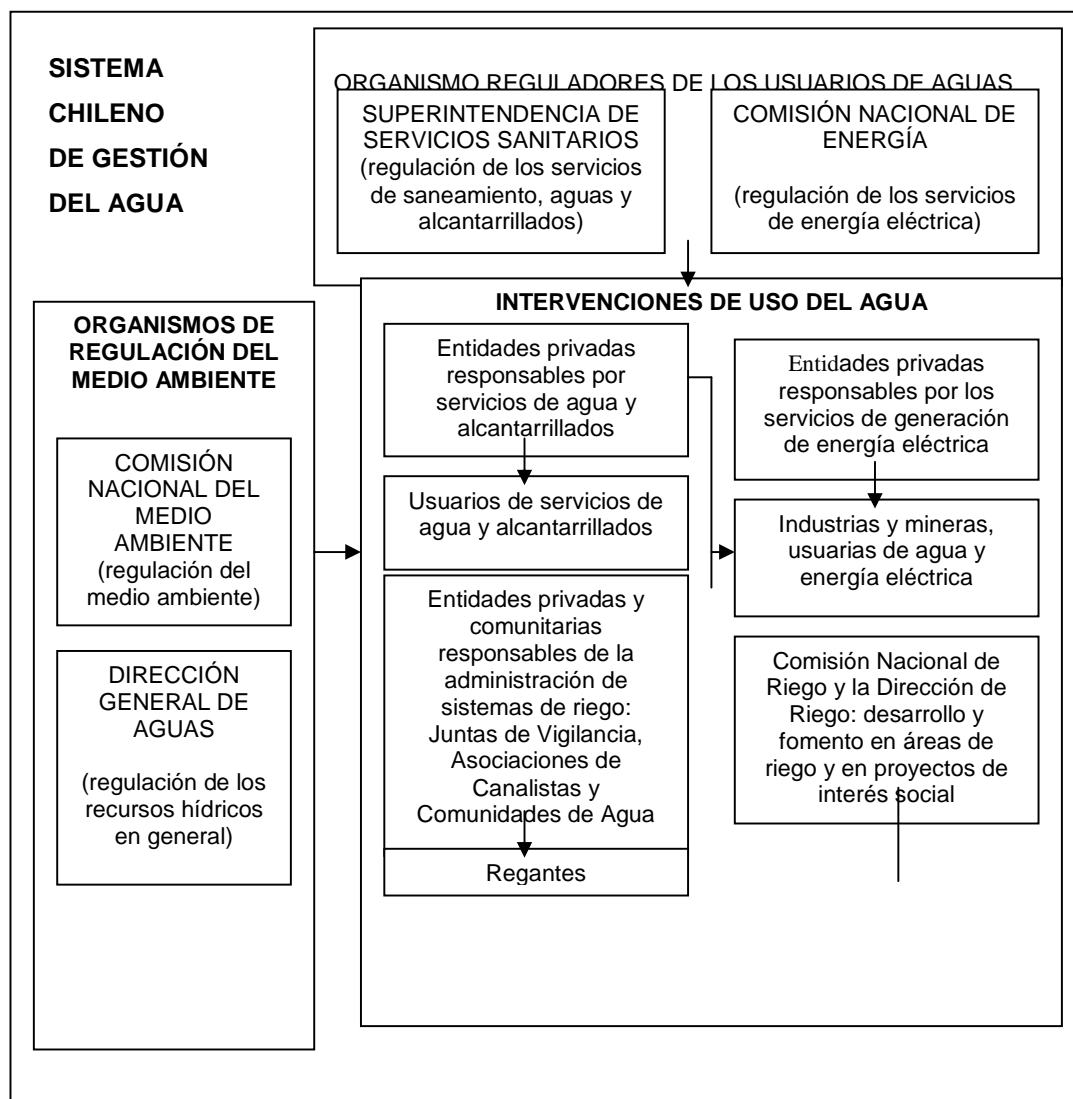




Figura 3. Sistema chileno de gestión de las aguas (Lanna, 2001).

Desde su promulgación con el Código de Aguas de 1981, la gestión chilena del agua ha sido objeto de un constante cuestionamiento, ya que existe una serie de dificultades que no permiten que se genere un mercado perfecto, provocando problemas de calidad y disponibilidad de agua. De hecho, Bauer (1997) señala que la experiencia del caso chileno ha mostrado que la gestión del agua por medio de un mercado, es mucho más difícil y complicada que ser sólo una mera transferencia de derechos de aprovechamiento, debido a que existe una serie de factores que influyen en su funcionamiento, tales como las leyes, las elecciones políticas, los arreglos institucionales, las condiciones económicas y geográficas y las prácticas culturales.

Los cuestionamientos respecto del mercado del agua, han llegado incluso a preguntarse respecto a la existencia del mismo, debido a la baja cantidad de transacciones de derechos de agua en la mayor parte de las cuencas. Ello se debería en parte por la concentración de la propiedad de los derechos como por la falta de infraestructura para poder regular los caudales en una gran parte de los sistemas hídricos en el país. Al respecto Donoso (1998), señala que a pesar de las discrepancias sobre su funcionamiento, todos los estudios apuntan hacia su existencia sobre la base de la realización de transacciones de derechos en forma consistente a través de los años, haciéndose más activas en zonas de mayor escasez o en periodos de escasez. Ello determinaría las grandes diferencias entre cuencas, por lo que se debe considerar que existen varios mercados del agua, uno en cada cuenca hidrográfica. Además, Dinar et al (1999), señala que en Chile, la más frecuente transacción es el arrendamiento del agua entre agricultores vecinos con diferentes requerimientos, lo que se denomina "mercado spot", el cual es más bien informal.

En cuanto al funcionamiento del mercado se encontró en cuatro valles estudiados que para las transacciones intra e intersectoriales, la transferencia de derechos de agua produce sustanciales ganancias económicas, especialmente, en dos valles del norte de Chile, los de Elqui y Limarí. En este último, se han encontrado bajos niveles de costos de transacción debido al elevado número de intercambios, a diferencia de otras cuencas como las de Azapa, y Maipo, durante el período de 1986 a 1993 (Hearne y Easter, 1997).

Para Bauer (1997), la existencia del mercado de agua parece haber hecho una contribución notable al crecimiento global del valor de la producción agrícola chilena desde 1980, junto a los efectos de la estabilidad y otras reformas económicas, especialmente la liberalización del comercio y seguridad de los derechos de propiedad de la tierra. Sin embargo, estos mercados parecen haber logrado reducir la necesidad de construir nueva infraestructura hidráulica y haber mejorado la eficiencia global del riego. En este mismo sentido Garrido (1997), señala que los mercados del agua proveen una asignación más flexible del recurso que la planificación

centralizada en el caso del sector agrícola. Además, que el buen funcionamiento del mercado y la existencia de beneficios requiere que se transen importantes volúmenes.

Otros cuestionamientos al mercado del agua son la especulación, el acaparamiento de los derechos, la falta de información, los costos de transacción y la inadecuada consideración de las externalidades (Lee y Juravlev, 1998; Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

De acuerdo a Donoso y Disegni (2001), el desempeño del mercado del agua es variable, lo cual se puede explicar en función de problemas independientes y dependientes del sistema de asignación. Los problemas independientes afectan la eficiente asignación del recurso, pero no son considerados como inherentes a la libre transferibilidad de los derechos de agua. Es decir, la existencia de un mercado de derechos no genera ni agrava el problema, y además, el problema representa un impedimento a la reasignación del recurso con cualquier sistema de asignación. Por otra parte, los problemas dependientes del sistema de asignación afectan la eficiente asignación del recurso hídrico y se asocian con la existencia de un sistema de mercado de los derechos de aprovechamiento. Entre los problemas independientes del sistema de asignación destacan los que se originan debido a los costos de transacción inevitables, a externalidades por una inadecuada definición de los derechos de aprovechamientos en el Código de Aguas y a la incertidumbre frente a la disponibilidad de agua

Para Donoso (1994), los problemas del funcionamiento del mercado del agua partieron por la gratuidad y la no-obligación de respaldar con proyectos concretos la asignación de los derechos de aprovechamiento, lo que ha provocado que la mayor parte de los derechos se concentre en pocas manos, lo cual se ha prestado muchas veces para la especulación debido a que este bien no paga ningún tipo de impuesto.

De acuerdo a Iranzo (2000) las transacciones de los derechos de aprovechamiento de agua deben reflejar no solo la disponibilidad del agua en el destino, sino los costes de intermediación, la provisión de unos caudales mínimos y el tratamiento de las aguas para su retorno al ciclo hidrológico con la misma calidad con la que se adquirió. Cualquier alteración de estas características puede afectar potencialmente a otros usuarios. Aun así, la seguridad del derecho de uso del agua no se termina con la garantía de que no se produzcan intromisiones por parte de terceros. También es fundamental para que la posesión del derecho sea real, la certeza de poderse apropiar del agua en sentido físico, es decir, debe existir una infraestructura adecuada para garantizar su almacenamiento y transporte hasta el punto de destino de la transferencia.

Según Ceña y Ortiz (2000), las externalidades en el mercado del agua se producen, porque este sistema no es el mejor asignador de recurso, ya que en competencia perfecta, la situación óptima desde el punto de vista del funcionamiento de los mercados, la asignación

conduce a un Óptimo de Pareto insesgado, situación ideal, y por tanto (i) es la forma más eficiente de asignación al no poderse mejorar a nadie sin empeorar por lo menos a una persona, (ii) es compatible con cualquier criterio de justicia distributiva, o con cualquier distribución de la renta. En este sentido, la asignación socialmente óptima del recurso hídrico entre sus usos alternativos será aquella que maximice el beneficio neto social derivado de su uso (beneficios menos costos sociales), situación que se produce cuando el beneficio marginal que resulta de la utilización del recurso es igual para todos sus usos y esto se cumple a lo largo del tiempo. Por tanto, el beneficio social puede determinarse directamente de la disponibilidad a pagar por el uso del recurso de cada individuo, independientemente del uso, o no uso, que se le asigne.

Respecto a la gestión de las aguas subterráneas se menciona que el Código de Aguas sí las regula, estableciendo restricciones con el fin de impedir sobreexplotación o daños a terceros. De cualquier forma, la total indefinición de los derechos de propiedad sobre este recurso y la libre accesibilidad, le dan la característica de bien común de libre acceso, y por ende los incentivos son a la sobre- extracción por encima del óptimos social. Ello además puede afectar negativamente a las aguas superficiales dadas las interacciones hidrológicas y por tanto a los propietarios de derechos de aguas superficiales. En este sentido, el mercado como mecanismo de asignación presenta una grave imperfección al no considerar ni definir los derechos de aguas subterráneas y la solución ha de venir por el lado de una mayor información al respecto y una mejor coordinación a través de un organismo público de la explotación del recurso en sus distintas formas por los distintos usuarios (De Miguel, 1998).

Para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1995), los problemas del mercado del agua se producen, porque las concesiones de los derechos de aprovechamiento de aguas se otorgan con pocas y débiles normas regulatorias: (i) la Dirección General de Aguas tiene facultades muy limitadas y está obligada a otorgar derechos a nuevos peticionarios bajo la condición de que la solicitud sea legalmente procedente, se constata técnicamente que existen recursos de aguas disponibles y no se afectan los derechos de terceros; (ii) los titulares de derechos no están obligados a utilizar efectivamente los caudales a que tienen derechos, ni a construir las obras de aprovechamiento, y no están sujetos a ningún impuesto, tarifa o cobro por la titularidad del derecho o el uso de las aguas; (iii) no hay prioridades ni preferencias para asignar el uso del agua, ni normas expresas sobre requerimientos ecológicos; (iv) la transferencia, transmisión y adquisición o pérdida por prescripción de los derechos de agua se regula por el Código Civil, en todo lo que no esté previsto por el Código de Aguas (artículo 21); y (v) el dominio sobre los derechos de aprovechamiento no puede extinguirse sino por las causas y en la forma establecida en el derecho común (Artículo 129).

De acuerdo a Bauer (1995), existe una amplia gama de factores que han impedido un gran desarrollo del mercado del agua, que se refleja en un limitado número de transacciones que han

involucrado a un pequeño número de usuarios. Estos factores pueden ser físicos, legales y administrativos, y económicos. Entre los primeros se encuentran los impuestos por la geografía montañosa de Chile y clima variable, lo que genera importantes variaciones en los caudales, o por una infraestructura deficiente: canales y embalses pequeños que no permiten la relocalización de derechos. Los factores jurídicos-administrativos se derivan de la ambigüedad e incertidumbre de muchos títulos legales junto con un sistema de archivos fragmentados. Los factores económicos son el aún bajo precio del agua, lo que sugiere que el agua no es tan escasa como se suele suponer en Chile.

Según Zegarra (1999), la legislación liberal de aguas en Chile ha sido exitosa en lo que respecta a asegurar derechos privados sobre el recurso a los agricultores, aunque algunos problemas serios de externalidades intersectoriales no fueron conceptualizados y enfrentados de manera adecuada. Asimismo, la experiencia chilena señala que la privatización de derechos no es suficiente para generar un verdadero mercado por el recurso, especialmente si existen altos costos de transacción. Además, los conflictos intrínsecos de un recurso móvil semipúblico son potencialmente importantes. En este contexto, tales iniciativas no pueden generar señales adecuadas sobre la escasez relativa del recurso que orienten una asignación hacia usos más eficientes, como pretendían sus patrocinadores.

De otro lado, la idea de que el retraimiento de la inversión estatal en riego promueve una mayor inversión por parte del sector privado, especialmente en obras de mediana y gran envergadura, probó ser errónea. En el ámbito de la adopción de la tecnología, el Código no fue efectivo por sí mismo en la generación de incentivos para la inversión privada en riego tecnificado.

Los cuestionamientos al funcionamiento del mercado se han hecho presente a nivel del Parlamento chileno, donde desde hace varios años se discuten una serie de modificaciones al Código de Aguas como:

- Establecimiento del pago de una patente por la no utilización de las aguas, lo cual busca evitar el uso especulativo del agua y la concentración de los derechos de aguas en pocas manos.
- Facultades de la autoridad para la concesión de nuevos derechos de aprovechamiento. Esta modificación busca cambiar los requisitos para obtener derechos de aprovechamiento de aguas, sugiriendo límites razonables a la concesión.
- Normas sobre conservación y protección de aguas y cauces. Esto entre otros, considera la incorporación del caudal mínimo ecológico a la gestión de los cursos de aguas.

- Consideración de la interacción de aguas superficiales y subterráneas en el otorgamiento de los derechos de aprovechamiento.
- Extensión de la personalidad jurídica a las comunidades de aguas (Senado de La República, 2000).

1.2.4 PROTECCIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL AGUA

De acuerdo con el Global Water Partnership (2000), en los años recientes se ha asumido conceptualmente como un nuevo uso del agua a la protección de los ecosistemas y de su biodiversidad. La ausencia de consideración de este uso plantea un desafío hacia el futuro, especialmente en el caso de las zonas áridas y semiáridas, como es el caso de Chile, donde se ha autorizado el uso del agua por un total equivalente a las disponibilidades de algunos cursos, sin considerar las necesidades de preservación. De acuerdo a Brown (1996), esto es un grave problema, ya que en numerosos ríos en el norte y centro del país, se secan en muchos tramos durante los meses de estiaje por las extracciones que efectúan los usuarios, lo que implicaría efectos muy negativos sobre las funciones y servicios ambientales que éstos prestan.

Para la Asociación Mundial del Agua (2000), una de las bases de la gestión integrada de los recursos hídricos es el proteger los ecosistemas vitales. Esto se debe reflejar en que el manejo de recursos de agua y tierra garantiza que se mantenga la vida del ecosistema y que los efectos adversos sobre otros recursos naturales sean considerados y en lo posible mejorarlos cuando se tomen decisiones de manejo y desarrollo. Además, se debe tener presente que los ecosistemas acuáticos producen una variada gama de beneficios económicos, incluyendo aquellos productos como la madera, combustibles y plantas medicinales, y también proveen hábitat para la vida salvaje y terrenos para su reproducción. Los ecosistemas dependen de los flujos de agua, la estacionalidad, las fluctuaciones en los niveles de agua y tienen a la calidad de agua como factor determinante.

Al respecto, Lee y Juravlev (1998) señalan que la protección de intereses sobre el caudal y el ambiente deben considerar entre otras medidas: (i) el establecimiento y control de las normas de calidad del agua con fines de uso así como de protección ambiental (normas de calidad ambiental) y de las normas de calidad del caudal de retorno (normas de emisión); (ii) la reserva de caudales y niveles mínimos o ecológicos en el cauce, que deben mantenerse independientemente de la demanda de agua en otros usos, y la prohibición de asignar derechos en determinados cuerpos de agua; (iii) los controles del uso de la tierra, tales como restricciones al desarrollo de lugares de importancia ecológica, la creación de parques nacionales y demás zonas protegidas; y (iv) un proceso de revisión en que un organismo regulador pueda rechazar o modificar las solicitudes de asignación o transferencia de derechos de agua si éstas afectan los usos protegidos del curso

original. Además, es esencial asegurar que la regulación de la calidad del agua se integre en la administración y gestión de derechos de agua.

En este mismo sentido, Howe (1997), señala que si bien la capacidad de los mercados de agua para asignar eficientemente los distintos atributos del agua, tales como la cantidad (caudal), la confiabilidad, la calidad, y la oportunidad, es necesario considerar todos sus usos simultáneamente, incluso aquellos sociales como la recreación, los aspectos estéticos, los hábitat riparianos, el transporte y la generación de hidroelectricidad. Para ello propone que en la definición de los derechos de propiedad se declare a todos los usos como beneficiosos, lo que podría generar la compra de derechos para estos usos culturales, sociales, de mantención de la calidad del agua y otros. Al respecto, Weber (2001) señala que en el caso de existir derechos para contaminación dentro de un marco de restricciones para asegurar la calidad del agua, el mercado es un buen asignador, y genera precios para ambos usos.

Según Donoso y Disegni (2001), el Código de Aguas de 1981 no ha sido capaz de abordar adecuadamente el manejo integral del recurso, ya que se han presentado problemas en el manejo integral de cuencas, en la coordinación de los usos múltiples del agua y en la internalización de externalidades económicas y ambientales. También, se señala que el mercado del agua cumple con un elemento esencial para un efectivo manejo descentralizado de los recursos hídricos que es la existencia de derechos de aguas bien definidos, pero es necesario que se internalicen las externalidades generadas por los costos asociados a daños a terceros.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (1999), el Código de Aguas presenta serias debilidades e insuficiencias para la gestión ambiental: no incorpora el concepto de calidad y no tiene normas expresas sobre requerimientos ecológicos en el sentido de caudales mínimos o ecológicos a ser respetados en los ríos.

El “caudal mínimo ecológico” es la mantención de un caudal mínimo en el cauce intervenido que asegure el cumplimiento de las funciones y servicios ecológicos de las aguas, el cual debe ser siempre respetado, ya que a través de él se cumplen distintos objetivos ecológicos, económicos y de calidad de vida, tales como conservar la biodiversidad y asegurar la disponibilidad de hábitat para la biota a lo largo de todo el río, mantener la calidad del agua, permitir la práctica de actividades turísticas y mantener la calidad del paisaje fluvial. El concepto de caudal mínimo ecológico es relativamente reciente y se constituye en una herramienta que se enmarca, por una parte en el principio precautorio y por otra en el principio de la capacidad asimilativa de los sistemas.

Los criterios que han sido utilizados para la analizar la problemática de los caudales ecológicos se pueden clasificar en dos grupos. Por un lado están los métodos simplificados, que

pueden llegar a definir el caudal ecológico como una relación porcentual o probabilística del caudal natural, asociado a una determinada probabilidad de ocurrencia. Por otro lado están los métodos que intentan relacionar las características de los ecosistemas (biodiversidad y disponibilidad de hábitats) con el caudal. Los cambios ambientales asociados a modificaciones del caudal son múltiples, complejos y dinámicos, y por ende, difíciles de predecir. Son muchas las variables bióticas y abióticas que determinan la distribución y abundancia de las diversas especies que componen las comunidades y poblaciones acuáticas (Valdovinos, 2001).

En Chile, aunque la ley no contempla una disposición respecto del caudal ecológico, sólo se pueden otorgar nuevos derechos de agua si éstos no vulneran los derechos de terceros y, en los últimos años, la interpretación de derechos de terceros se ha ampliado a fin de incluir la protección ambiental y los caudales ecológicos.

Con posterioridad a la dictación del Código de Aguas, se han dictado textos legales que refuerzan la protección de caudales ecológicos, así como otros instrumentos de gestión ambiental. La Ley N° 19.145, del 25 de junio de 1992, modificó los artículos 58 y 63 del Código de Aguas incorporándose en éstas normas tendientes a evitar la desaparición de vegas y bofedales y a proteger las aguas utilizadas ancestralmente por las comunidades étnicas Aimaras y Atacameñas en esta zona (Arévalo, 1998).

Otro texto legal de importancia es la Ley N° 19.300 (Ley de Bases Generales del Medio Ambiente), gracias a la cual se creó la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y algunos importantes instrumentos de gestión ambiental como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la generación de normas de calidad primarias y secundarias, normas de emisión, el daño ambiental y los planes de manejo, prevención o descontaminación. En lo que se refiere a la protección de los usos del agua en su propio caudal, esta ley ha posibilitado algunos avances importantes, como por ejemplo, la Norma de Emisión de Residuos Líquidos por Alcantarillado ya vigente; la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales, aprobada y en tramitación administrativa, y la Norma de Calidad Ambiental para Aguas Superficiales, Continentales e Insulares, que está en elaboración.

En Chile, como también en muchos otros países, obviamente no basta con dar facultades a una entidad pública para hacer reserva de caudal ecológico, en circunstancias que muchos ríos ya están agotados y los caudales sólo pueden restablecerse poniendo término a los derechos de los usuarios existentes o comprándolos. En relación con los ríos que ya están agotados cabe recordar que en los Estados Unidos, en algunos casos, las autoridades gubernamentales han recurrido a compras de derechos de agua para destinarlos a incrementar o mantener el caudal mínimo necesario para conservar el entorno, así como para lograr otros objetivos ambientales. Algunos grupos ambientales privados también han adquirido derechos con igual fin en varios estados. Otra

tarea importante es que una vez adquiridos los derechos habrá que velar porque se mantenga el caudal determinado en el cauce. Esto podría resultar bastante difícil y conflictivo, en parte porque en la actualidad lo normal es que si el agua no es utilizada por su propietario será utilizada por otros usuarios aguas abajo (Dourojeanni y Juravlev, 1999).

De acuerdo a Lee y Juravlev (1998), en la asignación inicial de derechos de agua deben considerarse el establecimiento de caudales mínimos para proteger el hábitat acuático y ribereño, y demás usos que, debido a su notoria característica de bien público, no pueden competir por el agua en el mercado. Cuando no es posible efectuar una asignación inicial de derechos de agua para mantener un caudal mínimo debido a que los usos históricos han impedido el suministro integral, puede plantearse la reasignación por una sola vez de derechos de agua de usos extractivos a usos dentro del propio caudal como medio de corregir las deficiencias normativas previas que derivaron en la asignación excesiva a usos extractivos. En esta situación el gobierno podría optar por ingresar al mercado para adquirir derechos de agua con tal fin.

La falta de la consideración de los usos ambientales del agua en la legislación chilena se plantean como uno de los tres desafíos en la Política de Recursos Hídricos, el cual se refiere específicamente al “desafío ambiental”, ya que se señala que la gestión de los recursos hídricos pasa progresivamente de una fase en la cual predominan los problemas de tipo cuantitativo a una en que la restricción principal la imponen los aspectos de calidad de las aguas y de protección del medio ambiente. Además, a este proceso contribuye el proceso de apertura internacional, ya que el país ha firmado una serie de acuerdos con el extranjero relacionados con la protección del ambiente que obligan a estas consideraciones, junto con los acuerdos comerciales que incluyen estos aspectos. También, se debe tener en cuenta que el mencionado “desafío ambiental” parte con un importante pasivo:

- Los recursos hídricos para fines ambientales, consideran el mantenimiento de caudales y niveles de lagos y acuíferos para la protección de los ecosistemas y de los valores paisajísticos y turísticos asociados.
- La contaminación de las aguas (por aguas servidas domésticas, por efluentes mineros y residuos industriales líquidos, y por contaminación agrícola y difusa de aguas subterráneas)

Respecto de los requerimientos para fines ambientales, se señala que a medida que la conciencia ambiental de la sociedad se desarrolla, se reconoce la necesidad y validez de que el aprovechamiento de las aguas se realice de forma tal que se asegure la mantención de caudales que permitan sustentar las demandas ambientales existentes sobre el recurso. Dicha demanda ambiental hídrica considera el mantenimiento de caudales y de niveles de acuíferos y lagos, para la protección de los ecosistemas y de los valores paisajístico y turístico asociados (Dirección General de Aguas, 1999).

Por su parte, de acuerdo a la experiencia extranjera, en general los caudales que se destinan a la mantención de los ecosistemas son del orden del 10% del caudal medio. En la actualidad esta reserva de caudales se presenta frecuentemente en el proceso de constitución de nuevos derechos en los cauces de la IX región al sur y, en menor medida, en la región VIII, en ríos que aún no están agotados o cuando se trata de derechos no consuntivos. En la Zona Central se presenta ocasionalmente en los cursos inferiores de los ríos principales. En cuanto a las aguas superficiales de la VIII región al norte, cabe recordar que los derechos de aprovechamiento existentes permiten secar los cauces, ya que fueron constituidos en una época en la cual se daba poca importancia a los temas ambientales.

Dado lo anterior es que la Política de los Recursos Hídricos para Chile propone la "Obligación de reserva de caudales mínimos ecológicos en la constitución de nuevos derechos". Al respecto se señala que la Dirección General de Aguas en un quehacer habitual deberá garantizar la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente. Concordante con ello, la proposición de modificación al Código de Aguas reconoce la obligación de reserva de caudales mínimos ecológicos en la constitución de nuevos derechos, y prácticamente reproduce los artículos 41 y 42 de la Ley 19.300, complementándolos en el sentido de precisar, en el caso del agua, cual es el organismo encargado por ley de regular el uso de este recurso natural (Dirección General de Aguas) y la instancia de su aplicación (constitución de nuevos derechos de aprovechamiento).

Así, la Dirección General de Aguas establecerá, para tramos de un río determinado, los caudales mínimos ecológicos que servirán como referencia para la concesión de nuevos derechos o para la recuperación de caudales, en el caso de que ya se hubiese concedido la totalidad de los derechos sin haber establecido una reserva al efecto (Dirección General de Aguas, 1999).

Las modificaciones que están en estudio respecto del Código de Aguas para la incorporación del Caudal Ecológico en el Parlamento de La República de Chile son las siguientes:

Título X De la Protección de las Aguas y Cauces.

Artículo 129 bis 1. Al constituir los derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas garantizará la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo, en especial, asegurar un caudal ecológico mínimo.

El caudal ecológico mínimo no podrá ser superior al veinte por ciento del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial. El Presidente de la República reglamentará la forma de precisarlo.

En casos calificados, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, fijar caudales ecológicos mínimos diferentes, sin atenerse a la limitación establecida en el inciso anterior

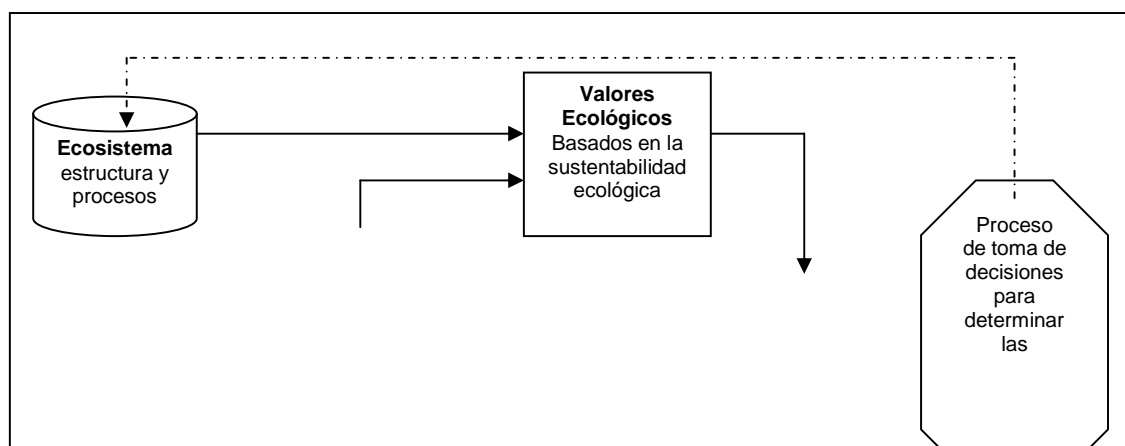
Artículo 129 bis 2. La Dirección General de Aguas podrá ordenar la inmediata paralización de las obras o labores que se ejecuten en los cauces naturales de aguas corrientes o detenidas que no cuente con la autorización competente y que pudiera ocasionar daños a terceros, para lo cual podrá requerir el auxilio de la fuerza pública en los términos establecidos en el artículo 138 de este Código, previa autorización del juez de letras competente en el lugar en que se realicen dichas obras (Senado de la República de Chile, 2000).

Finalmente, es importante señalar, que tal como se infiere de los párrafos anteriores, que aún no existe en la literatura un consenso respecto de la definición de los servicios ambientales. Algunos autores hacen la diferencia entre servicios, ambientales, funciones ambientales y bienes ambientales definiéndoles de la siguientes forma:

- Un bien ambiental es un producto de la naturaleza directamente aprovechado por el ser humano. Por ejemplo, la madera que se utiliza para la construcción de una casa.
- Las funciones ambientales o ecológicas, son los posibles usos de la naturaleza por los humanos.
- Los servicios ambientales, son las posibilidades o el potencial a ser utilizados por los humanos para su propio bienestar (Pérez *et al*, 2001).

Otros autores como Rosa *et al* (1999), señalan que los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente. Desde el punto de vista económico debieran ser considerados como externalidades positivas de actividades, tales como la protección y el mantenimiento de áreas naturales.

Groot *et al* (2002), se refieren a los servicios de los ecosistemas, para lo cual realizan una análisis de los distintos bienes y servicios valorados, las diferentes escalas utilizadas y los métodos de valoración. También, señalan lo relevante de considerar el valor total de un ecosistema al momento de tomar decisiones, el cual está compuesto por los valores ecológicos, socio-culturales y económicos, como lo muestra la Figura 4.



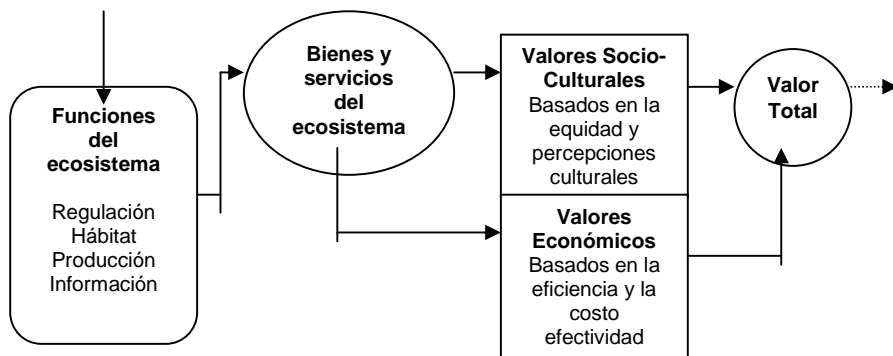


Figura 4. Valor total de los bienes y servicios de los ecosistemas (Groot *et al*, 2002)

Desde el punto de vista económico cuando se refiere a la multifuncionalidad de un recurso se utiliza el marco teórico del valor económico total; por esto se habla de “usos”. Además, dentro de éste se señala que el valor de uso indirecto se refiere a las funciones y servicios ambientales (Mejías y Segura, 2002).

Según el United State Department of Agriculture (1998), el uso ambiental del agua se refiere a la conservación de la vida acuática, utilización de refugio de flora y fauna, y reserva natural, que se enmarcan dentro de las necesidades ecológicas y ambientales (Fig. 5):

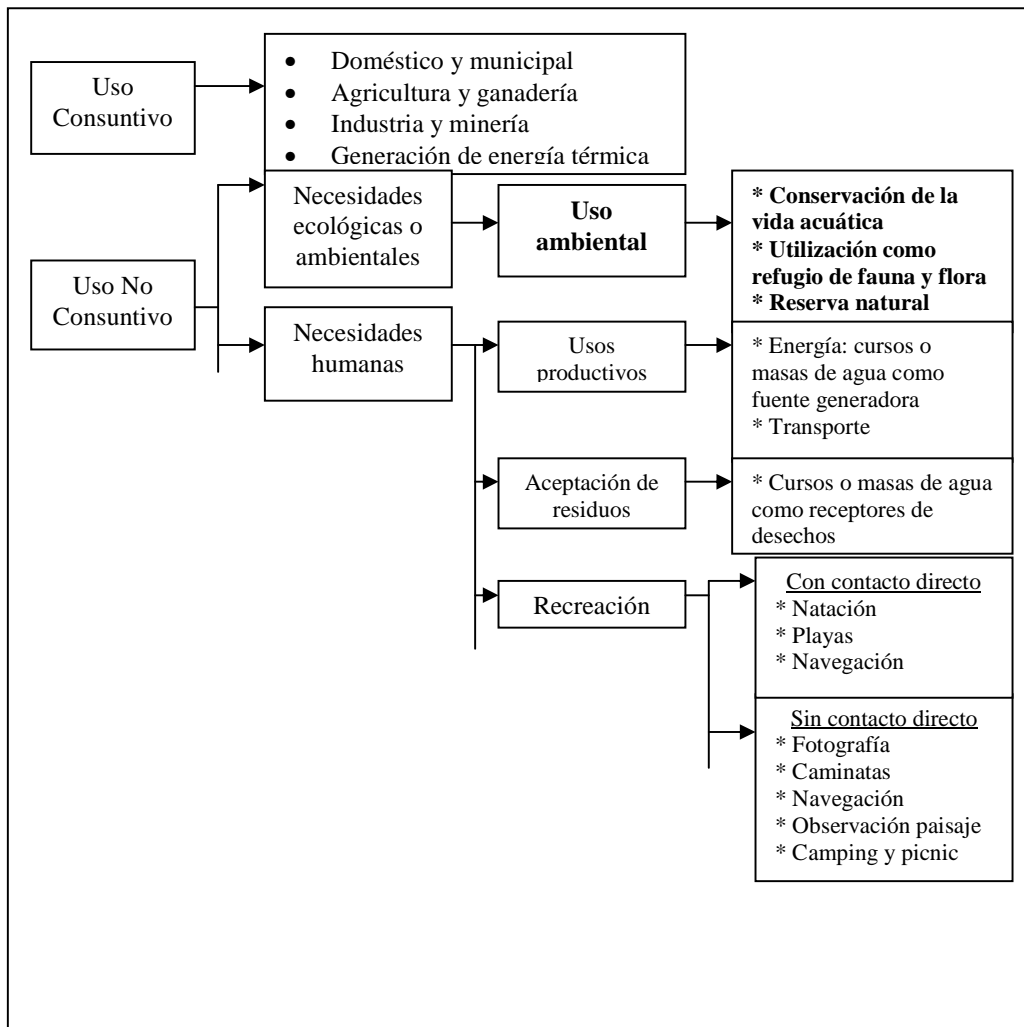


Figura 5. Usos del agua (United State Department of Agriculture,1998).

Otra forma de acercarse a la definición de los usos o servicios ambientales es a través de una revisión de los componentes de la Matriz Batelle-Columbus que es utilizada para la evaluación de impactos ambientales del agua. Esta entrega una visión más amplia de los servicios ambientales, ya que incluye aspectos estéticos y de interés humano:

Los componentes principales de la Matriz Batelle-Columbus son:

- Ecología
 - Especies y poblaciones terrestres
 - Hábitat y comunidades
 - Ecosistemas

- Contaminación ambiental
 - Contaminación del agua
 - Contaminación atmosférica
 - Contaminación del suelo
 - Contaminación por ruido

- Aspectos estéticos
 - Suelo
 - Aire
 - Agua
 - Biota
 - Objetos artesanales
 - Composición

- Aspectos de interés humano
 - Valores educacionales y científicos
 - Valores artísticos
 - Culturas
 - Sensaciones
 - Estilos de vida (Conesa, 1998)

Para Braga (2000), la conservación de la función y de los servicios de los ecosistemas de agua dulce, se puede armonizar con los proyectos de desarrollo hídrico. Al respecto, señala los distintos aportes de estos ecosistemas:

- Usos directos de aguas superficiales y subterráneas

- Usos comerciales y domésticos
- Riego agrícola
- Agua para la ganadería y acuicultura
- Energía eléctrica
- Transferencia de energías (calefacción y enfriamiento)
- Usos industriales y manufactureros
- Control de incendios

- Productos de los ecosistemas saludables de agua dulce
 - Peces y fauna silvestre (aprovechamiento comercial y de subsistencia)
 - Productos de los bosques ribereños (madera y frutas)
 - Productos vegetales de las planicies de inundación, humedales y lagos (arroz y juncos)

- Servicios prestados por los ecosistemas saludables de agua dulce
 - Transporte
 - Almacenamiento de agua (en glaciares y cuencas hidrográficas)
 - Depósito de nutrientes en áreas agrícolas en las planicies de inundación
 - Purificación natural de desechos
 - Hábitat que sostiene la diversidad biológica
 - Moderación y estabilización de microclimas urbanos y naturales
 - Retención de nutrientes
 - Estética y salud mental
 - Recreación (pesca deportiva, cacería, paseos en bote, natación)

De acuerdo a Parra (2001), el agua tiene distintas categorías de usos, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 1. Categorías de usos del agua.

Categorías de usos del agua	Usos típicos
Abastecimiento de agua potable	Abastecimiento de aguas residenciales Abastecimientos de aguas municipales (fuentes superficiales y subterráneas)
Abastecimiento de agua industrial	Aguas para enfriamiento Abastecimientos de aguas de procesos
Agricultura	Aguas de riego Bebida para el ganado Lavado de lecherías Lavado de establos
Control de crecidas	Represamiento de altos caudales para retardar el vaciado Construcción de represas, embalses y canales de protección
Generación termoeléctrica de electricidad	Aguas para enfriamiento Lagunas de estabilización Aguas para lavado de tuberías y mantención
Generación de energía hidroeléctrica	Embalsamiento para generación Construcción de represas y embalses Bombeo y vaciado de niveles de aguas
Navegación	Navegación recreacional Navegación comercial Navegación comercial para fines turísticos
Recreación acuática	Pesca deportiva Navegación deportiva y surfing Baños Picnic Contemplación estética Contemplación de la naturaleza
Hábitat de peces y vida silvestre	Hábitat acuáticos y riparianos Protección de la estructura de la comunidad Protección de especies raras y amenazadas
Gestión de la calidad del agua	Protección de caudales mínimos ecológicos Niveles de aguas de embalses Asimilación de residuos urbanos e industriales Asimilación de avenidas y descargas de efluentes

Fuente: Parra (2001)

1.2.5 VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

La toma de decisiones en materia de desarrollo que involucran al medio ambiente, presenta normalmente mayores complejidades que en otros campos de la actividad económica debido a dos razones básicas, de alguna manera complementarias, como son la deficiente incorporación de la degradación

ambiental y de los recursos dentro de los ciclos económicos, junto con la falta de expresión monetaria de muchos costos y beneficios relacionados con el ambiente, ya que no existen mercados para éstos y debido al carácter público de muchos bienes y servicios ambientales.

Distintos autores, coinciden en que el mercado no es un buen asignador de los recursos naturales debido a tres tipos de fallas: de mercado, políticas e institucionales. Las fallas de mercado se producen cuando se generan externalidades positivas y negativas, estas últimas implican una subvaloración de los recursos naturales. Las fallas políticas se producen cuando por una acción determinada de intervención en la economía se distorsionan los precios, provocando que no se refleje el valor real de los recursos naturales, generando muchas veces impactos ambientales negativos. Por último, las fallas institucionales son las carencias del propio sistema económico como la falta de infraestructura de acceso a los recursos, o deficiencias en el establecimiento de derechos de propiedad, por ejemplo, lo que hace imposible la incorporación de dichos recursos naturales o funciones ambientales al ciclo económico (Dasgupta y Maler, 1991, Field, 1995; Barbier *et al*, 1997).

Respecto de las externalidades, se producen cuando la actividad de un agente económico repercute sobre el bienestar de otro (en consumo o producción), sin que el segundo pueda cobrar un reembolso monetario por esa pérdida de bienestar, lo que produce una subvaloración de los recursos, lo que se atribuye a la ausencia de derechos de propiedad bien definidos y protegidos y a los llamados fallos del mercado, asociados según algunos economistas a los problemas de información (Randall, 1985).

En cuanto a la valoración de los recursos naturales y ambientales para los cuales no hay precios ni mercados o los hay muy incompletos o distorsionados, es necesario aclarar que se valora las preferencias del público a favor o en de contra de los cambios en la calidad ambiental (valor económico) y no su valor "en sí", lo que se ha denominado valor intrínseco. Entonces, la valorización económica se puede definir como la búsqueda de la curva de demanda para los recursos, bienes y servicios ambientales. Y solamente esto. En otras palabras, el valor que los seres humanos dan al medio ambiente, expresado en términos monetarios; o sea, su disposición a pagar por los cambios en la calidad ambiental (Borregaard *et al*, 1999).

Respecto de la valoración, Constanza y Farber (2002), señalan la importancia de considerar el valor económico y el ecológico, y la necesidad de desarrollar bases de datos que contengan modelos económicos y ecológicos, que puedan incorporar adecuadamente las dinámicas y complejas interdependencias entre los ecosistemas y los sistemas económicos.

En relación a la valoración de los servicios de los ecosistemas, Farber *et al* (2002) señalan que existen diferencias en la economía y ecología respecto del concepto de valor, ya que se

señala, por ejemplo, que el agua tiene un valor infinito por ser necesaria para la vida, pero a su vez su valor de intercambio es bajo. Las diferencias entre estos dos puntos de vista se relacionan con la relativa abundancia de los servicios ecosistémicos dentro del funcionamiento natural de los ecosistemas y economías. Claramente, un servicio de un ecosistema puede ser más abundante que otro, pero su valor ya sea directa o indirectamente estimado, siempre tiene un sesgo, porque se centra en el hombre, lo cual podría ser muy diferente si se considera su valor para otras especies o para el propio ecosistema. En suma, es importante tener claro, que el concepto de valor está evolucionando y es necesario incluir los valores ecológicos para tomar decisiones más sustentables.

La pérdida de funciones ambientales es un problema económico, porque ciertos valores importantes se pueden perder, a veces irreversiblemente, debido al agotamiento prematuro o la sobre- utilización degradante de ellos. Cada opción por conservar, degradar o convertir para otros usos, que involucra a un recurso natural, tiene implicaciones en términos de valores ganados o perdidos. Sólo un análisis detallado de tales ganancias y pérdidas puede apoyar eficazmente la toma de decisiones. Lo anterior exige que todos los valores ganados o perdidos respecto a cada opción de uso sea cuidadosamente considerada. El objetivo de la valoración económica es pues revelar el verdadero costo de utilizar los recursos escasos provenientes del medio ambiente. Ya nadie puede desconocer que la característica de estos recursos ha dejado de ser la abundancia infinita, y que de la disposición total se ha pasado a una limitada, que hace necesaria una asignación. Así, todos los costos deben ser materia de consideración, y no sólo aquellos directamente monetarizables (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996; Barbier *et al*, 1997).

En suma, se destaca el hecho que la valoración puede ser imperfecta, pero es mejor que no tener ninguna valoración. Los recursos siempre se asignan, aunque el sistema de asignación sea imperfecto. En uno de los límites, la falta de valoración o la valoración cero o nula, esconde en el hecho una valoración específica que es justamente la falta de valoración. Entonces, vale la pena el esfuerzo de valoración (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996).

Para abordar la valoración de los bienes y servicios ambientales se han desarrollado diversos métodos (ver Anexo 2), los que se dividen en dos tipos: de valoración indirecta y de valoración directa (Figura 6). Los primeros buscan estimar el valor de los bienes ambientales de manera indirecta con información de mercados reales y precios de otros bienes y servicios (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996). Los métodos directos se basan en el concepto de “disposición a pagar”, ya que cuando un bien o servicio ambiental simplemente existe y es provisto sin costo, es sólo la “disposición a pagar” lo que puede describir su valor, independientemente de que se haga o no un pago (Azqueta, 1994).

Técnicas Indirectas

Técnicas Directas

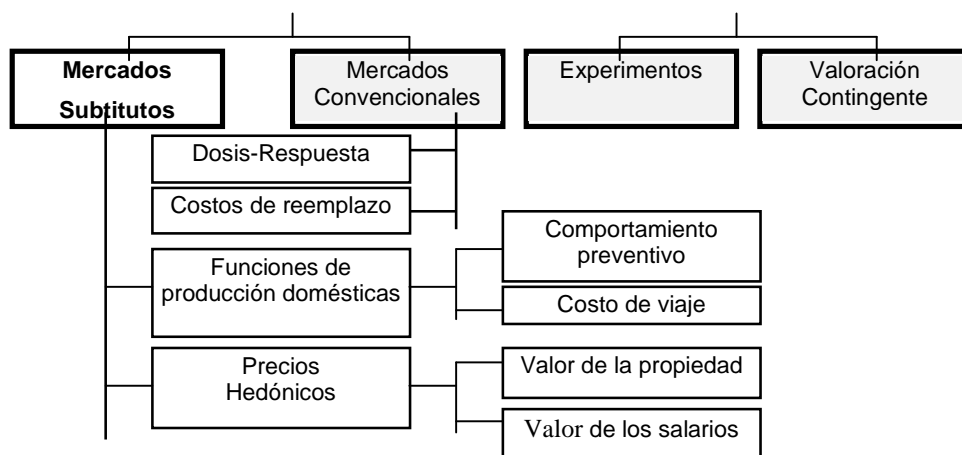


Figura 6. Métodos de valoración económica de servicios ambientales (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996).

La experiencia chilena en aplicación de métodos de valoración económica es reciente. Sin embargo, es reconocido el aporte que la aplicación de estos métodos podría significar para los análisis económicos al permitir considerar la totalidad de los costos y beneficios (valoración de impactos ambientales) de proyectos. Asimismo, la valoración económica de recursos naturales mejoraría la asignación de los recursos y sería un aporte significativo a las cifras macroeconómicas del país (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1998).

1.2.6 VALOR ECONÓMICO TOTAL

La economía ambiental destaca que el sistema natural es un activo multifuncional, es decir, el ambiente provee al hombre de un amplio conjunto de servicios y funciones que tienen valor económico: (i) la base de los recursos naturales renovables y no renovables, (ii) un stock de bienes naturales (paisajes naturales y recreación), (iii) la capacidad para asimilar y procesar desechos, y (iv) un soporte material para la vida humana. Esta multifuncionalidad complica el tratamiento analítico de la valoración, además de dificultar a los mercados la eficiencia en la asignación de recursos a sus usos alternativos; dado que se debe considerar el conjunto total de bienes y servicios ofrecidos por el medio natural, al momento de determinar el costo alternativo y analizar la eficiencia en la asignación.

Ello requiere de la determinación de dos equilibrios: por un lado, entre las demandas por los usos indirectos del medio (por ejemplo, fuente de materias primas y mantención de la pureza del aire, respectivamente); por otro lado, entre las necesidades de las generaciones presentes y futuras. En consecuencia, para valorar económicamente los recursos naturales, es necesario considerar todos los beneficios asociados a ellos, así como todos sus usos alternativos. El problema es que para valorar los recursos naturales, los precios que el mercado asigna, en general

no tienen en cuenta la multifuncionalidad de éstos, ni asigna precios a todos sus usos alternativos, muchas veces porque tales usos se realizarán en el futuro (Claude y Pizarro, 1996).

Con el fin de considerar el conjunto de servicios y funciones que el ambiente provee, así como los valores asociados al uso de los recursos, se ha desarrollado el concepto de “Valor Económico Total”, que además proporciona una visión de los diversos beneficios que provienen de la preservación y mejoramiento del ambiente. Los precios de mercado muchas veces subestiman el valor económico total, justamente por sólo considerar el valor de cambio del recurso, sin incluir el resto de los componentes (Aguilera, 2001).

El valor económico y el valor intrínseco de un componente ambiental son distintos, y la diferencia es que el primero puede ser medido, a veces con dificultades, pero el segundo no puede ser medido, sino que sólo estimado parcialmente. Mientras que el valor económico puede cambiar y evolucionar con el tiempo debido a cambios en el hábito, la cultura, y por lo tanto, en la demanda por bienes ambientales, el valor intrínseco es un valor fijo (Borregaard *et al*, 1999).

Los conceptos de valor que estructuran el valor económico total manifiestan la diversidad de usos que provienen del ambiente como activo multifuncional. El valor económico total (VET) comprende el “valor de uso” (VU) y el “valor de no-uso” (VNU) del recurso; y busca abarcar, también, los valores monetarizables y los no que no lo son.

El Valor de Uso (VU), se asocia a algún tipo de interacción entre el hombre y el medio natural, y tiene que ver con el bienestar que tal uso proporciona a los agentes económicos. Puede adquirir las tres formas siguientes:

1. El Valor de Uso Directo (VUD) corresponde al aprovechamiento más rentable, o más común, o más frecuente del recurso. Es el caso del agua como insumo para distintas actividades económicas (agrícola, minera e industrial), como consumo para agua potable, o en la posibilidad de ir de pesca o recrearse. También, debe anotarse que el Uso Directo puede ser comercial o no-comercial. Muchos de los usos alternativos pueden ser importantes, como las necesidades de subsistencia de las comunidades locales, o para el deporte de montaña, o un valor paisajístico excepcional, por ejemplo. No se restringe, pues, a aquello que significa valor en términos de ganancia privada. Por otro lado, en los usos comerciales, esto puede tener relevancia tanto para los mercados locales como para los internacionales. De todos modos, los valores comerciales son, en general, mucho más fáciles de medir que los valores no-comerciales.

2. El Valor de Uso Indirecto (VUI) corresponde a las funciones ecológicas o ecosistémicas, como lo plantean la mayoría de los autores. Estas funciones ecológicas cumplen un rol de regulador o de apoyo a las actividades económicas que se asocian al recurso. El mayor problema con el Uso

Indirecto es su casi total ausencia de los mercados, por lo que es difícil darle valor y no se le considera normalmente en la toma de decisiones económicas.

3. El Valor de Opción (VO) corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar para postergar el uso actual y permitir el uso futuro del recurso. Es decir, no para usarlo hoy sino mañana, en cualquiera de las posibilidades señaladas. Es algo así como un seguro, cuyo objetivo es precaverse ante un futuro incierto; pero que contempla igual su uso. Según Azqueta (1994), algunos autores hablan también de Valor de Cuasi-Opción, para hacer referencia al tema específico de la información, que puede ser útil hoy para la planificación de desarrollos futuros. Esto se relaciona con los esfuerzos continuos para mejorar las estimaciones de reservas de los recursos

El Valor de No-Usado (VNU), que al revés del anterior no implica interacciones hombre-medio, se asocia al valor intrínseco del medio ambiente, y puede adquirir una de las dos formas siguientes:

1. El Valor de Existencia (VE) corresponde a lo que ciertos individuos, por razones éticas, culturales o altruistas, están dispuestos a pagar para que no se utilice el recurso ambiental, sin relación con usos actuales o futuros. En otras palabras, la actitud de los amantes de las especies salvajes o nativas, de la belleza natural, de la salvación de ecosistemas únicos (el desierto florido, o los campos de hielo, por ejemplo).

2. El Valor de Legado (VL), para algunos difícil de separar del anterior, corresponde al deseo de ciertos individuos de mantener los recursos ambientales sin tocar, para el uso de sus herederos y de las generaciones futuras. No hace referencia a usos futuros definidos por esta generación, sino que deja la decisión para las que vendrán.

En forma de ecuación el Valor Económico Total (VET) se expresa de la siguiente forma:

$$VET = VU + VNU = (VUD + VUI + VO) + (VE + VL),$$

Donde:

VET = VALOR ECONOMICO TOTAL

VU = VALOR DE USO

VNU = VALOR DE NO USO

VUD = VALOR DE USO DIRECTO

VUI = VALOR DE USO INDIRECTO

VO = VALOR DE OPCION

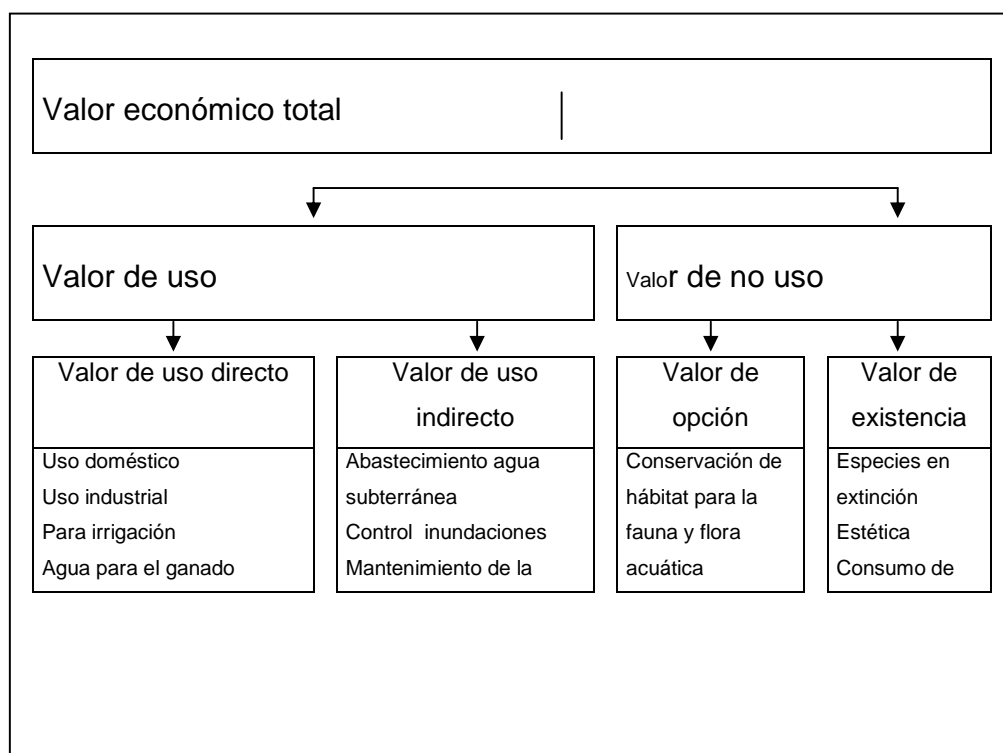
VE = VALOR DE EXISTENCIA

VL = VALOR DE LEGADO

Esta es la ecuación que sintetiza los conceptos más aceptados para enfrentar la valorización económica de los recursos naturales y los impactos ambientales, su instrumentalización y su incorporación en la política de desarrollo y la toma de decisiones (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996; Borregaard et al, 1999).

Respecto al caso específico del agua, Castro y Barrantes (1998), señalan que el valor de uso directo corresponde a todo el flujo de agua que es utilizado y en cuanto al valor de uso indirecto, corresponde a la porción de agua demandada por los ecosistemas y la cantidad que forma parte de los embalses y que considera un activo fijo en términos de capital natural, que no tiene directamente un uso económico, pero es fundamental para que exista un flujo constante de utilización económica directa. Con relación a los valores de no uso, se identifican los de opción y existencia. El primero, como se ha indicado, corresponde a la reserva de uso para algún momento en el futuro. Se obtiene del valor del agua que hoy día está disponible, pero que no se utiliza y que puede servir para el desarrollo de otras opciones económicas en el futuro. El valor de existencia está ligado a los valores más inmanentes de los objetos, con independencia, parcial o total, de la proyección que sobre ellas tengan los seres humanos. Las aguas de ríos o lagos no tienen valores muy altos debido a la existencia de sustitutos.

Pérez et al (2001), proponen una clasificación de los distintos componentes del valor económico total de los servicios hidrológicos para los agrosistemas ubicados en la parte alta de una cuenca. A diferencia de otros análisis donde el valor de opción se presenta como parte del valor de uso, acá se señala la diferencia en los valores de no uso (Figura 7):



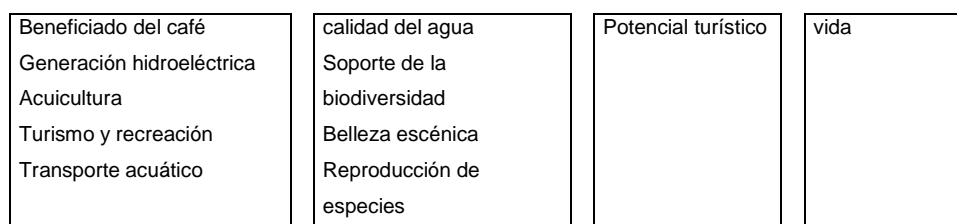
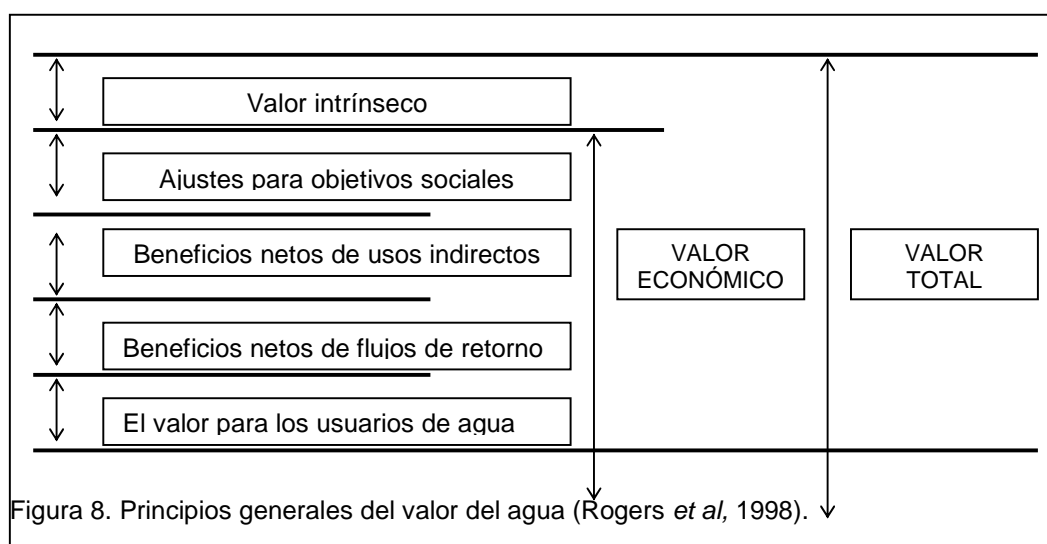


Figura 7. Valor económico total para los servicios hidrológicos (Pérez *et al*, 2001).

Rogers *et al* (1998), se refieren al valor total del agua. Este consiste en su valor de uso, o valor económico y el valor intrínseco (Figura 8). El valor económico, el cual depende del usuario y la manera de como es utilizado, incluye: valor a los usuarios (directos) del agua, los beneficios netos del agua que se pierde a través de evapotranspiración u otras emisiones (flujos de retorno), y la contribución del agua hacia la consecución de objetivos sociales. El valor intrínseco incluye valores no vinculados a usos, tales como un legado o los valores resultantes de la simple existencia.



También, se señala que para el modelo económico clásico el beneficio social es maximizado cuando el valor económico del agua se iguala a sus costos (Figura 9), logrando el equilibrio económico, situación que no se da frecuentemente en la realidad, ya que no se internalizan todos los costos ni todos los valores del agua.

El costo total de la provisión del agua incluye el costo económico total y las externalidades ambientales asociadas con la salud pública y la mantención del ecosistema (Figura 9). El costo económico total consiste en: el costo total de la oferta debido al manejo de recursos, gastos operativos y de mantenimiento y los cargos de capital, los costos de oportunidad de usos alternativos de agua y las externalidades económicas que surgen de cambios en las actividades económicas de los sectores indirectamente afectados.

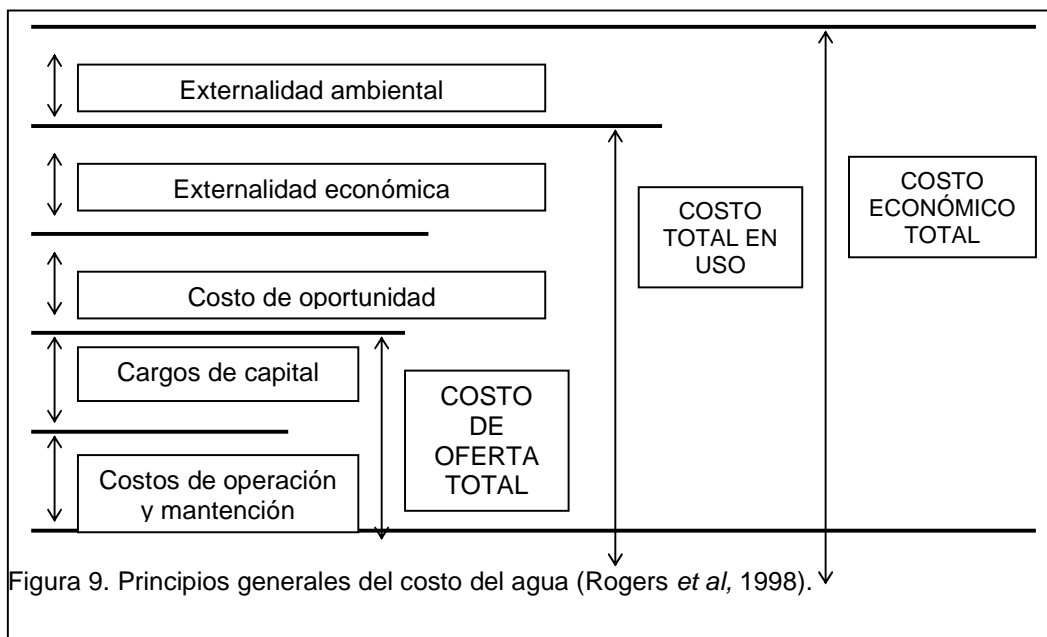


Figura 9. Principios generales del costo del agua (Rogers *et al*, 1998).

En la gestión del agua debe considerarse el objetivo de recuperación del costo total. La recuperación del costo total debería ser el objetivo para todos los usos de agua a menos que existan razones obligadas para no hacerlo. Mientras, en principio, los costos totales requieren ser estimados y conocidos con propósitos de adoptar decisiones de asignación racional y de manejo, éstos no necesariamente deben ser cobrados a los usuarios. Sin embargo, alguien deberá asumir el costo. La estimación del costo total puede ser muy difícil. En situaciones que involucren conflictos del agua, deberían realizarse intentos para, al menos, estimar los costos totales económicos como base para la asignación (Asociación Mundial para el Agua, 2000).

1.2.7 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA

Tras muchos años de debates en los foros y en los organismos internacionales encargados de la gestión del agua se reconoció finalmente que el agua es esencialmente un bien económico. Tal como lo demuestra el Cuarto de los Principios de Dublín, aprobados en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente celebrada en enero de 1992: “el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos competitivos y debería reconocérsele como un bien económico”. Para los economistas ésta no es una propuesta muy novedosa, ya que han sostenido desde siempre la necesidad de reconocer que el agua es un bien económico y que no hay que tratarla como poseedora de una “importancia singular” sino como un bien entre todos los demás (Lee y Juravlev, 1998). Al respecto, se señala que con la mejora de uso de herramientas económicas el rol de la regulación pública en la gestión del agua como un bien económico aumentará importantemente (Rogers *et al*, 1998).

La Asociación Mundial para el Agua (2000), señala que tratar el agua como un bien económico puede ayudar a equilibrar la oferta y demanda de agua, sustentando de este modo, el flujo de bienes y servicios de este importante activo natural. Cuando el agua escasea de manera creciente, continuar con la política tradicional de aumentar la oferta, ya no es una opción factible. Existe una necesidad clara de conceptos económicos operativos e instrumentos que puedan contribuir al manejo, regulando las condiciones de la demanda por agua. De manera importante, si los cobros por los bienes y servicios reflejan el costo total involucrado, los gestores estarán en una mejor posición para juzgar en qué momento las demandas para los distintos productos de agua justifican el gasto de recursos de capital escaso para aumentar la oferta.

La Dirección General de Aguas (1999), señala en la Política de los Recursos Hídricos que el agua es un bien económico y como tal el sistema jurídico y económico que regula su uso debe propender a que sea utilizado eficientemente por los particulares y la Sociedad. De acuerdo a lo anterior, son aplicables a los recursos hídricos los principios de la economía de mercado, con las adaptaciones y correcciones que exigen las particularidades de los procesos hidrológicos.

También, se indica que la asignación del agua por medio del mercado no es perfecta generalmente, debido a los atributos intrínsecos del recurso y la manera por la cual ha sido manejada históricamente. No todos los valores del agua (incluyendo los valores sociales y medioambientales) son o pueden reflejarse en los precios de mercado. Así, para complementar y corregir las fallas en el proceso de valoración del agua por el mercado, se necesita medidas basadas en costos totales que permitan mejorar los procesos de la valoración y los mercados correspondientes.

Dado lo anterior, es que existe una necesidad especial de desarrollar metodologías para valorar los beneficios de los servicios ecológicos provistos por la naturaleza. Aunque algunos intentos se han llevado a cabo para valorar los servicios directos medioambientales y ecológicos, tales como la pesca, el pastoreo y la silvicultura. Los principales problemas parecen ser el asignar los valores económicos a beneficios no derivados del mercado, tales como la mantención de la biodiversidad y el valor intrínseco del recurso. Un problema clave es como incluir el valor del medioambiente en la provisión de los servicios de agua, considerando la provisión sustentable del recurso hídrico en sí mismo. En este mismo sentido, se señala que frente a los desafíos del desarrollo sustentable, se ha hecho cada vez más presente la necesidad de profundizar en el concepto de "valor económico del agua", porque se debe defender una noción funcional del agua como recurso natural o activo "ecosocial", entendiendo por tal la capacidad que tiene el agua de satisfacer todo un conjunto de funciones económicas, sociales y ambientales, tanto de carácter cuantitativo como cualitativo. En la medida en la que esta multifuncionalidad es ignorada, se agudiza y se manifiesta con más intensidad el conflicto entre las diferentes funciones, encontrándonos ante una nueva clase de escasez que se explicita mediante la incapacidad del recurso de satisfacer dichas funciones (Aguilera, 1998).

De acuerdo al Global Water Partnership (2000) la falta de valoración económica del agua, y muy frecuentemente su inadecuada valoración social, promueve por una parte un uso ineficiente que estimula el derroche, y por la otra, situaciones de escasez o falta de servicios para importantes poblaciones y un significativo deterioro de la calidad del agua. Se visualiza la necesidad de una adecuada valoración del agua para garantizar mecanismos de solidaridad social y la implementación de un marco normativo que establezca precios e incentivos que aseguren el acceso universal a los servicios del agua.

Matthews *et al* (2001), señalan que la valoración del agua tiene ciertas limitaciones, pero sin duda es una importante herramienta para los tomadores de decisión, lo cual funciona en problemas específicos y dentro de una clara estructura. En el caso del agua se deben tener en cuenta los valores determinados por el mercado y aquellos que no son considerados en este, los que incluyen los valores no económicos, la equidad social y sustentabilidad ambiental. Además, la interpretación de los resultados de la valoración no es absoluta, depende de quiénes los analizan y cuál sea su propósito. Al respecto, Acreman (2001), señala que el tradicional Análisis Beneficio-Costo no considera los aspectos históricos, políticos, éticos, legales o ecológicos al valorar el agua, por lo que propone utilizar estructuras de toma de decisiones más amplias como el análisis multicriterio.

Si la determinación del precio del agua es difícil, aun lo es más cuantificar su valor. Este tema cubre una serie de aspectos que están en el corazón del diseño de políticas que conduzcan al desarrollo sustentable de sistemas de riego. La valoración del agua no es tan simple como ponerle un precio al agua que demanda un consumidor. Aunque el precio del agua es parte del tema, la valoración del agua también incluye valores sociales, culturales, ambientales y económicos desligados del precio. La valoración del agua se lleva a cabo en un marco específico de aspectos ambientales, institucionales, económicos y culturales, y sólo en raras ocasiones una solución única será la mejor para cualquier situación. El tema de la valoración se vuelve aún más complejo porque frecuentemente la información científica relacionada con el agua es inadecuada o imprecisa, y la información pobre conduce a tomar decisiones pobres (Collado, 2001)

En la literatura se encuentran bastantes ejemplos de valoración del agua, cuya mayor parte ha trabajado con los valores de uso directo del agua (riego, agua potable, uso industrial y generación de hidroelectricidad) y en menor cantidad para estimar los valores de uso indirecto y los valores de no uso. En el caso de los primeros se encuentran dos importantes recopilaciones en los trabajos de Rogers *et al* (1998), Briscoe (1998) y Quevedo *et al* (1998).

También, se encuentran una serie de trabajos que miden el valor de distintos usos o servicios del agua, por ejemplo: el trabajo que mide el valor del agua como insumo para riego en

España (Corominas, 2000), o el que mide el valor social de la calidad de los servicios públicos de agua potable (Rossi, 2000), la estimación de la demanda recreativa de espacios naturales relacionados con los ríos (Álvarez-Fanzo, 1999), el uso del enfoque de la productividad marginal para valorar el agua para el uso de distintas industrias en China (Wang y Lall, 2000), el análisis de distintos métodos para estimar la demanda de agua de los hogares por Bachrach y Vaughan (1994), y la estimación del valor del agua de riego frente a la política de trasvase del río Ebro en España (Albiac y Tapia, 2001).

En relación con la valoración del uso indirecto del agua, incluidos los servicios “ecosistémicos”, se encuentran pocos ejemplos en la literatura, los que son bastantes recientes, pero más allá de la exactitud de los valores estimados, lo importante son los distintos modelos y parámetros que proveen de señales para la gestión del recurso hídrico, ya sea a nivel de políticas o en la gestión de la cuenca (Pattanayak, 2000).

Acharya (2000), analiza dos enfoques para valorar los servicios hidrológicos de los ecosistemas de tierras húmedas, uno de los cuáles es la valoración contingente.

Además, existe una valoración de las mejoras en la calidad del caudal de una cuenca, utilizando una técnica denominada Análisis Conjunto, la cual es empleada con un modelo de utilidad para establecer los precios sombras de varias combinaciones de la calidad del caudal en dos flujos. (Farber y Griner, 2000).

Alexander *et al* (1998), valoran económicamente los servicios globales de los ecosistemas, para lo cual utilizan una ficción analítica que dice que un simple propietario de la biosfera establece un mercado para todos los recursos ecológicos. Entonces este monopsonio es apropiado para establecer todas las rentas de la población humana respecto de los ecosistemas.

En Chile, ejemplo de valoración del agua se encuentra en la Dirección General de Aguas (2000), que utiliza el Análisis Conjunto y la Valoración Contingente para determinar los valores de los usos recreacionales del agua en las IX y X Región. También, existe un trabajo de la Corporación Nacional Forestal de 1997, referido a la economía ambiental y su aplicación a las partes de captura de agua. En este trabajo se utilizan distintos enfoques de la economía ambiental, como son el de reposición de los daños, modelos productivos, valoración contingente y análisis beneficio costo (Corporación Nacional Forestal, 1997).

1.2.8 VALORACIÓN CONTINGENTE

La valoración contingente es un método de estimación directa de la demanda, ya que es considerado como un método de “preferencia expresa”, pues procura esbozar una curva de demanda a través de entrevistas, en las cuales las personas deben expresar en forma directa y

términos monetarios sus preferencias ambientales por medio de su disposición a pagar, para lo cual se confronta a las personas con un mercado hipotético o eventual, el que es construido a partir de una serie de contingencias (hipótesis) que implican aumentos o disminuciones específicas en la cantidad o calidad de un servicio ambiental (FAO, 2000).

El Método de Valoración Contingente asume la existencia de un mercado, de un contexto institucional y de un modo de financiamiento. Es decir, se supone que hay personas que saben de qué se trata, pueden actuar y tienen cómo pagar por el recurso sin valor o subvaluado. De todos modos, siempre queda la duda acerca de si los comportamientos o actitudes que la gente pretende asumir *ex-ante*, son los mismos que tendrá *ex-post*. Las limitaciones del método son considerables. Sin embargo, es habitual que entre muchos economistas ambientales se le considere el enfoque más adecuado, si no el único para enfrentar la cuestión de ciertas valoraciones que comportan una fuerte carga de subjetividad (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1996).

En 1979, el Consejo de Recurso Hídrico de Estados Unidos ("Water Resource Council") recomendó el método en sus "Principios y estándares para la planificación del recurso agua y recursos relacionados con el suelo". A principios de los ochentas, el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos comenzó a utilizar Valoración Contingente para medir los beneficios de sus proyectos. Además, el Método de Valoración Contingente ha sido reconocido en la Ley de Responsabilidad, Compensación y de Respuesta Ambiental Comprensiva de Estados Unidos. La comisión de expertos impulsada por la "National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), U.S. Department of Commerce", concluyó que la Valoración Contingente era un método sólidamente fundamentado en la teoría económica y que no había motivos razonables para cuestionar su validez (Herrador y Dimas, 2000). También, es importante destacar que la Valoración Contingente tuvo un importante "apoyo" cuando la justicia norteamericana aceptó su uso para valorar los costos producidos por el derrame de petróleo del Exxon Valdez en zona de Alaska (Field, 1995).

En cuanto a la confiabilidad de la valoración contingente, Carson *et al* (1995), encontraron que existe evidencia en lo referente al horizonte temporal del método, ya que realizaron dos ejercicios independientes y separados en dos años respecto de un programa de protección y encontraron valores similares en la disponibilidad a pagar y en la cantidad de rechazos.

Dado que las preguntas y los escenarios en Valoración Contingente son hipotéticos, son muy vulnerables a diferentes problemas y sesgos. Uno de los problemas fundamentales con este método es que muchas veces la gente no está acostumbrada a valorar los recursos naturales en términos económicos, y por eso les queda muy difícil contestar las preguntas. Uno de los sesgos más importantes es el llamado sesgo "estratégico," en el cual la gente sobre- ó subestima sus valores de acuerdo con su interés personal. Otro sesgo es el denominado "sesgo del encuestador",

que se refiere a cómo influye éste en las respuestas del entrevistado. Por esta razón se recomienda trabajar con encuestadores con un adecuado nivel educacional; de hecho, muchas veces son estudiantes universitarios con los cuales se realiza una capacitación previa (Riera, 1994).

Para la implementación del método de valoración contingente se debe crear un mercado hipotético, lo que implica la construcción de un cuestionario que está formado por tres partes:

En primer lugar, es necesario proporcionar a la persona encuestada la información sobre el servicio ambiental que se pretende valorar, de modo que éste pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando.

En segundo lugar, se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la Disponibilidad a Pagar (DAP). Para ello debe quedar claro el vehículo y frecuencia del pago (adquisición de una entrada, contribución a un fondo para la protección de la naturaleza, etc.) así como el formato de la pregunta de disponibilidad a pagar, es decir, si la pregunta es abierta (¿cuánto es lo máximo que usted pagaría?), o de tipo referéndum o dicotómico (responder "sí" o "no" a una determinada cantidad propuesta) o una combinación de ambas (formato mixto).

En tercer lugar, se obtiene información sobre las características socioeconómicas de las personas encuestadas con la finalidad de poder estimar una función de valor, donde la Disponibilidad a Pagar expresada se explique por esas mismas características y otras variables relevantes (Saz *et al*, 1998).

Para la implementación, también, se debe tener en consideración las recomendaciones realizadas por el panel de la NOAA:

- Los entrevistados deben tener alguna familiaridad con el recurso evaluado
- Los escenarios planteados deben preferir estimar la disponibilidad a pagar por sobre la disponibilidad a aceptar
- Los escenarios deben ser realistas y con bajo nivel de incerteza
- La información transmitida a los entrevistados debe ser adecuada, completa, y no excesiva ni tendenciosa (Quevedo *et al*, 1998).

Carson *et al* (1996), después de revisar dos estudios que aplican las recomendaciones del panel, señalan que son prácticas consistentes, sugiriendo incluso que se podrían relajar algunas, pero sin identificarlas.

En cuanto a la aplicación del Método de Valoración Contingente existe una gran cantidad de ejemplos, los que se pueden encontrar en recopilaciones permanentes que se encuentran disponibles en Internet. A modo de ejemplo se presentan las siguientes direcciones recopiladas en Marzo del 2002:

- “Recent literature on contingent valuation methods for valuing environment goods”. University of California. Los Angeles. Department of Economics”. En: <http://www.sscnet.ucla.edu/ssc/labs/cameron/nvs98/cvinv.htm>
- “Y2K Bibliography of experimental economics and social science. Contingent valuation and elicitation”. En: <http://www.people.virginia.edu/~cah2k/cvy2k.htm>
- “New South Wales Environmental Protection Agency”. Donde aparece un apartado dedicado a la calidad del agua. En: <http://www2.epa.nsw.gov.au/envalue>
- New Zeland non-market valuation database. En: <http://learn.lincoln.ac.nz/markval/>
- Valoración de Impacto. Asignatura del Doctorado del Departamento de Economía Aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona. <http://selene.uab.es/prieam/valuation/valoracion.htm>.

Una importante revisión de los estudios de valoración contingente realizan Horowitz y McConnell (2002), señalando sustancial diferencia que existe, habitualmente, entre la disponibilidad a pagar y la disponibilidad a aceptar. También, indican que las diferencias son mayores para estudios de bienes sin mercados, luego la tasa disminuye con bienes ordinarios y es más baja en los experimentos que involucran formas de dinero.

Amigues *et al* (2002), utilizan el método de valoración contingente para obtener la disponibilidad a pagar y la disponibilidad a aceptar de los hogares continuos al área del río Garonne en Toulouse, Francia, respecto de la preservación de los hábitats riparianos. Los resultados indican una gran diferencia entre el formato de pregunta abierta y cerrada de la disponibilidad a pagar. En el caso de la disponibilidad a aceptar encontraron pocas respuestas positivas.

Otro ejemplo de uso de valoración contingente relacionado con el agua, es el realizado por Koss y Khawaja (2001), los cuales estiman la confiabilidad de la oferta de agua en California.

Con respecto a la aplicación del Método de Valoración Contingente en los países en desarrollo, se encuentra una importante revisión en FAO (2000), donde se hace un análisis de 15

aplicaciones y se destacan el tipo de preguntas, el medio de pago, las experiencias y el servicio que se valora entre otros.

Merret (2002), indica que la aplicación del método de valoración contingente en países de bajos ingresos con la estimación de la disponibilidad a pagar por los servicios del agua presenta algunas dificultades, ya que no se presenta una clara distinción entre las respuestas relacionadas con la sobrevivencia presente con la futura.

Otra experiencia interesante es la que realizó el Centro Interamericano de Agricultura Tropical, el cual utilizó personas de las localidades del estudio, ya que esto permite un mejor acercamiento a la comunidad. En este caso, un propósito del estudio fue ver si la gente es capaz de contestar preguntas sobre el valor del mejoramiento de fuentes naturales. Según los resultados, parece que sí. A pesar de la falta de experiencia con mercados de agua y de detalles específicos sobre los cambios propuestos, las respuestas de la gente sobre la disponibilidad a pagar por el mejoramiento de fuentes naturales conforman con la lógica económica (Johnson, 1999).

Una experiencia relevante relacionada con la valoración de la protección ambiental del recurso hídrico constituye la realizada por la Fundación Prisma de El Salvador, la cual tuvo como finalidad estimar el valor económico del beneficio generado por uno de los servicios ambientales provenientes de la zona norte del país: la protección del recurso hídrico (a través del uso de agua para consumo doméstico), mediante la aplicación del método de Valoración Contingente Tipo Referéndum, con el propósito de obtener información técnica que pueda ser utilizada en la aplicación de un sistema de Pagos por Servicios Ambientales en el país. Este método permitió calcular la disponibilidad a pagar de las familias del Área Metropolitana de San Salvador por la protección y conservación de los bosques y agroecosistemas de la parte alta de la cuenca del río Lempa, si esto les supone el suministro sostenible de agua que actualmente consumen (proveniente de esta fuente superficial). Los resultados permitirán definir "monto de pago" por dicho servicio, en un "rango", cuyos valores mínimo y máximo corresponden al costo de contribuir en la generación del servicio ambiental y al beneficio generado por el servicio ambiental, respectivamente. La clara identificación de este rango es básica y fundamental. Por un lado, el pago que los productores reciban debe cubrir como mínimo los costos en los que incurren al contribuir a la provisión del servicio ambiental (de lo contrario el productor no realizará la transformación de sus prácticas ya que los costos que tendría que asumir no serían cubiertos o retribuidos). Por otro lado, el pago que los usuarios del servicio harán debe representar como máximo el valor de los beneficios que dichos servicios le prestan. De otra forma el mecanismo carecería de viabilidad y se tendría un impacto negativo en la población que hace uso del servicio, ya que estos beneficiarios se sentirían obligados a pagar por un servicio que consideran que debe ser el Estado el responsable por su protección (Herrador y Dimas, 2000).

En la literatura chilena se encuentran distintos ejemplos de uso del método de Valoración Contingente, entre ellos se puede citar el de Álvarez *et al* (1999), que estima los beneficios económicos de una reducción en el 50% de la contaminación atmosférica en Santiago de Chile.

Vásquez *et al* (1998), presentan una comparación de medidas de bienestar obtenidas de dos interpretaciones teóricas para el Método de Valoración Contingente con formato binario. En primer lugar, se discute el marco conceptual del enfoque de "diferencias en la función de utilidad indirecta" y el de "función de variación". Los resultados revelan que para las formas funcionales escogidas no existen diferencias significativas entre las medidas de bienestar entregadas por los dos modelos.

Cifuentes *et al* 2000, valoran la reducción del riesgo de mortalidad producto de la contaminación en Santiago de Chile, para lo cual utiliza Valoración Contingente. Muñoz *et al* (1996), aplican este método para evaluar económicamente al área silvestre del sector de Soncor dentro de la Reserva Nacional de los Flamencos.

Cerda et al (1999), desarrollan un conjunto de valoraciones económicas de los beneficios de la descontaminación, en el contexto de los análisis de impacto económico y social de los planes de prevención y descontaminación, normas de calidad ambiental y de emisión en el ámbito de la descontaminación del aire por olores molestos en Talcahuano y parte de Concepción. Para lo cual utiliza Valoración Contingente.

En el área de valoración de los beneficios de áreas silvestres, se encuentra el trabajo de De la Maza (1997), donde se trabaja con el método costo viaje y valoración contingente para valorar los servicios de distintas áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (Área de Protección Radal Siete Tazas, Parque Nacional Conguillío, Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, Parque Nacional Puyehue, Parque Nacional Torres del Paine, Reserva Nacional Río Clarillo). Las conclusiones de este trabajo señalan que la disposición a pagar de los visitantes por un fondo de apoyo al área y por derechos de ingresos siempre fue mayor que su excedente del consumidor. Además, en cuanto a los beneficios de las Áreas Silvestres Protegidas para la comunidad, estos siempre representaron el mayor de los beneficios monetarios, con excepción de la Reserva Nacional Río Clarillo.

Otro estudio relacionado con el agua, es el realizado por la Dirección General de Aguas (2000), en las cuencas de los ríos Imperial y Valdivia en la IX y X Región, donde se realiza una valoración económica del uso "in situ" del agua, mediante encuestas mixtas de Costo de Viaje, Valoración Contingente y Análisis Conjunto, el cual evidencia que tres cuartas partes de los entrevistados valoran los usos "in situ" del agua, y por consiguiente muestran disposición a pagar por mantener la calidad de los mismos. También, se señala la importancia de resaltar, que aún cuando existe demanda por los usos "in situ", no existe información que oriente a los potenciales usuarios sobre la calidad de las aguas o las limitaciones que podría tener para un uso con o sin

contacto. La mayor parte de las personas desconoce que existe normativa sobre la calidad de las aguas asociada con el tipo de uso y hay absoluta carencia de información cuantitativa sobre los usuarios y visitantes, a los diferentes lugares. Esto hace difícil la obtención de la demanda agregada o valoración de los usos "in situ" para una región determinada.

1.3 HIPÓTESIS

En el mercado de aguas chileno, los precios de derechos de aprovechamiento sólo reflejan los usos consuntivos y no consuntivos, lo que dentro del marco teórico del valor económico total corresponden a los valores de uso directo. Dado esto debiera existir una demanda mayor que cero por los servicios ambientales (valor de uso indirecto y de opción) del agua en la Cuenca del río Limarí estimada por medio de valoración contingente.

Ho: demanda = 0

Ha: demanda < 0

1.4 OBJETIVOS

Objetivo general

- Valorar los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí.

Objetivos específicos

- Definir los servicios ambientales a valorar en la Cuenca del río Limarí.
- Estimar la demanda por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí por medio de Valoración Contingente.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Este trabajo se definió como una investigación exploratoria, debido a tres razones. Primero, porque en este tipo de investigación se buscan los indicios acerca de la naturaleza de un problema, las posibles alternativas de decisión y las variables relevantes que necesitan ser consideradas. De hecho, una característica de este tipo de investigación es que genera hipótesis vagas o mal definidas o simplemente no existentes (Aaker y Day, 1989; Del Rincón *et al*, 1995).

Segundo, una investigación se define como exploratoria cuando el tema es complejo, sobretodo si se requiere utilizar un método de recolección de la información, ya sea encuesta y/o entrevistas, porque la población objetivo no está informada respecto del tema o es difícil su explicación (Aaker y Day, 1989).

Tercero, cuando existen limitaciones presupuestarias (Salkind, 1998). Para llevar a cabo una completa Valoración Contingente se requiere de un importante financiamiento sobretodo en lo relacionado con el tamaño de la muestra.

2.1 DEFINICIÓN DE LA ESCALA ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó durante el año 2001 y octubre del 2002. En el primer semestre del año inicial se realizó el proyecto, la revisión de antecedentes y la definición de los servicios ambientales del agua. Durante el segundo semestre del 2001 se definió el tamaño de la muestra y el diseño del instrumento de medición, para lo cual se hicieron dos pruebas de campo con las encuestas, lo que permitió mejorarlas. Finalmente, en los primeros días de enero del 2002 se ejecutó el trabajo de campo y durante febrero y marzo se analizaron los datos y entre agosto y octubre se terminó el informe final.

Con respecto a la escala espacial, se debe señalar que corresponde a la Cuenca del río Limarí, la cual se definió primero en función del carácter exploratorio de la investigación. Esto permite responder algunas interrogantes para identificar hipótesis para trabajos futuros, tales como la existencia de diferencias en la disponibilidad a pagar de acuerdo al sexo del entrevistado o dependiendo si el hogar es rural o urbano.

El segundo motivo para elegir el área de estudio, se debe a que esta cuenca es un referente nacional y mundial respecto del funcionamiento del mercado del agua, debido a las transacciones que se realizan y gracias a la gran infraestructura de distribución y acumulación de agua como es el Sistema Interconectado Paloma compuesto por tres embalses (Paloma, Cogotí y Recoleta). Además, en esta cuenca, no se considera en la actualidad la protección del agua en términos de contar con un caudal mínimo ecológico. Incluso, en varios sectores el agua se encuentra totalmente repartida en términos de derechos de aprovechamiento.

También, se debe señalar que se eligió una cuenca hidrográfica debido a que constituye una unidad básica en el estudio de las ciencias ambientales: la inalterabilidad de sus límites, presencia de un conjunto estructurado de elementos y atributos, y la integración de todos los elementos que la forman, lo que se manifiesta en un equilibrio dinámico, en donde una variación o alteración provocada en uno de ellos tiene efectos concatenados sobre el resto a corto, mediano o largo plazo (Torres, 1993; Carmona, 1995).

2.2 MÉTODO PARA VERIFICAR LA HIPÓTESIS

Para el cumplimiento de los objetivos específicos que permiten verificar la hipótesis se sigue la siguiente metodología en función del carácter exploratorio de la investigación:

- Definición de los servicios ambientales del agua a valorar en la Cuenca del río Limarí

La definición de los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí, se realizó por medio de una revisión de fuentes secundarias de información, para luego llegar a una definición apoyada con una consulta a dos expertos en una entrevista abierta, centrándose en los aspectos específicos del área de estudio, lo que corresponde a la realización de un muestreo no probabilístico denominado "por conveniencia". Este consiste en seleccionar a los entrevistados de acuerdo a intereses específicos de la investigación sin considerar ninguna aleatoriedad, por lo cual el análisis de sus resultados debe tener en consideración esta característica (Aaker y Day, 1989). Los expertos seleccionados fueron un académico de la Universidad de La Serena que trabaja en el área de los recursos hídricos¹ y el Director de la Junta de Vigilancia del río Limarí y sus afluentes². Básicamente, la entrevista consistió en explicar el objetivo del estudio, las definiciones de servicios ambientales del agua y mostrar las clasificaciones de los distintos usos del agua y de los servicios ambientales del agua para comprobar cuáles se dan en la Cuenca.

- Estimación de la demanda por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí.

Para estimar la demanda por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí se utilizó el método de Valoración Contingente, para lo cual es necesario desarrollar los siguientes pasos (Azqueta, 1994, Riera, 1994, Field, 1995 y FAO, 2000):

¹ Pablo Álvarez L. Ingeniero Agrónomo, Doctor (c) en Recursos Hídricos, Universidad de Orleáns, Francia.

² José Eugenio González del Río. Ingeniero Agrónomo.

- *Determinación del grupo muestra*
- *Diseñar y aplicar el instrumento de recolección de información*
- *Agregar y analizar los resultados*

2.3 DETERMINACIÓN DEL GRUPO MUESTRA

Para seleccionar la muestra se siguieron los siguientes pasos: definición del universo (elementos, unidades, alcances y tiempo), identificación del marco muestral, determinación del tamaño de la muestra, selección del procedimiento muestral y selección de la muestra (Kinnear y Taylor, 1993)

El universo objeto de estudio corresponde a los habitantes de la Cuenca del río Limarí, lo que desde el punto de vista de la división político-administrativa del país equivale aproximadamente a la población de la Provincia del Limarí (Ministerio de Obras Públicas, 1992). Esta Provincia tiene una población total proyectada al año 2000 de 156.856 habitantes (Tabla 2), los que se distribuyen en sus cinco comunas:

Tabla 2. Habitantes y distribución comunal en la Provincia del Limarí. Proyección año 2000.

Comuna	Habitantes	Participación
Ovalle	97.514	62%
Combarbalá	13.638	9%
Monte Patria	31.271	20%
Punitaqui	9.504	6%
Río Hurtado	4.929	3%
Total Provincial	156.856	100%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 2002.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas (2001) cerca del 50% de la población es económicamente activa, es decir, unas 78.000 personas, las que serían la población objeto de estudio, ya que ellos tienen dinero para enfrentar la disponibilidad a pagar. Otra forma de definir la población objeto de estudio es considerar el número de hogares de la Provincia (Tabla 3), ya que la disponibilidad a pagar está íntimamente relacionada con el ingreso familiar (Herrador y Dimas, 2000).

Tabla 3. Hogares en la Provincia del Limarí. Proyección año 2000.

Comuna	Habitantes	Participación
--------	------------	---------------

Ovalle	16.992	62%
Combarbalá	2.498	9%
Monte Patria	5.581	20%
Punitaqui	1.526	6%
Río Hurtado	835	3%
Total Provincial	27.432	100%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 2002.

El universo con el cual se decidió trabajar correspondió a los hogares de la Provincia del Limarí, y se definió como unidades de muestro a los jefes de hogares, ya que se asume que conocen los presupuestos familiares. El período de trabajo de campo comprendió entre el 5 de enero y el 20 de enero del 2002.

En cuanto al alcance de la muestra y el marco muestral, se definió como todos los jefes de hogares de la Provincia del Limarí que vivan en las cercanías de las principales localidades, debido a las características geográficas y de caminos que impiden un acceso fácil a todas las localidades.

El tamaño de la muestra se definió en función del carácter exploratorio del estudio, ya que existían limitaciones presupuestarias para la realización de encuestas. Por este motivo, se decidió trabajar con 100 encuestas que de acuerdo con las tablas de Kinnear y Taylor (1993) y Arkin y Colton (1962) definidas para muestreos aleatorios de problemas de estimación de la media de una población infinita representan un nivel de confianza del 95% con un error muestral del 10%. También, se destaca que la recomendación para este tipo de estudio es realizar un muestreo aleatorio simple o estratificado y se sugiere que la estratificación se realice en función de los ingresos de las personas (Riera, 1994).

En la práctica, debido a que no se pudo contar con el listado de los hogares de la Provincia del Limarí para realizar un muestreo aleatorio y como tampoco se dispuso de la distribución geográfica de estos por el nivel de ingreso, se procedió a realizar un muestreo dirigido para lo cual se estimó realizar 120 encuestas para completar las 100 propuestas inicialmente, ya que siempre se producen encuestas incompletas. Finalmente, debido a que se trabajó con un equipo de encuestadores de un buen nivel profesional y diariamente se supervisó el trabajo en campo se logró un alto número de encuestas completas como es 114, que posteriormente se redujo a 102 eliminando en forma aleatoria los valores extremos de disponibilidad a pagar (5% más alto y 5% más bajo), tal como lo señala Riera (1994). La distribución de las encuestas se observa en la Tabla 4:

Tabla 4. Distribución de la muestra.

Comuna	Hogares	Participación	Encuestas	Encuestas	Participación
--------	---------	---------------	-----------	-----------	---------------

			realizadas	seleccionadas al azar	encuestas al azar
Ovalle	21.532	59%	58	50	49%
Río Hurtado	1.156	3%	10	9	9%
Monte Patria	7.470	21%	23	22	22%
Combarbalá	3.790	10%	11	10	10%
Punitaqui	2.330	6%	12	11	11%
Provincia	36.284	100%	114	102	100%

Fuente: Elaborado por el autor.

2.4 DISEÑO Y APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

El diseño y la aplicación del instrumento de medición se elaboraron en función de los lineamientos entregados por Azqueta (1994) y Riera (1994). Al respecto, se señala que el instrumento debe incluir tres partes. Primero, información relevante sobre el objeto de estudio, de modo que el encuestado disponga de conocimientos suficientemente precisos como para identificar correctamente el problema de qué se trata. En segunda instancia, se describe la modificación objeto de estudio, es decir, el nivel de partida de calidad ambiental y la modificación propuesta. Se trata de una pregunta dónde se cuestiona la disponibilidad a pagar de la persona ante el cambio propuesto. En la tercera parte se pregunta sobre las características socioeconómicas de los entrevistados, con el objeto de conocerlos como consumidores. Además, se incluyó una introducción en el instrumento, que corresponde a la presentación del estudio y del encuestador. Además, se señaló a los encuestados que los datos serían confidenciales, sólo se utilizarían en este trabajo, y que no existen respuestas buenas ni malas. También, se recogió información respecto de la comuna y localidad de donde vive el jefe de hogar consultado, el tiempo de duración de la encuesta y el encuestador.

En la primera parte del instrumento se realizaron tres preguntas generales con relación a los usos del agua en la Cuenca del río Limarí, con el objetivo de determinar el grado de importancia del tema para los encuestados, antes de explicarles los servicios ambientales del agua.

La primera pregunta fue: “¿Cómo considera para su vida el agua de los ríos de la Provincia del Limarí?”, por lo cual las respuestas se presentaron en formato ordinal de cinco categorías (Muy importante, Importante, Neutral, Poco importante y Nada importante).

Luego, se les preguntó respecto a los usos que da al agua de los ríos, lo cual se hizo en formato abierto. Esta pregunta, se considera relevante, ya que permite identificar no sólo los

principales usos del agua, sino que también determinar en cierta manera el conocimiento de la multifuncionalidad del agua.

La tercer pregunta consistió en entregar a los encuestados un listado de una serie de usos del agua en la cuenca, que se les pidió ordenarlos en su orden de importancia, ya que con este ejercicio se obtienen usos ambientales del agua y otros no considerados en el mercado.

La segunda parte del instrumento de recolección de la información correspondió a la entrega de antecedentes del problema, presentación del mercado hipotético y disponibilidad a pagar.

El mercado hipotético que se creó se fundamentó en las modificaciones al Códigos de Aguas que se discuten en el Parlamento hace varios años y lo propuesto por la Política Nacional de Recursos Hídricos respecto de la incorporación de un caudal mínimo ecológico en todos los cursos de agua del país. Por esto se planteó, que se estaba desarrollando un proyecto para comprar derechos de aguas con el objeto de destinarlos a crear un caudal ecológico que permitirá la protección ambiental y conservación del recurso, con el objeto de disponer de los servicios ambientales del agua, que se definieron como la preservación de los ecosistemas acuáticos, conservar la vida silvestre, mantener la biodiversidad y el paisajismo. Para apoyar el mercado hipotético y la conceptualización de toda la cuenca del Limarí se apoyó la encuesta con un mapa esquemático de la hidrología de la zona y un listado de especies del lugar.

En el caso específico de la Cuenca del río Limarí, un proyecto de este tipo (si se realizara) tendría grandes repercusiones, no sólo por incorporar los usos ambientales a la gestión de los ríos, sino que como se mencionó en la revisión de antecedentes, esta unidad territorial debiera declararse como agotada respecto del otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas, ya que se han asignado más derechos de los que se pueden entregar. Entonces, la destinación de derechos a un caudal ecológico podría afectar directamente a muchos productores agrícolas.

Otro punto relevante relacionado con el mercado hipotético, es que el Código de Aguas no reconoce los usos ambientales, por lo tanto bajo el esquema actual no se podría realizar una compra de derechos para destinarlos a los usos ambientales.

El agua es un componente del medio ambiente que tiene distintos usos y cumple múltiples funciones: Usos directos: Agricultura (riego), Agua potable, Uso industrial (consuntivos) y Uso Energético (no consuntivos), y usos o servicios ambientales:

- *Preservar los ecosistemas acuáticos (peces, algas, moluscos y otros)*
- *Conservar la vida silvestre*
- *Mantener la biodiversidad*
- *Paisajismo*
- *Turismo*

El valorar o considerar los usos ambientales permite preservar la naturaleza y la protección del medio ambiente.

En Chile, la asignación del agua para los distintos usos se hace por medio de un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas (mercado del agua), los cuales pertenecen a privados, ya sean personas o empresas.

Los derechos de aprovechamiento de agua otorgan la posibilidad de utilizar este elemento a sus propietarios, ya sea en riego, uso industrial, minero o agua potable.

MERCADO HIPOTÉTICO

*Cuando se repartieron los derechos no se consideraron los usos ambientales del agua antes mencionados. Por este motivo, se está trabajando en un proyecto que busca comprar derechos de agua para mantener un **caudal mínimo ecológico**.*

El caudal mínimo ecológico es el mínimo volumen del agua que debe escurrir permanentemente para mantener los usos ambientales y ecosistemas acuáticos (peces, algas, moluscos y otros). (El cual no podrá superar el 20% del caudal medio anual).

La compra de los derechos de agua para el caudal mínimo ecológico se hará una sola vez y permitirá proteger el ambiente y conservar los recursos para nuestros hijos"

En cuanto a las preguntas relacionadas con la disponibilidad a pagar se realizaron siete consultas, las que están agrupadas en dos áreas. Primero, respecto de la disponibilidad a pagar para realizar el proyecto definido en el mercado hipotético (3 preguntas) y segundo la disponibilidad a pagar por la administración del proyecto (4 preguntas).

La primera área está compuesta por las siguientes tres preguntas:

4) *¿Está usted dispuesto a pagar para comprar derechos de aprovechamiento de agua para poder implementar este proyecto de un caudal mínimo ecológico? Sí No*

5) *¿Por qué motivos no está dispuesto a pagar?*

No le interesa

No considera relevante la iniciativa

Razones económicas

El gobierno debería pagar

Otros _____

6) *¿Está dispuesto a pagar _____ de una sola vez por la compra de estos derechos de aprovechamiento de agua para el proyecto de caudal mínimo ecológico? ¿Cuánto es lo máximo o mínimo que estaría dispuesto a pagar? (considere su ingreso)._____*

Para estimar la disponibilidad a pagar se eligió el formato tipo referéndum con una iteración, ya que se estimó que los habitantes de la Cuenca no están habituados a este tipo de preguntas por lo que necesitan un parámetro real frente a un mercado hipotético al igual como sucede en su vida cotidiana. Para la determinación de este valor se procedió a realizar una encuesta previa en la plaza de Ovalle a 15 personas elegidas al azar y se determinaron dos valores: uno mínimo y otro máximo (\$1.000 - \$5.000), que corresponde a la moda y al segundo valor más votado. Entonces a cada encuestador se les capacitó para preguntar por cada uno de los valores alternadamente, para luego preguntar según correspondiese respecto de lo máximo que estaría dispuesto a pagar y lo mínimo si fuese el caso. También, se debe señalar que la realización de la encuesta previa permitió modificar algunos aspectos del instrumento de medición y así validar antes de aplicarla en forma masiva.

Con respecto de la administración del proyecto se incluyeron preguntas relacionadas a los montos para financiar la administración y respecto de los organismos que debieran ser responsables.

En la tercera parte de la encuesta se hacen preguntas para obtener los antecedentes del encuestado tales como sexo, edad, conocimiento de la Provincia, nivel educacional e ingresos. Lo que permitirá identificar si existe correlación entre las principales variables, y hacer generar hipótesis para estudios futuros.

2.5 APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Una vez definido el tamaño de la muestra y diseñado el instrumento se procedió a su aplicación para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

Primero, se seleccionó un grupo de cuatro encuestadores universitarios. Luego se realizó un taller de capacitación para explicar los objetivos del estudio, el método de Valoración Contingente y el procedimiento de la encuesta, con especial referencia a los sesgos propios de estos estudios.

Para la distribución de los encuestadores en terreno, se procedió a realizar un listado de las principales localidades de la Cuenca y dentro de la ciudad de Ovalle los principales sectores (Villas y Poblaciones), para lo cual se consultó con un profesional³ con amplio conocimiento de la Provincia con el apoyo de mapas (Tablas 5, 6, 7, 8 y 9). A pesar que el muestreo finalmente se hizo dirigido, el trabajo en terreno consistió en visitar cada una de estas localidades y seleccionar los encuestados al azar. Además, durante la aplicación de la encuesta se revisaron diariamente los resultados de modo de minimizar encuestas con errores. El trabajo en terreno se realizó entre el 5 y el 15 de enero del 2002.

Tabla 5. Localidades y poblaciones en la Comuna de Ovalle.

Comuna de Ovalle, Localidades y Sectores de los jefes de hogares (50)			
Barraza	2	Población Fray Jorge	2
Batuco	1	Las Américas	2
Centro de Ovalle	5	Población Limarí	2
Población CERES	1	Villa La Paz	3
Cerrillos de Tamaya	2	Media Hacienda	4
David Perry	2	Mirador	2
Población Ferroviario	1	Socos	2
Población Cobresal	2	Sotaquí	6
Limarí	2	Unión Campesina	1
Porvenir	1	Villa Atenas	1
Recoleta	2	Villa El Ingenio	4

Tabla 6. Localidades y poblaciones en la Comuna de Combarbalá.

Comuna de Combarbalá, Localidades y Sectores de los jefes de hogares (10)	
Combarbalá	8
La Ligua	2

³ Pablo Álvarez L. Académico del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena, sede Campus Limarí de Ovalle.

Tabla 7. Localidades y poblaciones en la Comuna de Monte Patria.

Comuna de Monte Patria, Localidades y Sectores de los jefes de hogares (22)	
Monte Patria	10
El Palqui	4
Juntas	3
Población Diego de Almagro	1
Rapel	4

Tabla 8. Localidades y poblaciones en la Comuna de Punitaqui.

Comuna de Punitaqui, Localidades y Sectores de los jefes de hogares (11)	
Punitaqui	9
Comunidad La Calera	1
Población Augusto Pinochet	1

Tabla 9. Localidades y poblaciones en la Comuna de Río Hurtado.

Comuna de Río Hurtado, Localidades y Sectores de los jefes de hogares (9)	
Huampulla	2
Samo Alto	3
Tabaqueros	2
Tahuinco	2

2.6 AGREGACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El análisis de los resultados se realizó en tres partes: primero se desarrolló la estadística descriptiva para cada una de las preguntas. Luego, se realizó el análisis estadístico inferencial de las variables más relevantes considerando que es un muestro dirigido. La tercera parte consistió en el análisis de las variables a través de regresiones y correlaciones simples (análisis bivariado) y una regresión múltiple.

La agregación de los resultados se hizo con una planilla electrónica construyendo una matriz preguntas-respuestas en "Excel" mejorado con "PHStat for Excel", que permitió realizar la estadística descriptiva y los análisis de regresión. En el caso del análisis bivariado de preguntas dicotómicas e inferencia estadística se usó "Process" y para la regresión múltiple se utilizó "Statgraphics Plus".

Respecto del análisis estadístico descriptivo, se estimaron las medias, modas, desviación estándar y varianza para todas las preguntas. En el caso de las preguntas en formato dicotómico usaron los estadígrafos de la Tabla 10:

Tabla 10. Estadísticos para preguntas en formato dicotómico.

Proporción que dice sí	p
Proporción que dice no	q
P	$(1-q)$
Varianza (S^2)	$pq (n/n-1)$
Desviación estándar (S)	$(npq/n-1)^{1/2}$
Desviación estándar Error estándar (E)	$(pq/n)^{1/2}$
Intervalo de confianza (68%)	$p \pm (pq/n)^{1/2}$
Intervalo de confianza (90%)	$p \pm 1,6448 (pq/n)^{1/2}$
Intervalo de confianza (95%)	$p \pm 1,96 (pq/n)^{1/2}$
Intervalo de confianza (99,7%)	$p \pm 3 (pq/n)^{1/2}$

Fuente: Kinnear y Taylor (1993).

Como señala Gujarati (1997), la inferencia estadística se puede realizar por medio de los intervalos de confianza y la prueba de la hipótesis. Respecto de los primeros, determinan si se puede rechazar o aceptar la hipótesis nulas (H_0), ya que señala el rango en que se puede encontrar la media de la población de acuerdo al nivel estimado. Estos se calcularon para 68, 90, 95 y 99,7% de confianza (Tabla 11), guardando la salvedad que el muestreo fue dirigido.

Tabla 11. Estimación de intervalos de confianza.

Intervalo de confianza (68%)	$P \pm \partial$
Intervalo de confianza (90%)	$p \pm 1,6448 \partial$
Intervalo de confianza (95%)	$p \pm 1,96 \partial$
Intervalo de confianza (99,7%)	$P \pm 3 \partial$

* p : promedio; ∂ : varianza (Gujarati, 1997).

En relación a la interpretación de los intervalos de confianza, en el caso de un 95% de confianza, significa que si se seleccionan 100 muestras aleatorias diferentes y se calculan 100 intervalos de confianza del 95% diferentes, se podría esperar que la media verdadera se encontrase contenida dentro del intervalo de confianza del 95%, en 95 de cada 100 muestras, por supuesto, esto ejercicio tiene un valor que se debe trabajar con cuidado, ya que la muestra fue dirigida.

La prueba de hipótesis se realizó considerando que el muestro fue no probabilístico, utilizando una Prueba Z, de acuerdo a lo expresado en Gujarati (1997) y Bernal (2000).

El análisis bivariado busca identificar relaciones entre distintas variables, para lo cual se distingue el análisis de regresión y correlación, que es un análisis estadístico que permite calcular la relación entre dos o más variables y su “grado de relación”. Se consideró como variable independiente la valoración ambiental de los servicios ambientales estimada a partir de la disponibilidad a pagar por el proyecto de caudal ecológico (mercado hipotético), ya que finalmente este es el estimador más relevante del estudio.

En el análisis de regresión y correlación se determinaron el Coeficiente de Correlación de Pearson (r), que sirve para medir la fuerza o el grado de correlación entre las variables objeto de estudio en el análisis de regresión, y el Coeficiente de Determinación (r^2), que representa la proporción de la variación de Y que es explicado por la variable independiente X por medio de la ecuación de regresión. (Bernal, 2000). Con el objetivo de buscar la mejor correlación entre las variables analizadas, mediante un programa computacional se verificó con cual modelo, ya sea lineal, logarítmico, exponencial o polinomial, se obtiene un coeficiente de correlación mayor. Para la interpretación de los datos obtenidos se utilizó lo propuesto en la Tabla 12. Además, en el caso de la regresión múltiple se realizó un análisis de varianza.

Tabla 12. Interpretación del coeficiente de correlación (Pearson).

Coeficiente de correlación	Interpretación
-0,90	Correlación negativa muy fuerte
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,50	Correlación negativa media
-0,10	Correlación negativa débil
0,00	No existe correlación alguna entre las variables
+0,10	Correlación positiva débil
+0,50	Correlación positiva media
+0,75	Correlación positiva considerable
+0,90	Correlación positiva muy fuerte
+1,00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Hernández *et al* (1998).

En el caso de variables discretas como el sexo de los entrevistados y si el hogar era urbano o rural, se procedió a verificar la diferencias entre los grupos por medio de la Prueba de Chi-Cuadrado (X^2) (Bernal, 2000). Para lo cual se plantearon las hipótesis básicas y se estimó X^2 en función de un nivel de significancia del 95% con un grado de libertad ($X^2 = 3,841$), ya que son dos grupos.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1 DEFINICIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES A VALORAR EN LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ

De acuerdo a la revisión de antecedentes se entiende por servicio ambiental del agua a aquellos que brindan los ecosistemas (protección de la biodiversidad y conservación de los hábitats acuáticos, mantención de la calidad del agua), belleza escénica o paisajismo y el turismo asociado. Lo que es similar a lo definido como usos del agua para fines ambientales por la Política Nacional de Recursos Hídricos, los cuales son entregados por un caudal mínimo ecológico. Al respecto, los expertos⁴ señalaron:

- Cuando se habla de "usos" o "servicios del agua", implica la libre voluntad de ejercerlo por el hombre. Por lo tanto, los valores de usos indirectos o de opción del agua, implican necesariamente un beneficio. (lo que es concordante con que la valoración económica implica la valoración de los servicios del recurso, más que su valor intrínseco).
- Se podría considerar como uso consuntivo aquel que hacen las comunidades de peces y otros animales. Así, como se podría considerar un uso no consuntivo la crianza de camarones y truchas.
- La Junta de Vigilancia del Río Limarí y Sus Afluentes considera en su gestión los caudales mínimos en el sector alto de la Cordillera de los Andes, para proteger la naciente de los ríos.
- En la Cuenca del río Limarí, desde 1893 no se han entregado derechos consuntivos permanentes, sólo eventuales.

⁴ Pablo Álvarez L, Ingeniero Agrónomo, Dr © Recursos Hídricos, Académico Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena.

José González del Río, Ingeniero Agrónomo, Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Limarí y sus Afluentes.

- El río Limarí bajo cortina de embalse rara vez se seca, ya que se mantiene constantemente abiertas las compuertas con un caudal que va desde 1 a 2 m³/s, y existen surgencias de agua producto del material rocoso. Sólo en sequías el lecho del río se ha secado.

En cuanto a la revisión de usos y servicios del agua que existen en la Cuenca del río Limarí, los expertos coincidieron en señalar que son los siguientes (ver Anexo IV):

- Usos directos
 - Agua para riego agrícola y consumo animal (ganadería)
 - Uso doméstico (agua potable)
 - Uso industrial
 - Uso minero
 - Generación de energía hidroeléctrica (Central Los Molles)
- Usos indirectos o servicios ambientales
 - Conservación de la vida acuática (biodiversidad)
 - Utilización como refugio de fauna y flora
 - Reserva natural (abastecimiento de aguas subterráneas)
 - Recepción y purificación de desechos
 - Transporte
 - Recreación por contacto directo (natación, playas especialmente en el sector Los Piñones, windsurf, moto de agua y otros)
 - Turismo por contacto indirecto (fotografía, caminatas, camping y picnic, lugares de observación)
 - Paisajismo (contemplación estética)
 - Navegación comercial (turismo) y recreativa (pesca)

Con relación a la definición de usos consuntivos y no consuntivos de la Legislación se estimaron sus demandas brutas y netas, y como se observa en la Tabla 13, el uso agrícola es el más importante.

Tabla 13. Participación de la demanda bruta de distintos usos directos del agua para la Cuenca del río Limarí.

Uso	Demanda Bruta ¹ m ³ /año	Demanda Neta ² m ³ /año	Participación demanda bruta
Agrícola	790.849.000.000	274.402.000.000	99,99%
Agua Potable	85.873	60.339	0,000011%
Industrias	897.120	640.800	0,000113%
Hidroelectricidad	630.720	630.720	0,000080%
Minería	241.776	241.776	0,000031%
Total	790.850.855.489	274.403.573.635	100%

¹ Se refiere a la demanda total de agua para el uso respectivo, sin considerar pérdidas por transporte o ineficiencias de los distintos sistemas.

² Se refiere a la cantidad de agua realmente utilizada.

Fuente: Adaptado por el autor de Arrau (1996)

3.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POR LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ

Los resultados de esta sección se dividieron en las tres partes del instrumento de recolección de la información.

3.2.1 USOS DEL AGUA POR PARTE DE LOS JEFES DE HOGAR DE LA PROVINCIA DEL LIMARÍ

La primera pregunta se refirió a cómo considera para su vida el agua de los ríos de la Provincia del Limarí. Los resultados indican que la mayor parte de los encuestados considera muy importante el agua de los ríos, de hecho la mediana es "Muy importante", como se observa en la Tabla 14, lo que es un primer indicio de la valoración del recurso.

Tabla 14. Distribución de frecuencia en importancia del uso del agua.

Alternativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Muy importante	87	85,3%	85,3%
Importante	12	11,8%	97,1%
Neutral	1	1,0%	98,0%
Poco importante	2	2,0%	100,0%
Nada de importante	0	0,0%	100,0%
Total	102	100,0%	

Para verificar los principales usos del agua de la Cuenca del Limarí, se pidió que se nombraran jerarquizadamente en forma abierta los cinco principales usos que el encuestado realiza con el agua de los ríos. En el análisis de la información se procedió a agrupar ciertas respuestas comunes como "bañarse, cocinar, regar el jardín y beber" en "agua potable". También, se agrupó distintas formas de expresar el uso del agua como "para que beban los animales y para los animales" en "ganadería". Otra agrupación fue con usos relacionados con la recreación con respuestas como "para bañarse en el río, para ir en el verano a bañarse", lo que se observa en la Tabla 15.

Los resultados de la Tabla 15 muestran que los encuestados sólo respondieron en su totalidad el primer uso (100%) y una gran mayoría el segundo uso (75,5%), pero los otros usos tuvieron una baja respuesta (tercero 15,7 y cuarto 3,9%) e incluso el último no tuvo ninguna respuesta. Los usos más nombrados en primera prioridad fueron "agua potable" y "riego" con un 49% cada uno. Los restantes usos se nombran en menor número de veces.

Tabla 15. Frecuencia absoluta y relativa de los principales usos del agua para los jefes de hogar.

Usos	Importancia (orden jerarquizado) y participación									
	1°	%	2°	%	3°	%	4°	%	5°	%
Agua potable	50	49,0	34	44,2	3	18,8	-	-	-	-
Riego	50	49,0	35	45,5	1	6,3	-	-	-	-
Ganadería	1	1,0	3	3,9	4	25,0	1	25,0	-	-
Recreación	1	1,0	3	3,9	4	25,0	2	50,0	-	-
Ambiente	-	-	1	1,3	-	-	-	-	-	-
Fauna	-	-	1	1,3	1	6,3	-	-	-	-
Pesca	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
Electricidad	-	-	-	-	2	12,5	-	-	-	-
Minería	-	-	-	-	1	6,3	1	25,0	-	-
Navegación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	102	100,0	77	100,0	16	100,0	4	100,0	-	-

Al agregar todos los usos de las distintas jerarquías de la Tabla 15 se generaron las frecuencias acumuladas de la Tabla 16.

Tabla 16. Frecuencia acumulada de las prioridades asignadas a los principales usos del agua para los jefes de hogar.

Uso señalado	Número de menciones	Frecuencia acumulada
Agua potable	87	43,7%
Riego	86	43,2%
Ganadería	9	4,5%
Recreación	10	5,0%
Ambiente	1	0,5%
Fauna	2	2,0%
Pesca	0	0,5%
Electricidad	2	1,0%
Minería	2	1,0%
Navegación	0	0%
Total	199	100,0%

Los datos de la Tabla 16 son interesantes, ya que muestran que los usos más importantes del agua de los ríos de la Cuenca del Limarí son el agua potable y el riego. Posiblemente, el uso “agua potable” ocupa la primera prioridad por corresponder a una necesidad básica de la población mientras que en el caso del riego su alta prioridad puede deberse a que es una Provincia donde la agricultura es una de las principales actividades económicas.

Para apoyar y verificar la pregunta anterior se solicitó seleccionar en orden de importancia los cinco principales del listado que se indican en la Tabla 17.

Tabla 17. Frecuencia absoluta y relativa de los principales usos del agua para los jefes de hogar.

Usos señalados	Importancia (orden jerarquizado) y participación									
	1°	%	2°	%	3°	%	4°	%	5°	%
Uso industrial	2	2,0	3	2,9	9	8,9	9	9,1	8	8,2
Recreación	3	2,9	6	5,9	4	4,0	11	11,1	14	14,3
Generación hidroelectricidad	10	9,8	17	16,7	21	20,8	14	14,1	9	9,2
Mantener flora y fauna	7	6,9	9	8,8	22	21,8	22	22,2	16	16,3
Uso minero	1	1,0	3	2,9	7	6,9	9	9,1	12	12,2
Agua potable	49	48,0	26	25,5	12	11,9	6	6,1	2	2,0
Mantener vida acuática	2	2,0	4	3,9	5	5,0	10	10,1	9	9,2
Riego	28	27,5	33	32,4	18	17,8	7	7,1	9	9,2
Biodiversidad	0	0,0	0	0,0	2	2,0	3	3,0	6	6,1

Paisajismo	0	0,0	1	1,0	1	1,0	8	8,1	13	13,3
Total	102	100,0	102	100,0	101	100,0	99	100,0	98	100,0

Los resultados de la Tabla 17 indican que prácticamente todos los encuestados respondieron los cinco usos. Además, se observa que en la medida que se pasa de la primera prioridad a las siguientes se observa una mayor dispersión de las votaciones. En la primera prioridad, es el agua potable que tienen una mayor frecuencia relativa (48,0%), le siguen riego con 27,5%, hidroelectricidad con 9,8% y en cuarto lugar mantener la flora y fauna con un 6,9%.

Al agregar los resultados se obtiene la Tabla 18, que identifica los usos del agua considerados como más importantes siguen siendo el agua potable (18,9%) y riego (18,9%), luego le siguen la generación de hidroelectricidad (15,1%). En el caso de los usos más relacionados con los servicios ambientales se observa que la recreación tiene un 7,6%, la mantención de la vida acuática con un 6% y el paisajismo con 4,6%.

Tabla 18. Frecuencias relativas y acumulada de los usos del agua.

Uso señalado	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia Acumulada
Uso industrial	31	6,2%	6,2%
Recreación	38	7,6%	13,7%
Generación hidroelectricidad	71	14,1%	27,9%
Mantener flora y fauna	76	15,1%	43,0%
Uso minero	32	6,4%	49,4%
Agua potable	95	18,9%	68,3%
Mantener vida acuática	30	6,0%	74,3%
Riego	95	18,9%	93,2%
Biodiversidad	11	2,2%	95,4%
Paisajismo	23	4,6%	100,0%
Total	502	100,0%	

3.2.2 DISPONIBILIDAD A PAGAR

Esta sección del instrumento de recolección de la información, está compuesta por siete preguntas agrupadas en dos partes. La primera está relacionada con la disponibilidad a pagar por los servicios ambientales del agua frente al mercado hipotético. La segunda parte con la disponibilidad a pagar por la administración del proyecto propuesto:

En relación a si el entrevistado está dispuesto a pagar para comprar derechos de aprovechamiento de agua para poder implementar este proyecto de un caudal mínimo ecológico, del total de encuestados (102), la mayor parte (77) respondió afirmativamente, mientras que las respuestas negativas fueron un total de 25 (Figura 10), lo que es similar a lo encontrado en distintos estudios (FAO, 2000). Además, los estadísticos descriptivos de esta pregunta se encuentran en la Tabla 19.

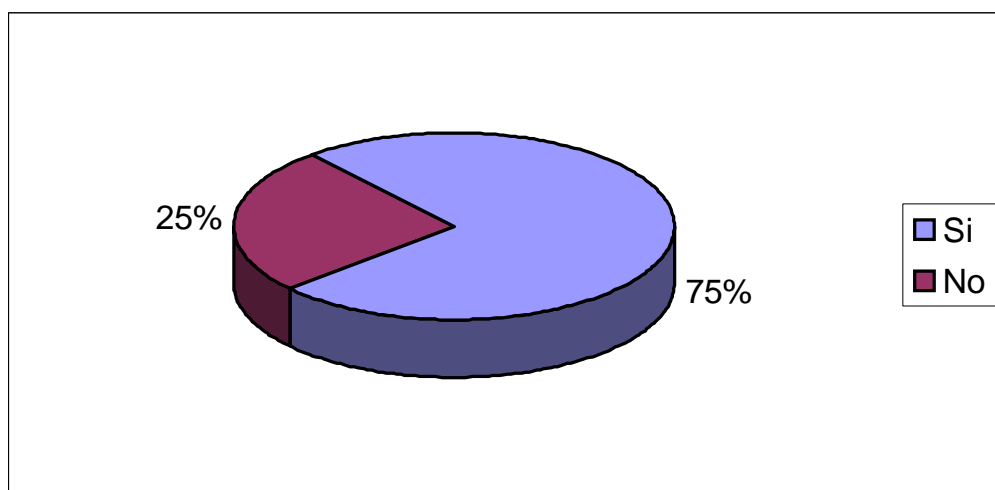


Figura 10. Distribución porcentual de la disponibilidad a pagar para contribuir al proyecto de implementación un caudal mínimo ecológico.

Tabla 19. Estadísticos descriptivos de la disponibilidad a pagar por un proyecto de caudal ecológico.

P	0,75
Q	0,25
S ²	0,19
S	0,44
Sp (error estándar)	0,04
Intervalo de confianza 68%	0,71 - 0,79
Intervalo de confianza 90%	0,68 - 0,82
Intervalo de confianza 95%	0,67 - 0,83

Intervalo de confianza 99.7%	0,63 - 087
------------------------------	------------

Los motivos para no estar dispuesto a pagar indican que sólo un 8% de las respuestas considera que “no le interesa” o “no encuentra relevante la iniciativa”. También, se debe señalar que la primera razón para no pagar, es considerar que es el gobierno quien debería pagar, con un 44%, seguida de cerca de razones económicas con un 40%, como se observa en la Figura 11, lo que se puede deber a los bajos ingresos de las familias de la Provincia.

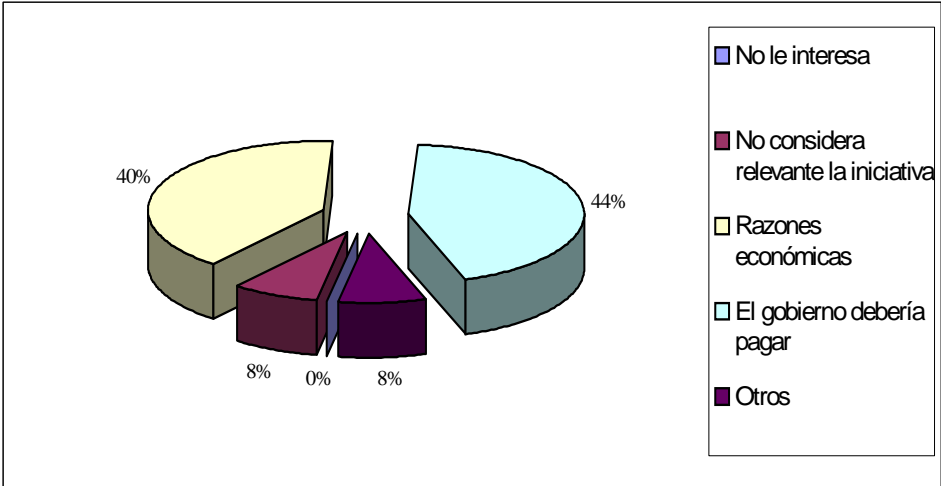


Figura 11. Motivos para no estar dispuesto a pagar (participación)

La pregunta más importante del instrumento de recolección de información es: ¿Está dispuesto a pagar _____ para comprar derechos de aprovechamiento de agua para el proyecto de caudal mínimo ecológico? (considere su ingreso). ¿Cuánto es su máxima (mínima) disponibilidad a pagar de una sola vez?. Al respecto es importante recordar que se hizo en formato tipo referéndum con una iteración y los valores para comenzar la iteración fueron \$1.000 y \$5.000 que se utilizaron alternadamente. Para la estimación de la disponibilidad a pagar (DAP) se utilizó la media (\$3.166). También, es necesario considerar la mediana (\$2.000) y la moda (\$0) (ver Tabla 20), ya que algunos autores los indican como los valores de la DAP.

Tabla 20. Estadísticos de la disponibilidad a pagar (en pesos).

Medidas de tendencia central (102 observaciones)	
Moda	0
Mediana	2000

Promedio	3166
Número de personas dispuestas a pagar	77 (75,5%)
Número de personas no dispuestas a pagar	25 (24,5%)
Medidas de dispersión	
Valor máximo	20.000
Valor mínimo	0
Rango	20.000
Varianza	16.491.584
Desviación estándar	4.062
Sp (error estándar)	403
Intervalo de confianza 68%	2.764 – 3.568
Intervalo de confianza 90%	2.504 - 3.827
Intervalo de confianza 95%	2.378 - 3.954
Intervalo de confianza 99.7%	1.959 - 4.372

Los resultados de la DAP indican una amplia dispersión de los valores, destacando los montos del referéndum (\$1.000 y \$5.000) y \$0, con 17, 24 y 25 veces respectivamente (Figura 12)

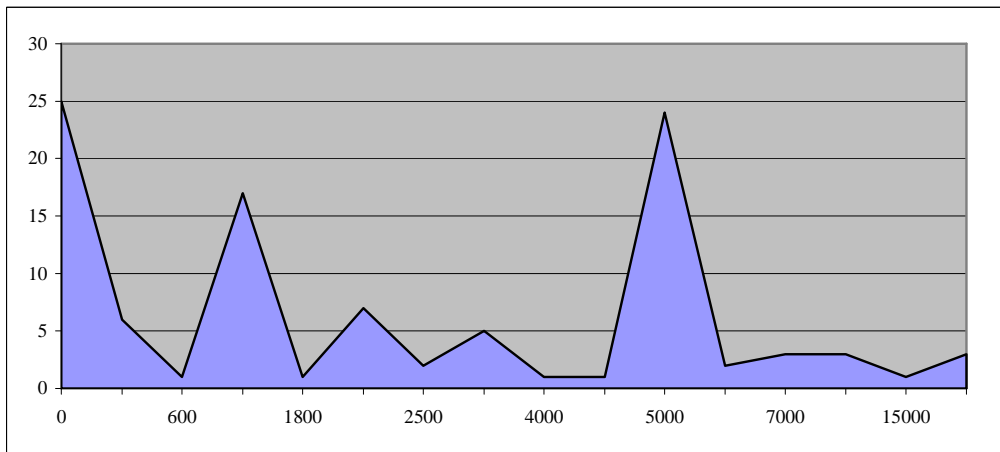


Figura 12. Distribución de observaciones de disponibilidad a pagar.

Otra forma de revisar las respuestas de la DAP, es a través de determinar intervalos de frecuencia como se observa en al Tabla 21.

Tabla 21. Distribución de frecuencias para disponibilidad a pagar.

Intervalos	Frec. Media	Frec. Absoluta	Acumulada	Frec. Relativa	Frec. Acumulado
------------	-------------	----------------	-----------	----------------	-----------------

0-2000	1.000	57	57	55,9%	55,9%
2000-4000	3.000	8	65	7,8%	63,7%
4000-6000	5.000.	27	92	26,5%	90,2%
6000-8000	7.000	3	95	2,9%	93,1%
8000-10000	9.000	3	98	2,9%	96,1%
10000-12000	11.000	0	98	0,0%	96,1%
12000-14000	13.000	0	98	0,0%	96,1%
14000-16000	15.000	1	99	1,0%	97,1%
16000-18000	17.000	0	99	0,0%	97,1%
18000-20000	19.000	3	102	2,9%	100,00%
Total		102		100,0%	

Al graficar la distribución de frecuencias se observa en la Figura 13 que la mayor frecuencia relativa corresponde al intervalo de 0-2.000, ya que este contiene las observaciones que son negativas respecto de la disponibilidad a pagar y el valor de 1.000 que son los valores más nombrados. Además, considerando los tres intervalos de 0 a 6.000 se concentra el 90,2% de las respuestas.

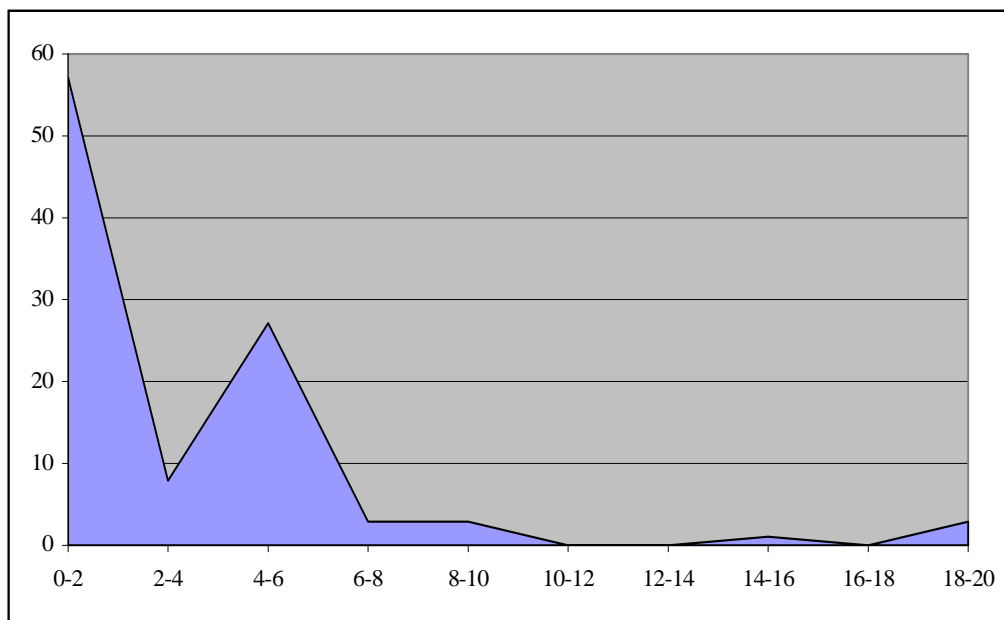


Figura 13. Distribución del número por intervalos de frecuencia.

Continuando con la generación de resultados se procedió a analizar sólo los datos que responden en forma positiva a la disponibilidad a pagar, es decir, se eliminaron todas las observaciones cuya disponibilidad a pagar era cero. Entonces, del total de 102 encuestas se analizaron 77, lo que entregó una media de \$4.194 y una mediana \$3.000 y la moda \$5.000 (Tabla 22). Además, en la Tabla 23 se observa la distribución de frecuencia de 10 intervalos.

Tabla 22. Estadísticos de la disponibilidad a pagar con las observaciones mayores que cero.

Medidas de tendencia central (77 observaciones)	
Moda	5.000
Mediana	3.000
Promedio	4.194
Medidas de dispersión	
Valor máximo	20.000
Valor mínimo	500
Rango	19.500
Varianza	17.549.563
Desviación estándar	4.189
Sp (error estándar)	477
Intervalo de confianza 68%	3.716 – 4.671
Intervalo de confianza 90%	3.408 – 4.979
Intervalo de confianza 95%	3.258 – 5.129
Intervalo de confianza 99.7%	2.761 – 5.627

Tabla 23. Distribución de frecuencias para disponibilidad a pagar con las observaciones mayores que cero.

Intervalos	F. Media	F. Abs.	Acum.	F. Rel.	F. acum.
500-2.450	1.475	32	32	41,6%	41,6%
2.450-4.400	3.425	8	40	10,4%	51,9%
4.400-6.350	5.375	27	67	35,1%	87,0%
6.350-8.300	7.325	3	70	3,9%	90,9%
8.300-10.250	9.275	3	73	3,9%	94,8%
10.250-12.200	11.225	0	73	0,0%	94,8%
12.200-14.150	13.175	0	73	0,0%	94,8%

14.150-16.100	15.125	1	74	1,3%	96,1%
16.100-18.050	17.075	0	74	0,0%	96,1%
18.050-20.000	19.025	3	77	3,9%	100,0%
Total		77		100,0%	

De la Tabla 23 se observa que en la distribución de frecuencias los intervalos con mayor importancia son el primero que va desde 500 a 2.450 con una participación del 41,6%; el otro intervalo importante es el tercero que corresponde al 4.400-6.350, lo que se aprecia en la Figura 15. Además, se ve que los tres primeros intervalos contienen cerca de un 90% de las observaciones.

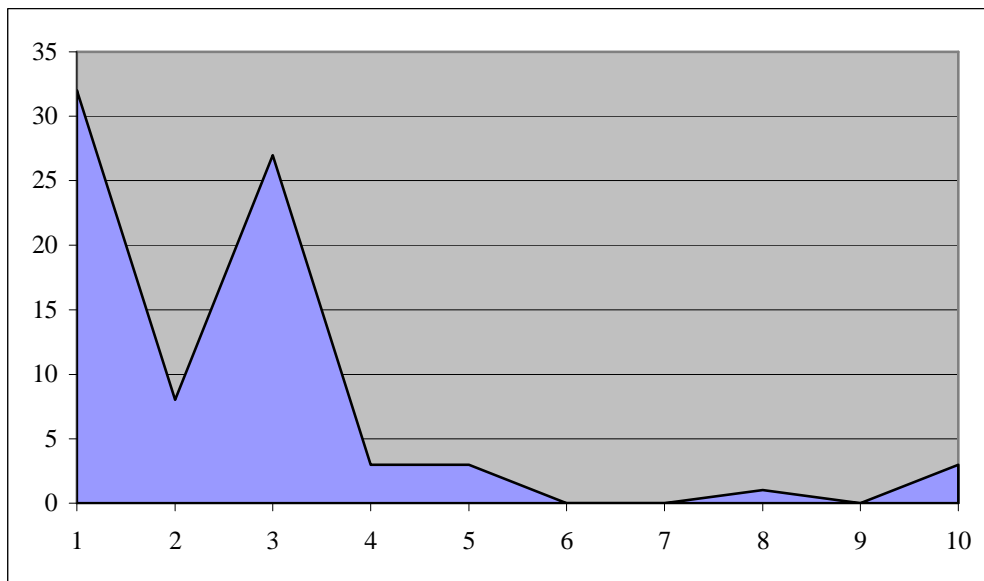


Figura 14.

Distribución del número de observaciones de disponibilidad a pagar en miles de pesos.

Finalmente, en cuanto a la DAP se estimaron los estadísticos para el tamaño de muestra original que era de 114 encuestas (Tabla 24), ya que como se mencionó en el método todo el análisis de datos se realizó con 102, porque de acuerdo a lo indicado por Riera (1994), para obtener valores más reales se eliminaron los valores extremos, porque distorsionan las medidas centrales. Lo que en este caso implicó eliminar al azar 12 encuestas, que representaban cerca del 10%, lo que a su vez se dividió en mitades para cada extremos, es decir, el 5% más alto y el 5% más bajo de los valores de DAP.

Tabla 24. Estadísticos de la disponibilidad a pagar (en pesos).

Medidas de tendencia central (114 observaciones)	
Moda	0
Mediana	2000
Promedio	5043
Medidas de dispersión	

Valor máximo	50.000
Valor mínimo	0
Rango	50.000
Varianza	94.607.429
Desviación estándar	9.726,6

También, se incluyó una pregunta respecto de la disponibilidad a pagar por la administración del proyecto (hipotético) de caudal ecológico. La cual se hizo en formato dicotómico, y los datos se analizaron en función del tamaño de muestra de 102 encuestas como todos los análisis previos y posteriores con excepción del anterior. Tal como se observa en la Tabla 25.

Tabla 25. Estadísticos descriptivos de la disponibilidad a pagar por administrar el proyecto.

P	0.74
q	0.26
S ²	0.20
S	1.400
Sp (error estándar)	0.08 (8%)
Intervalo de confianza 68%	0,7-0,8
Intervalo de confianza 90%	0,9-1,1
Intervalo de confianza 95%	1,5-1,8
Intervalo de confianza 99.7%	1,7-2,2

Las respuestas positivas respecto de la disponibilidad a pagar por la administración del proyecto de caudal ecológico equivalen a un 73,5%, similar en la DAP.

También, se incluyó una pregunta del mercado hipotético en formato abierto: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar anualmente para que se administre y fiscalice el cumplimiento de este proyecto? (considere su ingreso). Para lo cual se determinaron las medidas de tendencia central y de dispersión, junto con la distribución de frecuencia (Tablas 26 y 27).

Tabla 26. Estadísticos de la disponibilidad a pagar para la administración del proyecto.

Medidas de tendencia central	
Moda	0
Mediana	1.000

Promedio	6.080
Medidas de dispersión	
Valor máximo	120.000
Valor mínimo	0
Rango	120.000
Varianza	291.600.008
Desviación estándar	17.076
Sp (error estándar)	1.691
Intervalo de confianza 68%	4.389,6 – 7.771,2
Intervalo de confianza 90%	3.299,4 – 8.861,4
Intervalo de confianza 95%	2.766,4 – 9.394,4
Intervalo de confianza 99.7%	1.007,9 – 11.152,8

En el Tabla 26 se observa que el promedio es seis veces superior a la mediana, lo que se debe a que existen ocho respuestas sobre los \$12.000, que aumentan la media, tal como se observa en la distribución de frecuencias, donde el 92,2% de las observaciones se concentran en el primer intervalo de 0-12.000 (Tabla 27).

Tabla 27. Distribución de frecuencias para disponibilidad a pagar por la administración del proyecto.

Intervalos	Frec. Media	Frec. Absoluta	Acum.	Frec. Relativa	Frec. Acum.
0-12.000	6.000	94	94	92,2%	92,2%
12.000-24.000	18.000	4	98	3,9%	96,1%
24.000-36.000	30.000	0	98	0,0%	96,1%
36.000-48.000	42.000	0	98	0,0%	96,1%
48.000-60.000	54.000	2	100	2,0%	98,0%
60.000-72.000	66.000	0	100	0,0%	98,0%
72.000-84.000	78.000	0	100	0,0%	98,0%
84.000-96.000	90.000	0	100	0,0%	98,0%
96.000-108.000	102.000	1	101	1,0%	99,0%
108.000-120.000	114.000	1	102	1,0%	100,0%
Total		102		100,0%	

Con relación a la forma de hacer el pago para el proyecto ficticio, se indicaron cuatro alternativas, dentro de las cuales una se hizo abierta para identificar otras formas aparte de las propuestas. Los resultados indicados en la Tabla 28, señalan que la forma más votada fue el “cobro a domicilio”, seguido por el “pago en la cuenta de agua”.

Tabla 28. Distribución de frecuencia para la forma de pago.

Alternativas	Frec. absoluta	Acum.	Frec. relativa	Frec. Acumulada
Cobro a domicilio	44	44	43,1%	43,1%
Pago en la cuenta de agua	34	78	33,3%	76,5%
Entrega a domicilio de talonario de pago	21	99	20,6%	97,1%
Otro	3	102	2,9%	100,0%
Total	102		100,0	

También, se preguntó respecto de quién debiera administrar los fondos del proyecto ficticio para lo cual se dieron ocho opciones. Las que más votos recibieron fueron el Estado, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Organizaciones de Regantes con frecuencias relativas de 22,6, 21,6 y 14,7% respectivamente (Figura 14).

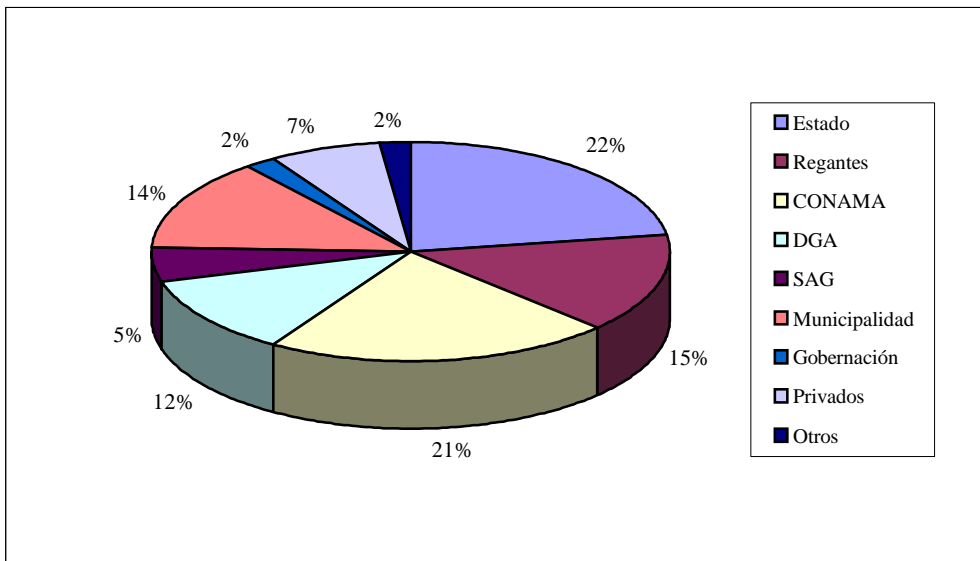
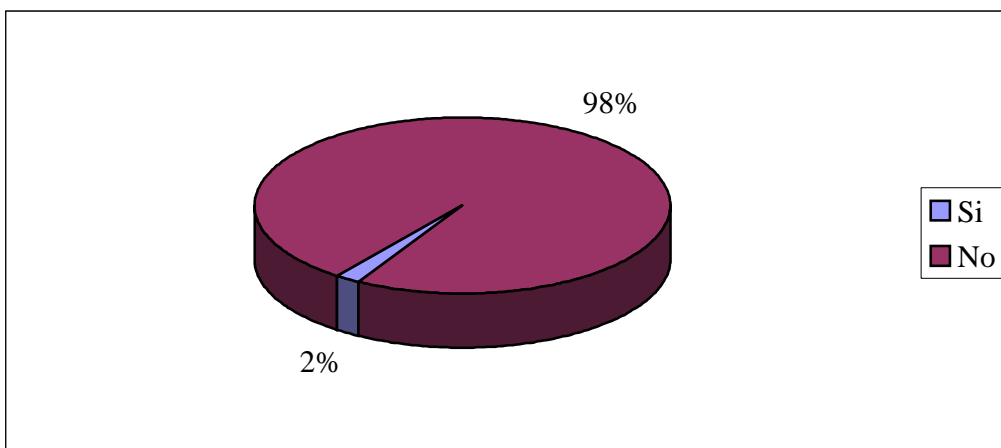


Figura 14.

Votación de las instituciones para administrar el proyecto.

3.2.3 ANTECEDENTES DEL ENCUESTADO

Primero se preguntó si tenía antecedentes de las modificaciones propuestas al Código de Aguas, lo cual fue contestado negativamente por la mayor parte, lo que se aprecia en la Figura 15.



Figura

15. Antecedentes de los entrevistados respecto de las modificaciones al Código de Aguas.

En segundo lugar se inquirió respecto si el entrevistado pertenece a una institución u organización relacionada con la gestión del agua. Las respuestas indican que el 85,3% de los entrevistados señaló no pertenecer a ninguna; el 14,7% restante, indicó pertenecer a las asociaciones de regantes (Tabla 29).

Tabla 29. Pertenencia a una organización relacionada con la gestión del agua.

Variable	Frecuencia absoluta	Acumulado	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
No (q)	87	87	85,3%	85,39%
Si (p)	15	102	14,7%	100,0%
Total	102		100,0%	

La distribución por sexo de los entrevistados muestra que aproximadamente el 55% de ellos es hombre (Tabla, 30).

Tabla 30. Distribución por sexo de los entrevistados.

Variable	Frecuencia absoluta	Acumulado	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Hombre	56	56	54,9%	54,9%
Mujer	46	102	45,1%	100,0%
Total	102		100,0%	

El total de los entrevistados está radicado en la Provincia como se observa en la Tabla 31. También, se debe señalar que el tiempo promedio de residencia es de 37,2 años.

Tabla 31. Entrevistados radicados en la Provincia del Limarí.

Variable	Frecuencia absoluta	Acumulado	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Si (p)	102	102	100,0%	100,0%
No (q)	0	102	-	100,0%
Total	102		100,0%	

En cuanto a si los entrevistados son originarios de la zona, 82 contestaron que sí y 20 que no, lo que se aprecia en la Figura 16.

De los 20 entrevistados que no son originarios de la Provincia, sólo tres pertenecían a otras zonas de la Cuarta Región y el resto tiene lugares de origen que van desde la Primera a la Octava Región. Además, se preguntó respecto del conocimiento de la Provincia, porque la

disponibilidad a pagar se pregunta en relación a toda la Cuenca, por lo que la encuesta se apoyó con un mapa. Los resultados indicados en la Tabla 32, señalan que el 70,6% conoce una parte importante.

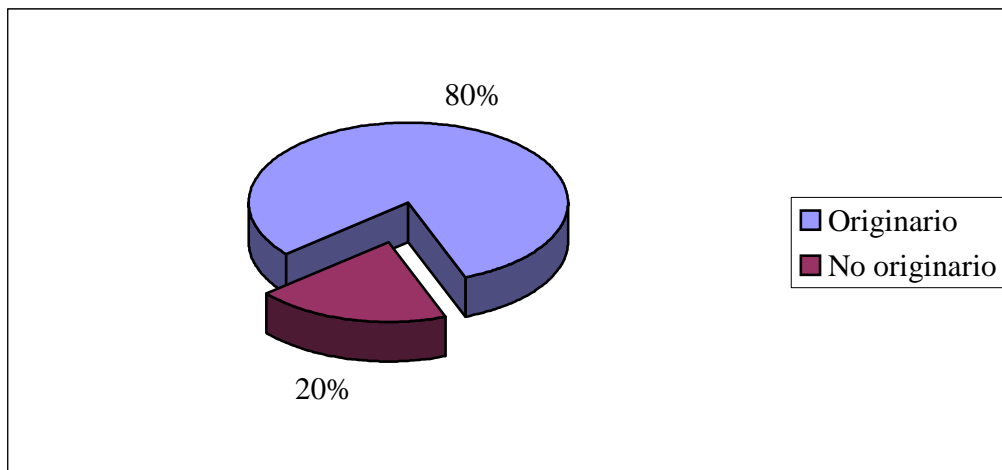


Figura 16.

Entrevistados originarios de la Provincia.

Tabla 32. Conocimiento de la Cuenca.

Alternativas	Frec. Absoluta	Acumulada	Frec. Relativa	Frec. acumulada
Conoce toda la Provincia	15	15	14,7%	14,7%
Gran parte	36	51	35,3%	50,0%
Una parte importante	21	72	20,6%	70,6%
Sólo algunas partes	16	88	15,7%	86,3%
Casi nada	14	102	13,7%	100,0%
Total	102		100,0%	

Para verificar lo señalado en la disponibilidad a pagar por los servicios ambientales del agua, se utilizó una pregunta en relación a la importancia de conservar la vida acuática (flora y fauna), que señaló que el 98,0% de las respuestas sí consideran importante conservar la vida acuática, es decir, 100 respuestas de un total de 102. También, se incluyó una pregunta si considera relevante mantener un mínimo volumen de agua en el río, y al igual que las respuestas anteriores se encontró un 98,0% de respuestas positivas.

La edad es otra característica estudiada, cuyos estadísticos se encuentran en la Tabla 33:

Tabla 33. Estadísticos de la edad de los entrevistados.

Medidas de tendencia central (102 observaciones)	
Moda	45
Mediana	45
Promedio	45,49
Medidas de dispersión	
Valor máximo	80
Valor mínimo	20
Rango	60
Varianza	170,23
Desviación estándar	13,047

Con relación a los estudios realizados por los encuestados, se observa en la Tabla 34 que existe una dispersión importante, siendo los jefes de hogar con Educación Media y Básica completa los mayores porcentajes con 19,6 y 16,7%.

Tabla 34. Distribución del nivel de estudios de los entrevistados.

Alternativas	Frec. absoluta	Acumulado	Frec. relativa	Frec. acumulada
Sin estudios	7	7	6,7%	6,7%
Básica	17	24	16,7%	23,5%
Básica incompleta	16	40	15,7%	39,2%
Media	20	60	19,6%	58,8%
Media incompleta	14	74	13,7%	72,6%
Técnico superior	16	90	15,7%	88,2%
Universitaria	11	101	10,8%	99,0%
Univ. incompleta	1	102	1,0%	100,0%
Postgrado	0	102	0,0%	100,0%
	102		100,0%	

Respecto de la ocupación de los jefes de hogar al momento de la encuesta, se observa en la Tabla 35 que las más representativas son los comerciantes (19), dueñas de casa (15), agricultores (10) y obreros agrícolas (9). En algunos casos se consideró como jefa de hogar a la dueña de casa, ya que los hombres no se encontraban en ese momento, pero si se les pidió a las entrevistadas que respondieran en función del nivel de ingreso familiar.

Tabla 35. Ocupaciones.

Sin trabajo	1
Administrativo	2
Agricultor	10
Albañil	1

Asesora del hogar	1
Asistente comercial	2
Auxiliar	1
Carabinero	1
Comerciante	19
Constructor	1
Dueña de casa	15
Eléctrico	2
Garzón	2
Guardia	1
Independiente	3
Ingeniero agrónomo	2
Jubilado	4
Maestro de obras	3
Obrero	3
Obrero agrícola	9
Paradocente	1
Paramédico	1
Pensionado	2
Profesor	6
Sastre	1
Taxista	2
Telefonista	1
Temporero	1
Transportista	1
Vendedor	3

A los jefes de hogar entrevistados se les consultó sobre el número de miembros de su familia, y sobre el número de adultos (mayores de 18 años) y niños. Los resultados señalan que la familia tipo está conformada por cuatro personas, dos de las cuales son hijos, tal como lo demuestra la mediana, la moda y el promedio estimados, como se ve en la Tabla 36.

Tabla 36. Estadísticos del número de miembros de la familia.

	N° de miembros de la familia	N° de hijos
Moda	4	2
Mediana	4	2
Promedio	4,5	1,7
Valor máximo	10	5
Valor mínimo	1	0
Rango	9	5
Varianza	2,95	1,81
Desviación estándar	1,72	1,37

Para estimar el ingreso líquido mensual por familia, se hizo la pregunta en formato abierto, el promedio se estimó en \$212.716. No obstante, si se considera la renta bruta como el 80% del total, (en Chile existe un 20% aproximadamente que se descuenta para salud y previsión social),

el ingreso promedio familiar por mes en esta zona es de \$265.895, lo que es semejante a lo estimado como promedio para la Región (\$261.555). En la Tabla 37 se observa la estimación de los estadísticos descriptivos para esta variable, que indican una gran dispersión con valores que van desde \$100.000 a \$1.200.000.

Tabla 37. Estadísticos del ingreso líquido familiar por mes (en pesos).

Medidas de tendencia central	
Moda	100.000
Mediana	167.500
Promedio	212.715,69
Medidas de dispersión	
Valor máximo	1.200.000
Valor mínimo	70.000
Rango	1.130.000
Varianza	22.404.225.296,06
Desviación estándar	149.680,41

En cuanto a la distribución del ingreso se observa en la Tabla 38, que la mayoría de la población (53,9%) se encuentra en el intervalo menor y que la mayor parte (93,1%) se encuentra en los tres primeros intervalos que abarcan un rango total de \$70.000 a \$409.000.

Tabla 38. Distribución de frecuencias del nivel de ingreso líquido familiar por mes (pesos).

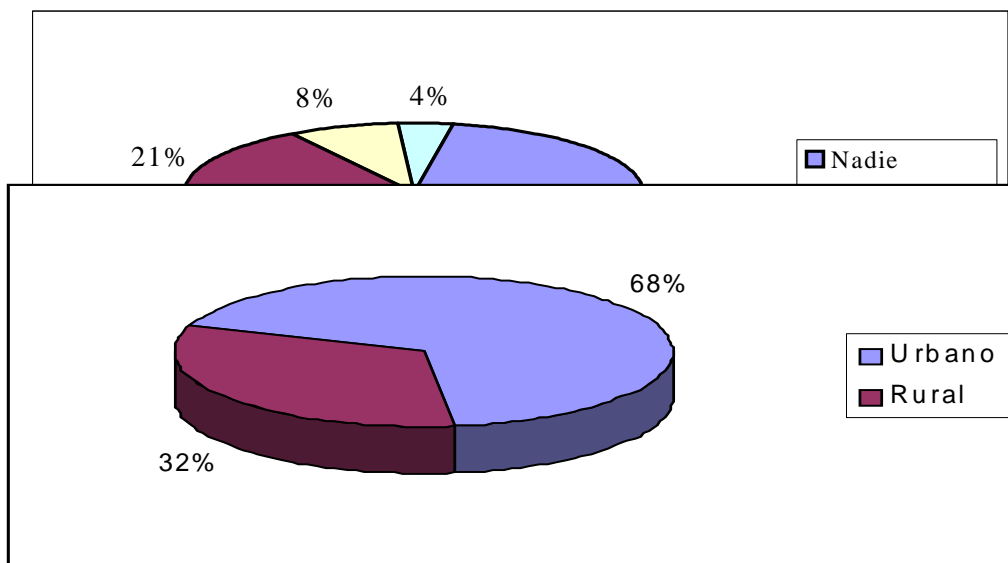
Intervalo	Media	Frec. Absoluta	Acumulado	Frec. Relativa	Frec. Acumulada
70.000-183.000	126.500	55	55	53,9%	53,9%
183.000-296.000	239.500	24	79	23,5%	77,5%
296.000-409.000	352.500	16	95	15,7%	93,1%
409.000-522.000	465.500	4	99	3,9%	97,1%
522.000-635.000	578.500	1	100	1,0%	98,0%
635.000-748.000	691.500	1	101	1,0%	99,0%
748.000-861.000	804.500	0	101	0,0%	99,0%
861.000-974.000	917.500	0	101	0,0%	99,0%
974.000-1.087.000	1.030.500	0	101	0,0%	99,0%
1.087.000-1.200.000	1.143.000	1	102	1,0%	100,0%

Total		102		100,0%	
-------	--	-----	--	--------	--

En la Figura 17, se observa la cantidad de personas que aportan al ingreso familiar aparte del jefe de hogar. Las respuestas señalan que los aportes familiares, van desde ninguna a tres personas, siendo la respuesta de "cero o ninguna otra persona" la más común con 69 respuestas, luego le sigue una persona con 21 respuestas y, con dos y tres tuvieron 8 y 4 respuestas respectivamente.

Figura 17. Personas que aportan al ingreso familiar aparte del jefe de hogar.

Otro dato que se puede extraer de las encuestas es el porcentaje de



población urbano-rural. Al respecto se debe señalar que 77 jefes de hogar habitan en sectores urbanos y 37 en rurales, como se observa en la Figura 18:

Figura 18. Distribución urbano-rural de los jefes de hogar encuestados.

3.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS (PRUEBA)

La hipótesis planteada fue la siguiente: "En el mercado del agua en Chile, los precios de derechos de aprovechamiento de agua sólo reflejan el valor de uso directo dentro del valor económico total del agua, ya que sólo se consideran los usos consuntivos y no consuntivos. Dado esto debiera encontrarse una demanda mayor que cero por los servicios ambientales (valor de uso indirecto y de opción) del agua en la Cuenca del río Limarí estimada por medio de valoración contingente".

Esta suposición se presenta en términos de una hipótesis nula y alternativa de la siguiente manera:

- Ho: demanda = 0
- Ha: demanda < 0

En otras palabras significa que la hipótesis nula (Ho) señala que la demanda por los servicios ambientales del agua estimados a través de valoración contingentes es igual a cero, es decir, no hay demanda por éstos. En el caso de la hipótesis alternativa dice que la demanda es menor que cero.

Tal como se mencionó en la metodología, el muestreo finalmente fue dirigido, ya que no se contó con la base de datos necesaria para hacerlo aleatoriamente. A pesar de ello se realizó una prueba de hipótesis, sobretodo considerando que la muestra se definió como los jefes de hogar que viven en las cercanías de los principales caminos de la Provincia del Limarí y su selección se hizo al azar en terreno. Esto obliga a referirse a la inferencia con mucho cuidado, haciendo presente las condiciones antes señaladas.

La elección de la prueba se realiza en función de las características del tema y en este caso se seleccionó una Prueba Z, de acuerdo a lo expresado en Gujarati (1997) y Bernal (2000) para este tipo de estudios. Respecto, al nivel de significancia elegido es del 95%, debido a que corresponde a un tamaño de muestra de 102 observaciones y un error del 10% de acuerdo a lo establecido en la metodología. También, se estimó el error muestral como se observa en la Tabla 39:

Tabla 39. Estadísticos disponibilidad a pagar

Mediana	2000
Moda	0
Promedio	3166
Varianza	16.491.584
Desviación estándar	4.061
Sx (error estándar)	402

$$Z = (x - X) / Sx \rightarrow 3.165,6863 - 0 / 402,098 \rightarrow -7,872$$

Para un nivel de significancia del 95%, el valor de Z es 1,96, por lo tanto en virtud que la transformación a valores de Z de la media muestral de la hipótesis nula fue -7,872, se rechaza la hipótesis nula.

Entonces, los resultados de la prueba de hipótesis señalan que con un nivel de significancia del 0,05 o 95% de confianza, no es adecuado afirmar que la demanda promedio por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí es cero. Por lo tanto, se acepta la

hipótesis que señala que la demanda por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí es mayor que cero con un nivel de significancia del 95%, teniendo en cuenta lo referente al muestreo dirigido.

3.4 ANÁLISIS BIVARIADO

El análisis bivariado indica que todas las variables analizadas tienen una correlación débil, con la excepción de la DAP/Ingreso familia rural que es media. Los resultados se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Correlaciones DAP¹/variables de los jefes de hogar.

Correlación	Tipo	Función	r	r ²	Clasifica
DAP / Ingreso familiar	Polinomial	$Y = 3E^{-09}X^2 - 0,0021X + 3439,6$	0,0420	0,0017	Débil
DAP (>0)/ Ingreso familiar	Polinomial	$Y = -0,0011X^2 + 18,284X + 184240$	0,2191	0,0480	Débil
DAP (0-6.000) / Ingreso familiar	Polinomial	$Y = -0,0069X^2 + 50,561X + 167789$	0,2234	0,0499	Débil
DAP / Ingreso familia urbana	Logarítmico	$Y = -620,53\ln(X) + 10159$	0,2227	0,0496	Débil
DAP/ Ingreso familia rural	Polinomial	$Y = -2E^{-07}X^2 + 0,0753X - 2592,4$	0,4789	0,0293	Media
DAP/ Edad jefe de hogar	Polinomial	$Y = 2,4541X^2 - 274,11X + 10143$	0,1833	0,0336	Débil
DAP/ Estudios del jefe de hogar	Polinomial	$Y = -77,813X^2 + 860,91X + 1215,9$	0,1127	0,0127	Débil
DAP/ DAP Administración del proyecto	Polinomial	$Y = 3E^{-06}X^2 + 0,2778 + 2350,5$	0,3637	0,1323	Débil

¹ (DAP) Disponibilidad a pagar

² (r) Coeficiente de correlación

³ (r²) Coeficiente de determinación

También se encontraron diferencias en la disponibilidad a pagar de acuerdo al sexo del jefe de hogar (Tabla 41).

Tabla 41. Estadísticos por sexo de los encuestados.

Estadísticos	Hombre	Mujer
Promedio	3.536	2.715
Mediana	1.000	2.000
Moda	5.000	0
Varianza	249.160.883	6.182.652
Desviación estándar	4992	2.486

Para verificar si existen diferencias entre ambos grupos se plantearon las hipótesis básicas y E, se estimó X² (95% de significancia y con un grado de libertad (X² = 3,841)):

Ho: no existen diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre los hombres y mujeres.

Ha: existen diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre los hombres y mujeres.

E = 3.165,69 (promedio muestra total)

$$X^2 = (3.535,71 - 3.165,69)^2 + (2.715,22 - 3.165,69)^2 / 3.165,69 = 107,35$$

Como el valor estimado es mayor que 3,841, que implica un nivel de significancia del 95%, se rechaza la hipótesis nula (Ho), por lo que se concluye que existen diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre los hombres y las mujeres.

En cuanto a las diferencias en la disponibilidad a pagar entre hogares urbanos y rurales se encontraron los siguientes estadísticos de la Tabla 42.

Tabla 42. Estadísticos por tipo de hogar (urbano o rural).

Estadísticos	Urbano	Rural
Promedio	2.662,69	4.129
Mediana	2.000	2.000
Moda	5.000	0
Varianza	9.766.313,89	28.578.571,43
Desviación estándar	3.125,11	5.345,89

Para verificar si existen diferencias entre ambos grupos se plantearon las hipótesis básicas y E, se estimó X^2 (95% de significancia y un grado de libertad):

Ho: no existen diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre hogares urbanos y rurales

Ha: existen diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre hogares urbanos y rurales

E = 3.165,69 (promedio muestra total)

$$X^2 = (2.662,69 - 3.165,69)^2 + (4.129 - 3.165,69)^2 / 3.165,69 = 373,05$$

Como el valor estimado es mayor que 3,841 que implica un nivel de significancia del 95% se rechaza la hipótesis nula (Ho), por lo tanto se concluye que existe diferencias significativas en la disponibilidad a pagar entre urbanos y rurales.

3.5 REGRESIÓN MÚLTIPLE

En la regresión múltiple se consideró como variable dependiente la disponibilidad a pagar (DAP) y como variables independientes la edad de los jefes de hogar, los años de estudio, el ingreso familiar líquido por mes, el número de miembros de la familia, el número de personas que aportan al ingreso familiar y la disponibilidad a pagar por la administración del proyecto del mercado hipotético de la valoración contingente. Los resultados se indican en la Tabla 43:

Tabla 43. Resultados regresión múltiple.

Variable independiente (Y): Disponibilidad a pagar (DAP)				
Parámetro	Estimación	Error estándar	T Estadístico	Valor – P
Constante	6009,8	2372,9	2,53	0,013
Aportantes ¹	500,6	628,0	0,79	0,427
Edad ²	-47,3	36,2	-1,31	0,194
Estudios ³	58,6	103,1	0,57	0,571
Familia ⁴	-123,3	394,9	-0,31	0,756
Ingreso ⁵	-0,002	0,003	-0,58	0,560
Niños ⁶	-378,1	480,1	-0,78	0,433
Proyecto ⁷	0,016	0,025	0,64	0,521

¹ Número de personas que aportan al ingreso familiar

² Edad del jefe de hogar encuestado

³ Estudios del jefe de hogar

⁴ Número de miembros de la familia (hogar)

⁵ Ingreso familiar líquido mensual

⁶ Número de niños en la familia

⁷ Disponibilidad a pagar (DAP) por administrar el proyecto del mercado hipotético

Los componentes de la regresión múltiple para describir la relación entre la DAP y las 7 variables independientes indicados en la Tabla 43, se expresan en la siguiente ecuación:

$$DAP = 6009,8 + (500,6 * Aportantes) - (47,3 * Edad) + (58,6 * Estudios) - (123,3 * Familia) - (0,002 * Ingreso) - (378,1 * Niños) + (0,016 * Proyecto).$$

Para la regresión anterior se realizó un Análisis de Varianza, que se observa en la Tabla 44, con el objetivo de verificar si existe relación entre las variables.

Tabla 44. Análisis de Varianza.

Fuente	SC ¹	Df	CM ²	Tasa-F	Valor-P
Modelo	8,562	7	1,223	0,73	0,6489
Residual	1,580	94	1,680		
Total	1,665	101			
R ² = 5,14					
Error estándar de la estimación = 4099,85					
Error absoluto medio = 2795,27					

¹ Suma de los cuadrados

² Cuadrado medio

De las Tablas 43 y 44 se observa que el Valor-P de las variables independientes y en el Análisis de Varianza es mayor que 0,10, por lo que estadísticamente no hay relaciones significativas entre las variables con un 90% o más del nivel de confianza. También, se observa que el modelo sólo explica débilmente la variabilidad en la DAP (R² = 0,0514).

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión de resultados se divide en cuatro partes: primero, los aspectos relacionados con la definición de los servicios ambientales. Segundo, aquellos puntos relacionadas con la utilización de la valoración contingente como instrumento de valoración de los servicios ambientales. Tercero, las proyecciones del tema, sobretodo con relación a la gestión del agua en Chile y en la Cuenca del río Limarí. Finalmente, la cuarta parte se refiere a recomendaciones para futuros estudios relacionados.

4.1 DEFINICIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL AGUA EN LOS RÍOS EN LA CUENCA DEL LIMARÍ

Respecto de la definición de los servicios ambientales, en general, se puede mencionar un creciente interés en el tema, que se ve reflejado sobretodo en el último año, en el aumento de las publicaciones relacionadas. De hecho, Revista Científica "Ecological Economics" dedicó su número 41 especialmente al tema. Además, se debe destacar que en el ámbito latinoamericano se habla de los "servicios ambientales" y en la literatura de habla inglesa se refiere a los "ecosystem services" o "servicios ecosistémicos".

También, se debe tener en cuenta que al hablar de "servicios ambientales" o "servicios ecosistémicos" se está sobreponiendo un punto de vista antrópico de las funciones de los distintos ecosistemas (Matthew *et al*, 2002). Además, se debe considerar que la determinación de los servicios ambientales es un proceso complejo, ya que los ecosistemas y sus funciones son dinámicas, porque varían en el tiempo y en el espacio (Constanza y Farber, 2002).

En cuanto a la definición de los servicios ambientales del agua, no existe un consenso pleno de lo que son, como tampoco una clara identificación de estos dentro del marco teórico del valor económico total. Lo que sí hay, son guías que finalmente permitieron definirlos como aquellos servicios que brindan los ecosistemas lóticos (protección de la biodiversidad y conservación de los hábitats acuáticos, mantención de la calidad del agua) y belleza escénica, lo que dentro del valor económico total corresponde con el valor de uso indirecto y de opción.

En el caso específico de la definición utilizada y validada por los expertos, se debe señalar que se realizó en función del carácter exploratorio de la investigación, ya que un trabajo más específico y con más recursos debiera ahondar en la materia. Uno de los aspectos debiera ser la escala espacial del trabajo, ya que posiblemente se encuentren diferencias entre los distintos ríos de la Cuenca del Limarí, así como si la zona estudia está en el sector de la Cordillera de los Andes con menor intervención que en el Valle o el Sector Costero. También, podrían haber diferencias si el análisis se realiza en sectores ubicados sobre los embalses o bajo estos. Finalmente, dado que

los servicios ambientales tienen un carácter de uso humano, su definición debiera incluir junto el aporte de los expertos, la visión de la población local directamente relacionada.

4.2 APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN CONTINGENTE

En relación a la aplicación de la valoración contingente, uno de los primeros puntos que se debe analizar es la determinación del grupo muestra. Al respecto, es importante recordar que la investigación se definió como exploratoria y por esto se determinó como área de estudio a la Cuenca del río Limarí, cuyos límites coinciden aproximadamente con los de la Provincia del Limarí. Dado lo anterior, universo muestral se definió como los hogares de la Provincia, ya que en estos se maneja un presupuesto mensual que permite respaldar la disponibilidad a pagar, y por esto en la aplicación del instrumento de recolección de información se encuestó al jefe de hogar, porque se asume que este conoce los montos de los ingresos familiares y participa en la toma de decisiones. La alternativa a este universo, hubiese sido seleccionar al azar a mayores de edad, considerando que forman parte de la fuerza laboral y tienen ingresos para respaldar la disponibilidad a pagar.

La definición del universo muestral es un punto clave, ya que si se hubiese elegido la alternativa de mayores de edad, posiblemente el muestreo se hubiera realizado de otra forma. La cual no estaría ajena a cuestionamientos, porque se hubiera requerido definir lugares y horas para encuestar (por ejemplo, Plaza y Feria de Ovalle) para darle aleatoriedad. Característica que no se pudo obtener al aplicar el instrumento de recolección de la información con los jefes de hogar, por no contar con mapas que indiquen la distribución de los hogares por nivel de ingreso o el listado de éstos.

El carácter de dirigido del muestro, a pesar de los esfuerzos en terreno por encuestar al azar, obliga a tener mucha precaución en la inferencia estadística de los resultados, a pesar que el tamaño de la muestra seleccionado indicaba un 95% de confianza con un 10% de error.

Sin duda la escala espacial de la muestra es otro punto que debe haber influido en los resultados, ya que las preguntas eran con relación a toda la Cuenca, lo que pudo haber dificultado su conceptualización por parte del encuestado. Lo que se reafirma con los resultados de la encuesta, ya que 70% señaló conocer una parte importante, y dentro de esto sólo el 15% indicó conocer toda la Provincia.

Respecto del tamaño de la muestra, es necesario destacar que en con el trabajo en terreno se obtuvo un alto número de encuestas contestadas (114) que lo planteado inicialmente (100), lo que se logró debido a la estricta supervisión en terreno y la capacidad del equipo. Posteriormente, para analizar los datos se eliminó aproximadamente el 10% de los valores extremos de Disponibilidad a Pagar (DAP) (5% más alto y más bajo), porque se considera que

están sesgadas, quedando en definitiva un tamaño de 102 encuestas. Sin dudas, otro tamaño de muestra hubiera entregado valores con más confianza y menor margen de error, si hubiera realizado al azar (Kinnear y Taylor, 1993), pero de acuerdo a las Tablas de Arkin y Colton (1962), se hubiese necesitado por lo menos 400 encuestas, cantidad que estaba fuera de presupuesto.

En cuanto al diseño del cuestionario se debe destacar que el mercado hipotético planteado pudo haber presentado algunas dificultades en su comprensión para algunos encuestados considerando que sólo un 2% conoce las modificaciones al Código de Aguas y que aproximadamente el 60% de los entrevistados tiene un nivel educacional superior a la educación básica. También, destaca que el 7% no tiene estudios.

El formato de la pregunta es otro punto clave en la aplicación de la valoración contingente. Al respecto, es importante mencionar que hoy la tendencia en la mayor parte de los estudios es utilizar el formato dicotómico, es decir, se pregunta si se está dispuesto a pagar o aceptar una cantidad determinada (FAO, 2000). Para lo cual es necesario, previamente, realizar una encuesta en formato abierto y así estimar el monto de la pregunta. Posteriormente, este tipo de pregunta se analiza con modelos econométricos como el "Logit". Sin duda esta es una buena alternativa, pero requiere de un alto presupuesto debido al alto número de consultas que se requiere. Otro formato, es hacer la pregunta abierta, lo que es cuestionado debido a que el encuestado se enfrenta a una pregunta de disponibilidad pagar frente a la cual no tiene parámetros de comparación.

En definitiva, para este estudio se decidió utilizar un formato tipo referéndum con una iteración, que consiste en preguntar la disponibilidad a pagar con una cantidad determinada, pero posteriormente se inquiriere con relación a cuánto más o menos de la cifra estaría dispuesto a pagar, lo que se realizó sólo una vez (una iteración). Este formato, se eligió, porque rescata los aspectos positivos de los antes mencionados, pero su debilidad está en la determinación de la primera cifra con que se pregunta. En el caso de este trabajo se realizaron una serie de 15 encuestas previas en la Plaza de Ovalle a la hora de almuerzo (alrededor de las 13:00 horas), posiblemente este punto pudo influir de manera importante en los resultados, ya que no necesariamente el perfil de los entrevistados era representativo de la Provincia.

Finalmente, otro punto que pudo haber influido en los resultados es si el formato de la pregunta se hubiera pregunta como disponibilidad a aceptar en vez de disponibilidad a pagar. Al respecto, se señala que el objetivo de la valoración contingente de bienes de no mercado es encontrar el valor de la variación compensatoria (VC) o la variación equivalente (VE) asociada al cambio en la provisión del bien público. Este punto es importante, porque se relaciona directamente con el tipo de pregunta si es disponibilidad a pagar o aceptar. En este sentido Riera (1994), indica que una forma intuitiva de entender la diferencia entre ambas variaciones, es preguntándose por si el cambio en la provisión del bien público implica un cambio en el nivel de

bienestar por la provisión del bien, o es un cambio potencial. Para comprender esto se presenta la Tabla 45.

Tabla 45. Relación entre tipo de cambio, disposición a pagar (DAP) o a ser compensado (DAA) y medida del bienestar.

Cambio en la provisión del bien	Signo del cambio propuesto	DAP o DAA	Medida del bienestar
Que acontezca	Mejora en bienestar	DAP por la mejora	CV ¹
Que acontezca	Pérdida de bienestar	DAA por el empeoramiento	CV
Que no acontezca	Mejora en bienestar	DAA por renunciar a la mejora	EV ²
Que no acontezca	Pérdida de bienestar	DAP para evitar el empeoramiento	EV

CV¹: variación compensatoria

EV²: variación equivalente

Fuente: Riera (1994)

En el caso de la pregunta realizada en este trabajo se preguntó respecto de la disponibilidad a pagar por la mejora en el bienestar de un cambio en la provisión del bien que acontezca, es decir equivale a una variación compensatoria. Si hubiese querido preguntar respecto de la disponibilidad a aceptar se debería haber diseñado otro mercado hipotético donde se hubiera preguntado la disponibilidad a pagar por renunciar a una mejora o evitar el empeoramiento de un cambio en la provisión del bien que acontezca.

En este mismo sentido, Azqueta (1994) indica que en la práctica se han encontrado valores menores de disposición a pagar (DAP) que disposición a aceptar (DAA), los motivos que explicita son los siguientes:

- La DAP por una mejora cualquiera (o para evitar un empeoramiento) está limitada por la renta de la persona, la compensación exigida (DAA) para renunciar a ella no lo está. Lo que supone una diferencia importante.

- Normalmente la pregunta sobre la DAP o la DAA se plantea en términos de cambios discretos (importantes y no infinitesimales), y de una sola vez, lo que unido al hecho que la persona, en general, es renuente al riesgo y se mueve en un contexto de incertidumbre, podría explicar en parte la diferencia.
- La existencia de un sesgo estratégico en la respuesta.
- La posibilidad que la persona dude sobre la moralidad, por ejemplo, de recibir un pago por permitir la degradación del ambiente, lo que se reflejaría en la inadecuación de las medidas de la DAA.

Teniendo en cuenta lo anterior, si en este estudio se hubiese diseñado un mercado hipotético para preguntar la disposición a aceptar, se hubiera esperado resultados mayores a los encontrados.

En la relación a los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta, se observa que el porcentaje de respuestas afirmativas respecto de la disponibilidad a pagar fue de un 75% y hubo un 25% de respuestas negativas, lo que es similar a los porcentajes encontrados en otros estudios y a los señalados por Riera (1994) y FAO (2000). También, se debe destacar que del total de respuestas negativas sólo a un 8% no le interesa o no considera relevante la iniciativa. El resto de las respuestas esgrimió que por razones económicas no está dispuesto a pagar (40%) o que el gobierno debería pagar (44%). Estos valores son importantes al llevar a la práctica un proyecto de implementación de caudal ecológico en la cuenca por parte de las autoridades chilenas, porque hoy sólo se habla de la importancia de incorporar este instrumento, pero no de cómo se hará.

En cuanto a los valores de la disposición a pagar (DAP) por los servicios ambientales del agua estimados, el resultado más importante es que existe un valor mayor que cero (Tabla 46), lo que implica que para los habitantes de la Provincia del Limarí el río tiene mayores beneficios que sólo los usos consuntivos y no consuntivos definidos en la legislación.

Tabla 46. Disponibilidad a pagar.

Observaciones	Moda	Mediana	Promedio	Desv. Estándar
102 (tamaño de trabajo)	0	2.000	3.166	4.061
77 (mayores que cero del total de 102)	5.000	3.000	4.194	4.189
114 (tamaño original)	0	2.000	5.043	9.727

En cuanto, a los estadísticos de tendencia central como son la mediana y la moda se debe señalar que una parte importante de los estudios de valoración contingente trabaja con el promedio como estimación de la disponibilidad a pagar, pero que también existen otros análisis que utilizan la mediana. Al observar la tabla se ve que el promedio varía desde en un rango entre \$3.166 a \$5.043 para los distintos análisis, siendo la primera cifra la determinada como la disponibilidad a pagar del estudio.

En relación, a las estimaciones de la mediana se observa claramente que el valor de \$2.000 se vuelve a repetir tanto para el tamaño de la muestra original con 114 y la muestra de trabajo (102 observaciones), lo que estaría indicando que es un valor que no se debe dejar de considerar como resultado de la disponibilidad a pagar por parte de las familias de la Provincia. Tampoco, se debe dejar de tomar en cuenta la moda, ya que es la misma para dos tamaños de muestra, lo que indicaría que no existe disponibilidad a pagar, lo que sucede por el 25% de no respuestas que indicaron no estar dispuestos a pagar. También, este valor pudo haber sido influenciado por sesgo estratégico. Además, estos valores de moda coinciden con los encuestados de menores ingresos.

Otro punto que se debe tener en cuenta respecto al valor medio de la demanda por los servicios ambientales, es que la población de la IV Región donde se encuentra inserta la Cuenca del río Limarí tiene un ingreso medio inferior al resto del país en un 24,67% (\$194.366 y \$258.009), además de que el país vive una situación económica que se ha caracterizado por una contracción de la demanda.

En cuanto a la verificación de la hipótesis, los resultados señalan que para un nivel de significancia del 95%, no es correcto afirmar que la demanda promedio por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí es cero. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna que señala que la demanda por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí es mayor que cero. Por su puesto, esta inferencia no es completamente correcta, ya que el muestreo fue dirigido, por lo que se debe ser cuidadoso en la extrapolación de los resultados. En este punto, también, se debe tener en consideración que el instrumento de recolección de la

información buscó identificar los 5 principales usos por parte de los jefes hogar, cuyos resultados indican en orden importancia que el agua potable y el riego son los más votados (con igual participación). Luego, le siguen la generación de hidroelectricidad y la mantención de la flora y fauna en tercera y cuarta posición respectivamente. Posteriormente, aparecen los usos ligados a los servicios ambientales que son, orden de importancia, recreación, uso minero, mantener la vida acuática, uso industrial, paisajismo y biodiversidad. Estos resultados respaldarían el interés por los servicios ambientales del agua, los cuales se consideran menos importantes que el agua potable y el riego.

Otro aspecto relevante de la distribución de frecuencias de las respuestas sobre la disponibilidad a pagar, es que existe un importante número de observaciones que se concentran en los valores de \$1.000 y \$5.000 como se observa en la Figura 19, lo que se puede explicar en parte por el uso de estos valores en referéndum, aunque también se debe considerar que estos son los valores de las unidades monetarias más comunes en las transacciones económicas de las personas. También, se debe considerar que pudo haber un sesgo del encuestador influyendo en los resultados.

Por otro lado, es necesario recordar que la disponibilidad a pagar de un jefe de hogar está influenciada por su nivel de ingreso, edad, escolaridad y gustos y preferencias. Por este motivo se hicieron distintos análisis de correlación simple para tratar de explicar la disponibilidad a pagar por parte de los entrevistados, como se observa en la Tabla 40 (página 108), y cuyos resultados indican la bajo correlación entre la disponibilidad a pagar y el nivel de ingreso, la edad del jefe de hogar, los años de estudios y la disposición a pagar por la administración del proyecto relacionado con el mercado hipotético. Dado lo anterior, también, se hizo una regresión múltiple con todas las variables continuas (Tabla 43), pero los resultados también indicaron un bajo grado de correlación.

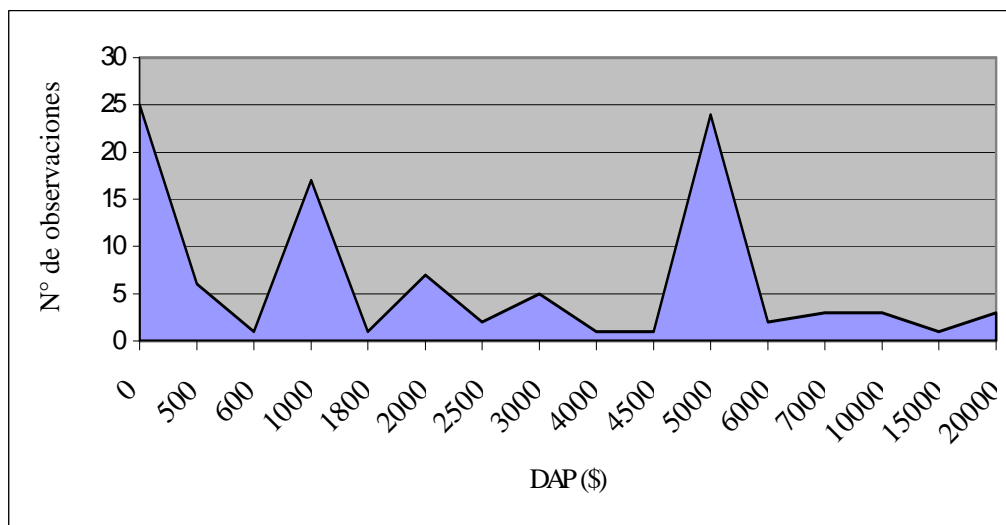


Figura 19. Distribución de observaciones.

La poca fuerza de las correlaciones debiera deberse explicarse por la gran variabilidad que tiene la disposición a pagar y por los grados de libertad que implican este análisis estadístico. También, es necesario que el muestreo y la aplicación del instrumento de recolección de información pudo haber sido influenciado por algunos de los “sesgos” propios de este tipo de estudios: sesgo estratégico, sesgo del encuestador, sesgo del punto de partida (valor para iniciar el referéndum), o porque se utilizó una escala espacial muy grande, lo que dificultó la conceptualización de la pregunta, y debido a que existía al momento de la encuesta bajas expectativas económicas por la situación nacional e internacional, o que sólo el 70,59% de los entrevistados conociera la cuenca en su totalidad, en gran parte o en una parte importante.

Finalmente, se buscó determinar si existía diferencia estadística respecto de las respuestas de la disponibilidad a pagar entre hombres y mujeres encuestados, y entre hogares urbanos y rurales. Los resultados señalan que existen diferencias estadísticas con un 95% de significancia (a través de la prueba de Chi-cuadrado) entre la demanda para las familias de origen urbano (\$2.663) y rural (\$4.129), así como se entre jefes de hogar hombres (\$3.536) y mujeres (\$2.715). Estos resultados, pueden explicarse para el primer caso, dado la cercanía, mayor uso y conocimiento de los ríos por parte de los habitantes rurales. Lo cual, también, podría explicar la diferencia entre hombres y mujeres, ya que son los primeros lo que recorren la Cuenca con mayor frecuencia debido a que en la mayoría de los hogares son los que trabajan fuera del hogar.

4.3 PROYECCIONES DE LA VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ

Este trabajo tiene tres importantes proyecciones: primero, aborda el tema de la valoración de los servicios ambientales del agua, que es un tema relativamente nuevo en el país y de creciente importancia a nivel mundial por ser un recurso estratégico, el cual no puede faltar en la discusión relacionada con la gestión sustentable del recurso. Además, destaca la importancia y necesidad de la valoración de los servicios ambientales en general, lo que se ha reflejado en otras áreas como los “bonos verdes” para captura de dióxido de carbono o los subsidios ambientales a la agricultura por parte de la Unión Europea, por medio del reconocimiento del concepto de multifuncionalidad. Segundo, denota la importancia que tiene para la sociedad de la Provincia del Limarí la incorporación de la conservación y protección de los ecosistemas lóticos, su biodiversidad y el paisaje de los ríos, lo que permitiría realizar una gestión más integral del recurso una vez que los organismos competentes internalicen estos conceptos. Tercero, hace un aporte a la discusión que existe hoy en Chile, respecto de la incorporación de los caudales ecológicos a la gestión de los ríos, ya que aborda el tema por medio del mercado hipotético que se utilizó para la Valoración Contingente. Este se fundamentó en las modificaciones al Códigos de Aguas que se discuten en el

Parlamento hace varios años y lo propuesto por la Política Nacional de Recursos Hídricos respecto de la incorporación de un caudal mínimo ecológico en todos los cursos de agua del país. Por esto se planteó hipotéticamente, que se estaba desarrollando un proyecto para comprar derechos de aguas con el objeto de destinarlos a crear un caudal ecológico que permitirá la protección ambiental y conservación del recurso, con el objeto de disponer de los servicios ambientales del agua.

La discusión respecto de la forma de hacer efectiva la incorporación de los caudales ecológicos es relativamente nueva y tiene importantes alcances en cuencas como la del río Limarí, ya que sus derechos se encuentran totalmente repartidos y de hecho se señala que debiera declararse agotada, es decir, que no se deben entregar más derechos de aprovechamiento (Alfaro y Honores, 2001). Entonces, el problema que surge es como se obtendrán los derechos para este caudal: por medio de su compra por parte de la misma población de cada cuenca (en el caso del estudio las familias estarían dispuestas a pagar \$3.166), o por medio de compras por parte del Estado, o por un mecanismo intermedio, o por una reasignación tipo "reforma del agua". Cualquiera que fuera la situación, también, se plantea el problema de que los "usos ambientales" del agua no están definidos por la Ley, por lo que las compras de derechos para destinarlos a estos usos no son factibles sin modificar la Ley. Junto con lo anterior, surge la interrogante de cómo establecer estos caudales en cuencas reguladas por embalses como la del río Limarí, cuya operación ha estado sujeta a la propia operación histórica del Sistema Interconectado Paloma.

Dado los resultados de la estimación de la disponibilidad a pagar por los servicios ambientales para las familias de la Cuenca del río Limarí, se puede realizar una aproximación para estimar el volumen de agua que podría adquirir para destinarlo a un proyecto de compra de derechos de aprovechamiento para un caudal mínimo ecológico, para lo cual se deben considerar los siguientes parámetros:

- Disponibilidad a pagar por familia: \$3.166 (a enero 2002)
- Número de familias totales de la Cuenca del río Limarí: 36.284
- Disponibilidad a pagar total de las familias de la Provincia del Limarí: \$114.875.144
- Caudal promedio del río Limarí: 12,3 m³/s (sobre el embalse Paloma. Bajo embalse es regulado y varía entre 1 a 2 m³/s)
- El caudal ecológico, generalmente, es cerca de un 10% del caudal medio de los ríos (Dirección General de Aguas, 1999). Por lo tanto, para el río Limarí, se podría esperar un caudal ecológico de 1,23 m³/s, lo que significa un total de 1.230 L/s.

- 1 acción de agua (un derecho de aprovechamiento), teóricamente equivale aproximadamente a un 1 L/s (Álvarez *et al*, 1999) y tiene un valor promedio de \$1.000.000³ aproximadamente (se debe considerar que este valor es muy variable, ya que depende de la pluviometría del año, la época del año, el sector o localidad (clima y suelo) y otros.

Entonces, dado los antecedentes y considerando la simpleza del análisis, se puede extrapolar que con la disponibilidad a pagar estimada por los servicios ambientales del agua sólo se podrían comprar unas 115 acciones, lo que representa sólo un 9,34% del caudal ecológico. Entonces, tal como se mencionó surge la interrogante de cómo se deberá adquirir el resto del caudal.

Finalmente, otro punto relevante es considerar la relación entre aguas superficiales y subterráneas en la provisión de los servicios ambientales. Tal como lo señala al Dirección de General de Aguas (1999), hoy no existe una gestión conjunta de ambas fuentes de aguas, lo que es un gran error, debido a que están íntimamente relacionadas, por lo que una sobreexplotación de los acuíferos subterráneos puede influir en una disminución de los caudales de los ríos, y con esto reducir los servicios ambientales. Desde este punto de vista, resultará vital que se incorpore en las modificaciones la Código de Aguas la necesidad de reglamentar el uso de aguas subterráneas en relación a los caudales superficiales.

4.4 RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS RELACIONADOS

Con relación a las recomendaciones para la realización de futuros estudios en el tema, es importante indicar que se debe abordar con mayor profundidad la definición de los servicios ambientales del agua, en la cual debe haber un trabajo conjunto de expertos con la población local, ya que ellos son los usuarios más directos de estos servicios. También, sería importante trabajar con una escala espacial más pequeña, ya que posiblemente existan diferencias entre los distintos ríos de una cuenca como en las distintas zonas de este, ya sea en el sector de montañas, el valle o el sector costero. Incluso, se podría profundizar en relación a la cercanía a los cauces de las casas de las familias.

En cuanto a la aplicación de la valoración contingente para valorar los servicios ambientales se recomienda trabajar, primero con las recomendaciones del Panel NOAA Segundo, realizar el análisis con escalas más pequeñas, ya que la población local es más fácil que tenga una noción clara del objeto de estudio. También, es necesario considerar el uso de otros formatos de preguntas ya sean abiertas, cerradas o iterativas, para ver si existen diferencias en la

³ Pablo Álvarez L., Académico del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena, Doctor (c) en Recursos Hídricos.

disponibilidad a pagar. Otro punto relevante, es ahondar en las diferencias de la disponibilidad a pagar entre hombres y mujeres, y entre hogares urbanos y rurales.

Respecto de la valoración de los servicios ambientales del agua, sería de gran interés utilizar otros métodos de la economía ambiental y de recursos naturales como los precios hedónicos, por ejemplo para saber como afecta al valor de la tierra la cercanía o lejanía de los servicios ambientales de un río. Otra área de estudio, considerando que la valoración económica, finalmente tiene un objetivo de apoyar la toma de decisiones, sería el utilizar métodos multicriterio de toma de decisiones incorporando los servicios ambientales, ya que no necesariamente requieren una valoración de ellos, sino que se puede trabajar con cantidades y calidades cuantificables o algún tipo de indicador que se diseñe.

Otro punto necesario de abordar en futuros estudios es todo lo referente a las organizaciones, institucionalidad y legislación relacionada con la gestión del agua, sobretodo en lo referente a sus competencias en los distintos aspectos de la administración de este recurso. Lo cual es muy relevante, ya que son en estas instancias y organismos (públicos o privados) donde se debe incorporar la valoración de los servicios ambientales del agua y su carácter multifuncional, porque son los tomadores de decisión y tienen directa responsabilidad en el desarrollo sustentable del país.

Finalmente, se recomienda que futuros estudios aborden los servicios ambientales del agua en relación con el establecimiento de un caudal mínimo ecológico, ya que este punto es clave para la gestión sustentable del recurso hídrico. Lo cual no está ajeno a controversias en cuencas del norte de Chile.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí se definieron como aquellos servicios que brindan los ecosistemas lóticos (protección de la biodiversidad y conservación de los hábitats acuáticos, mantención de la calidad del agua) y belleza escénica. Lo que dentro del valor económico total se corresponde con el valor de uso indirecto y de opción, y lo que a su vez corresponden con los beneficios de un caudal mínimo ecológico.

Para desarrollar una gestión sustentable del recurso hídrico en Chile, y en específico en la Cuenca del río Limarí, es necesario incorporar en la toma de decisiones el concepto de multifuncionalidad del agua. Este debiera reflejarse en la incorporación de caudales ecológicos en todos los ríos, ya que de este modo se estaría valorando la incorporación de los servicios ambientales del agua.

La incorporación de caudales ecológicos en algunos ríos chilenos, especialmente del Norte como es el caso de la Cuenca del río Limarí, generará una serie de conflictos, ya que gran parte de los derechos de aprovechamiento de aguas se encuentran entregados. Por lo que una medida de este tipo debe implicar algún tipo de reforma, ya sea por la expropiación de derechos o por creación del uso consuntivo "ambiental" en la Legislación.

La valoración de los servicios ambientales del agua no está ajena a controversia, ya que estos son dinámicos y no se conoce con certeza toda su extensión, especialmente en la Cuenca del río Limarí. Por esto los resultados de este trabajo deben considerar el carácter exploratorio del estudio y la escala espacial utilizada.

Existen evidencias para aceptar la hipótesis que señala la existencia de una demanda mayor que cero por los servicios ambientales en la Cuenca del río Limarí por parte de los jefes de hogar, evaluada por medio de valoración contingente.

La disponibilidad a pagar por los servicios ambientales del agua en la Cuenca del río Limarí estimada a Enero del 2002, por medio de valoración contingente, es de \$3.166, para un tamaño de muestra de 102 jefes hogares.

La valoración contingente es buen método para estimar valores que no se encuentran reflejados en los mercados como los servicios ambientales, pero sin duda debe ser de especial cuidado la revisión de aspectos relacionados con el tamaño de la muestra y su aleatoriedad, y los

sesgos estratégicos y del encuestador. No menos importantes son el formato de la pregunta y el mercado hipotético que se genere.

Los resultados de este trabajo deben considerar que los resultados de la disponibilidad a pagar corresponden sólo a una fecha de determinada (enero 2002), ya que bajo otras circunstancias especialmente económicas los valores podrían cambiar.

Para futuros trabajos relacionados es necesario profundizar en la determinación de los servicios ambientales y trabajar en una escala espacial más pequeña. Además, se debe profundizar en las diferencias de la disponibilidad a pagar entre hogares urbanos y rurales, así como entre jefes de hogar hombres y mujeres.

CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA

AAKER, D. y DAY, G., 1989. Investigación de mercados. Tercera Edición (Segunda Edición en español). McGraw-Hill. México. 715 p.

ACHARYA, G. 2000. Approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems. *Ecological Economics*. Vol. 35 (1) 63 –74 p.

ACREMAN, M. 2001. Ethical aspects of water and ecosystems. *Water Policy*. Vol 3 (3) (2001). 257-265 p.

AGUILERA, F. 1998. *Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. Universidad de La Laguna, España [en línea] [http://www.ulaguna.es] [Noviembre, 2001].*

AGUILERA, R. 2001. Aspectos económicos en la gestión integrada de cuencas hidrográficas. En Curso de Postgrado “Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas”, Cátedra UNESCO. Centro Universitario Internacional Europa-Latinoamérica de Investigación y formación en Ciencias Ambientales. 3-12 de Enero, 2001. Concepción, Chile.

ALBIAC, J. y TAPIA, J. 2001. La gestión de demanda de agua frente a la política de oferta del trasvase del Ebro. Documento de Trabajo 01/2. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Unidad de Economía y Sociología Agrarias. Departamento de Agricultura, Gobierno de Aragón. 91 p.

ALEXANDER, A., LIST, J., MARGOLIS, M. y D'ARGE, R. 1998. A method for valuing global ecosystem services. *Ecological Economics* Vol. 27 (2).161-170 p.

ALFARO, C., y HONORES, C., 2001. *Análisis de la disponibilidad del recurso hídrico superficial en cauces controlados de las cuencas de los ríos Elqui, Limarí y Choapa. Memoria de Título de Ingeniero Civil. Universidad de La Serena. Facultad de Ingeniería. Departamento de Obras Civiles. La Serena 2001.*

ÁLVAREZ, P., BERENGUELA, J. y OYARZÚN, R. 1999. Gestión de recursos hídricos en zonas áridas. Caso: Sistema Paloma. *Agroeconómico (Fundación Chile)* 53: 42-46 p.

ÁLVAREZ-FANZO, B. 1999. La demanda de servicios ambientales. El método del coste viaje en la estimación de la demanda recreativa de espacios naturales. *Encuentro de Economía Pública*. Oviedo, España. 36 p.

ÁLVAREZ, R., FIGUEROA, E., Y VALDÉS, S. 1999. *Beneficios económicos de una reducción de la contaminación atmosférica en Santiago de Chile. Departamento de Economía y Centro de Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente (CENRE). Universidad de Chile. 27 p.*

AMIGUES, J., BOULATOFF, C., DESAIGUES., B. GAUTHIER., C. y KEITH, J. 2002. The benefits and costs of riparian analysis habitat preservation: a willingness to accept/willingness to pay contingent valuation approach. *Ecological Economics*. Vol 43 (1) (2002): 17-31 p.

ARÉVALO, G., 1998. *Aspectos generales del régimen de las aguas subterráneas en Chile. Seminario "Institucionalidad y gestión del agua" y "I Jornadas de Derecho de Aguas" (24 y 25 de Noviembre, Santiago de Chile). Pontificia Universidad Católica de Chile, Programa de Derecho de Administración y Economía.*

ARKIN, H. y COLTON, R., 1962. *Tables for statisticians*. Second Edition. Barnes and Noble, Inc., New York, New York, United States of America.

ASOCIACIÓN MUNDIAL DEL AGUA, 2000. *Manejo integrado de recursos hídricos*. Comité de Consejo Técnico. Background Papers N°4. 80 p.

ARRAU, F. 1996. *Distribución y comercialización de las aguas en Chile*. DEPESEX/BCN/Serie de Estudios. Año VIII, N° 178. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Departamento de Estudios, Extensión y Publicaciones. 71 p.

AZQUETA, D. 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill. Madrid. España. 299 p.

BANCO MUNDIAL, 1998. *Estrategia para el manejo integrado de los recursos hídricos*. Washington, D.C. diciembre de 1998. N°EN V-125. 42 p.

BACHRACH, M. y VAUGHAN, W. 1999. *Household water demand estimation*. Working Paper ENP 106. Inter-American Development Bank. Productive Sectors and Environment. Subdepartment Environment Protection Division. 39 p.

BARBIER, E., ACREMA, M. y KNOWLER, D. 1997. *Valoración económica de los humedales: Guía para decisores y planificadores*. Oficina de la Convención Ramsar. Gland. Suiza [en línea] [<http://www.ramsar.org>] [Noviembre, 2001].

BAUER, C. 1995. *Privatización y capacidades institucionales: los resultados del mercado de aguas en Chile*. *Ambiente y Desarrollo*. Vol XII, N°2, pp 15-23.

BAUER, C. 1997. *Bringing water markets down to earth: the political economy of water rights in Chile, 1976-1995*. *World Development*, Vol 25, N°5, pp. 639-656.

BERNAL, C. 2000. *Metodología de la investigación para la administración y economía*. Prentice-Hall. México. 90 p.

BORREGAARD, N, LADRÓN DE GUEVARA, J., LEAL, J. y RAMÍREZ, J. 1999. *El análisis económico en la gestión ambiental. El caso de la minería*. Publicaciones CIPMA. 38 p.

BRAGA, M. 2000. Integración de las funciones y servicios de los ecosistemas de agua dulce a los proyectos de desarrollo hídrico. Informe de Trabajo, Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C. 45 p.

BRISCOE, J. 1998. Water as an economic good: the idea and what it means in practice. Readings of the WRM – Course RDV Core Training Program FY98 Activity 2.2. 15 p.

BROWN, E., 1996. Disponibilidad de recursos hídricos en Chile en una perspectiva de largo plazo. Sustentabilidad del crecimiento económico chileno. Osvaldo Sunkel (Editor) Programa de Desarrollo Sustentable. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile.

CARMONA, H. 1995. Conceptualización de cuencas (p 15-16). Informe de consulta de expertos en manejo de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. FAO. 61 p.

CARSON, R., HANEMANN, M., KOPP, R., KROSNICK, J., MITCHELL, R., PRESSER, S., RUUD, P., y SMITH, K. 1995. Temporal reliability of estimates from contingent valuation. Discussion paper 95-37. Resources for the future. 25 p.

CARSON, R., HANEMANN, M., KOPP, R., KROSNICK, J., MITCHELL, R., PRESSER, S., RUUD, P., y SMITH, K. 1996. Was the NOAA panel correct about contingent valuation? Discussion Paper 96-20. Resources for the future. 32 p.

CASTRO, E. y BARRANTES, G. 1998. Valoración económico ecológico del recurso hídrico en la Cuenca Arenal: El agua un flujo permanente de ingreso. Informe Final de Proyecto Conservación y Desarrollo Arenal II etapa. San José, Costa Rica. 62 p.

CEÑA, F. y ORTIZ, D. 2000. El valor económico de los usos emergentes del agua. Una perspectiva institucionalista. En: Sexta Conferencia Internacional del Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua. Economía del Agua. Hacia una mejor gestión de los recursos hídricos. España. 22 de Noviembre al 1° de Diciembre del 2000. Edición Electrónica. 16 p.

CERDA, A. VÁSQUEZ, F. Y ORREGO, S. 1999. Diagnóstico de requerimientos de información económico ambiental como apoyo a los análisis generales de impacto económico y social de los planes de prevención y descontaminación y de las normas de calidad ambiental y de emisiones. Parte 1". Informe Final. Universidad de Talca. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 29 p.

CIFUENTES, L., PRIETO, J., Y ESCOBAR, J. 2000. Valuing mortality risk reductions at present and at advanced age: preliminary results from contingent valuation study in Chile. Industrial and Systems Engineering Department. Pontifical Catholic University of Chile. AREA: Valuation and cost-benefit analysis.

CLAUDE, M. y PIZARRO, R. 1996. Indicadores de sustentabilidad y contabilidad ambiental para el caso chileno. En sustentabilidad ambiental del Crecimiento

Económico Chileno. Osvaldo Sunkel (editor) Programa de Desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile. 245-284 p.

COLLADO, J. 2001. Reglamentación de sistemas de riego y desarrollo sustentable de los recursos hídricos. X Congreso Nacional de Irrigación. Simposio de Avances en la Reglamentación de Sistemas de Riego. Chihuahua, Chihuahua, México, 16-18 de Agosto 2000. 7 p.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), 1995. Mercados de derechos de agua: entorno legal (LC/R. 1485). Santiago de Chile.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 1996. Valoración económica de las funciones del medio ambiente. Apuntes metodológicos. Unidad de Economía Ambiental. Documento de Trabajo N° 1. Serie de Economía Ambiental. Santiago, Chile. 58 p.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 1999. Una política ambiental para el desarrollo sustentable. Santiago, Chile. 47 p.

CONESA, V. 1998. Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. Editorial Mundi-Prensa. 541 p.

CONSTANZA, R. y FARBER, S. 2002. Introduction to special issue on the dynamics and value of ecosystem services: integrating economic and ecological perspectives. Ecological Economics 41 (3) (2002): 367-373 p.

COROMINAS, J. 2000. El valor del agua en la agricultura. En: Sexta Conferencia Internacional del Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua. Economía del Agua. Hacia una mejor gestión de los recursos hídricos. España. 22 de Noviembre al 1° de Diciembre del 2000. Edición Electrónica. 30 p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), 1997. Ministerio de Agricultura de Chile. Environmental economics and its application to water catchments. CONAF - Department for International Development (DFID), Environmental Resources Management (ERM). 139 p.

DASGUPTA, P. y MALER, K. 1991. El ambiente y los nuevos temas del desarrollo. 23-46 p. Desarrollo y Medio Ambiente: Hacia un Enfoque Integrador. Corporación de Investigaciones Económicas para América Latinoamérica (CIEPLAN). 228 p.

DE LA MAZA, C. 1997. Beneficios monetarios en áreas silvestres protegidas: aplicación de los métodos de valoración contingente y costo viaje. Corporación Nacional Forestal. Chile. 22 p.

DEL RINCÓN, D., ARNAL, J., LATORRE, A. y SANS, A., 1995. Técnicas de investigación en ciencias sociales. Dykinson, Madrid, España. 427 p.

DE MIGUEL, A., 1998. Los recursos hídricos en el desarrollo sustentable chileno. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Programa de Desarrollo Sustentable. Universidad de Chile. 22 p.

DINAR, A., ROOSEGRAT, M., y MEINZEN-DICK, R. 1999. Water allocation mechanism – principles and examples. Banco Mundial. 45 p.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS. 1999. Política Nacional de Recursos Hídricos. Ministerio de Obras Públicas. República de Chile. 56 p.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, 2000. Departamento de Estudios y Planificación. S.I.T. N° 65. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile y Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Catastro y localización de usos públicos no extractivos o usos in situ del agua. 96 p.

DONOSO, G. 1994. Proyecto de Reforma al Código de Aguas: ¿Mejora la situación?. Panorama Económico de la Agricultura. 92: 4-11 p. Santiago de Chile. Universidad Católica. Departamento de Economía Agraria.

DONOSO, G. 1998. Análisis del mercado de aprovechamiento de las aguas. Panorama Económico de la Agricultura. 14-17 p.

DONOSO, G. y DISEGNI, N. Código de Aguas de 1981: Estudio de Caso. Departamento de Economía Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 73 p.

DOUROJEANNI, A. y JOURAVLEV, A. 1999. El Código de Aguas en Chile: Entre la Ideología y la Realidad. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Comisión Económica para Latinoamérica y Caribe (CEPAL). 84 p.

FARBER, S. y GRINER, B. 2000. Valuing watershed quality improvements using conjoint analysis. Ecological Economics Vol. 34 (1). 63-76 p.

FARBER, S., CONSTANZA., R. y MATTHEW, W. 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. Ecological Economics 41 (3) (2002): 375-392 p.

FAO, 2000. Applications of the contingent valuation method in developing countries. A survey. FAO Economic and Social Development Paper 146. 43 p.

FIELD, B. 1995. Economía Ambiental. Una Introducción. McGraw-Hill. Santa Fe de Bogota, Colombia. 587 p.

GARRIDO, A. 1997. Economics of water allocation and the feasibility of water markets in agriculture. OECD workshop on the sustainable management of water in agriculture. Paris. 33-56 p.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP. 2000. Agua para el Siglo XXI: De la Visión a la Acción. América del Sur. 81 p.

GROOT , R., MATTEW, W. y ROELOF, B. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3) (2002): 393-408 p.

GUJARATI, D. 1997. *Econometría Básica*. Tercera Edición. McGraw-Hill, Santa Fe de Bogota, Colombia. 824 p.

HEARNE, R. y EASTER K. 1997. The economic and financial gains from water markets in Chile. *Agricultural Economics* Vol. 15 (3). 187-199 p.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 1998. *Metodología de la investigación*. Segunda Edición. McGraw-Hill, México. 501 p.

HERRADOR, D. y DIMAS, L. 2000. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales. *Prisma* 41. Programa salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente. 16 p.

HORWITZ, J. y McCONNELL, K. 2002. A review of WTA/WTP Studies. *Journal of Environmental Economics and Management*. Volume 44, Issue 3, November 2002. 426-447 p.

HOWE, 1997. Recommended Steps for the Protecting Public Values Under Tradable Water Permit Systems: efficiency and equity considerations. Seminar on economics instruments for integrated water resources management: Privatization, water markets and tradable water rights. Proceedings, Washington, D.C. Banco Inter-americano de Desarrollo.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2002. Estadísticas regionales, provinciales y comunales. Chile [en línea] [<http://www.ine.cl>] [Noviembre, 2001].

IRANZO, J. 2000. El mercado del agua. En: Sexta Conferencia Internacional del Seminario Permanente Ciencia y Tecnología del Agua. Economía del Agua. Hacia una mejor gestión de los recursos hídricos. España. 22 de Noviembre al 1° de Diciembre del 2000. Edición Electrónica. 6 p.

JOHNSON, N. 1999. A community management of resources in Nicaragua. Impact of Future Research Estimated. Centro Interamericano de Agricultura Tropical (CIAT). [en línea] [<http://www.ciat.org>] [Octubre 2001].

KINNEAR, T. y TAYLOR, J. 1993. *Investigación de mercados*. Un enfoque aplicado. Cuarta Edición. McGraw-Hill. 811 p.

KOSS, P. y KHAWAJA, S. 2001. The value of water supply reliability in California. *Water plicy*. Vol 3 (2) (2001). 165-174 p.

LANNA, A. 2001. Economía dos recursos hídricos. Parte 1. Programa de pos-graduacao en recursos hídricos e saneamiento ambiental. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Río Grande Do Sul. 177 p.

LEE, T. y JOURAVLEV, A. 1998. Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua. Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 6. Comisión Económica para Latinoamérica y Caribe (CEPAL). 100 p.

MALEAR, K. 2000. Development, ecological resources and their management: A study of complex dynamic systems. *European Economic Review* Vol. 44 (4-6) 645-665 p.

MATTHEWS, O., BROOKSHIRE, D., CAMPANA, M. 2001 (Editores). The economic value of water: results of a workshop in Caracas, Venezuela, November 2000. Water Resources Program. The University of New Mexico. 19 p.

MATTHEW, W. y WILSON, HOWARTH, R. 2002. Discourse-based valuation of ecosystem services: establishing fair outcomes through group deliberation. *Ecological Economics* 41(3) (2002) 431-443 p.

MEJÍAS, R. y SEGURA, O. 2002. El pago de servicios ambientales en Centro América. Centro Internacional de Políticas Económicas para el Desarrollo Sostenible (CINPE). World Resources Institute. 94 p.

MERRET, S. 2002. Deconstructing households' willingness-to-pay for water low-income countries. *Water Policy*, Vol. 4 (2) (2002): 157-172 p.

MINISTERIO DE JUSTICIA, 1991. Código de Aguas. Duodécima Edición. Editorial Jurídica. 211 p.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP- Chile), 1994. Atlas ambiental de Chile. Subsecretaría de Obras públicas. Unidad Técnica de Medio Ambiente. 115 p.

MUÑOZ, D., OMEGNA, G., y SANTORO, A. 1997. Economic valuation of a protected wilderness area: the Soncor sector of the national reserve "Los flamencos". Case Study C. Environmental economics and its application to water catchments. Corporación Forestal (Chile) - Department for International Development (DFID), Environmental Resources Management (ERM). 139 p.

PARRA, O. 2001. Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. Definición de problemas y ámbito o examen general. En Curso de Postgrado "Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas", Cátedra UNESCO. Centro Universitario Internacional Europa-Latinoamérica de Investigación y formación en Ciencias Ambientales. 3-12 de Enero, 2001. Concepción, Chile.

PATTANAYAK, S. 2000. Ecosystem services from protected tropical watersheds [en línea] [<http://www.duke.edu/~subrendu/research2.htm>] [Octubre, 2001].

PÉREZ, C., BARZER, R., y HORLANT, P. 2001. *Pagos por servicios ambientales. Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central (PASOLAC)*. [en línea] [<http://www.sdnnic.org.ni/documentos/s.a.-agua/elementos02.htm>] [Marzo, 2002].

QUEVEDO, V., RÍOS, M. y LEAO, A. 1998. *Valoracao monetaria de bens e servicos ambientais: revisaro do estado-da-arte sob a óptica da gestao das aguas (sin editorial)*.

RANDALL, A. 1985. *Economía de los recursos naturales y política ambiental*. Editorial Limusa. México. 474 p.

RIERA, P. 1994. *Manual de valoración contingente. Instituto de Estudios Fiscales. España*. 112 p.

ROGERS, P., BATHIA, R. y HUBER, A., 1998. *Water as social and economic good: how to put the principle into practice*. Global Water Partnership. Technical Advisory Committee. Background Paper N°2. Stockholm, Sweden. 40 p.

ROSA, H., HERRADOR, D. y GONZÁLEZ, M. 1999. *Valoración y Pago por Servicios Ambientales: Las Experiencias de Costa Rica y El Salvador*. Fundación PRISMA, N°35. El Salvador.

ROSSI, M., 2000. *Midiendo el valor social de la calidad de los servicios públicos: el agua. Texto de discusión N°20. Centro de Estudios Económicos de la Regulación. Instituto de Economía, Universidad Argentina de la Empresa*. 28 p.

SALETH, R. y DINAR, A., 1999. *Water challenge and institutional response: a cross-country perspective*. Rural Development, Developmnet Research group, Rural Development Department, World Bank. 55 p.

SALKIND, N., 1998. *Métodos de investigación. Tercera Edición*. Prentice Hall. México. 380 p.

SAZ, S., PÉREZ y PÉREZ, L., BARREIRO, J. 1998. *Valoración contingente y espacios naturales. Revista Valencia d'Estudis Autonomicos, N°23*. 355-373 pp.

SENADO DE LA REPÚBLICA, 2000. *Informe de la Comisión de Constitución, Legislación, Justicia y Reglamento, recaído en el proyecto de ley de Honorable Cámara de Diputados que modifica el Código de Aguas*. Boletín N°876-09. 126 p.

TORRES, J. 1993. *Problemática forestal y medio ambiental en la Región de Coquimbo*. Fundación Friedrich Naumann. La Serena. 1993.

UNITED STATE DEPARMENT OF AGRICULTURE, 1998.

VALDOVINOS, C. 2001. *El caudal ecológico*. En Curso de Postgrado "Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas", Cátedra UNESCO. Centro Universitario

Internacional Europa-Latinoamérica de Investigación y formación en Ciencias Ambientales. 3-12 de Enero, 2001. Concepción, Chile.

Vásquez, F., Cerda, A., y Orrego, S. 1998. Evidencia empírica de dualidad en valoración contingente con formato binario. Documento de trabajo N° 1. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Departamento de Economía. 21 p.

VERGARA, A. 1998. Estatuto jurídico, tipología y problemas actuales de los derechos de aprovechamiento de aguas, en especial, de su legislación y catastro. Estudios Públicos 69. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 51 p.

WANG, H. y LALL, S., 2000. Valuing water for chinese industries: a marginal productivity assessment. Development Research Group. World Bank. 24 p.

WEBER, M. 2001. Markets for water rights under environmental constraints. Journal of Environmental Economics and Management. Vol 42, N° 1, July 1, 2001. pp 53-64.

ZEGARRA, E. 1999. Mercado de aguas y privatización de derechos: conceptos y evidencias sobre la experiencia chilena. Agua Riego (7) 14-18.

BIBLIOGRAFÍA ANEXOS

ÁLVAREZ, P., BERENGUELA, J. y OYARZÚN, R. 1999. Gestión de recursos hídricos en zonas áridas. Caso: Sistema Paloma. Agroeconómico (Fundación Chile) 53: 42-46 p.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 1991. Problemas ambientales de la Región de Coquimbo, IV Región. Secretaria Técnica y Administrativa. 40 p.

COMITÉ DE DEFENSA DE LA FLORA Y FAUNA (CODEFF) Y COMUNIDAD EUROPEA (CE), 1993. Perfil ambiental de la zona semidesértica de la IV Región. Chile. 173 p.

CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN (CORFO), 1998. Sector agropecuario nacional. Evolución reciente y proyecciones. Resultados de los Talleres de Planificación Estratégica Regional. 443 p.

GOBIERNO REGIONAL, REGIÓN DE COQUIMBO, 2000. Estrategia regional de desarrollo 2000-2006. 79 p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 1998. Atlas de Chile. Santiago, Chile.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 1997. VI Censo Agropecuario. Compendio estadístico.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 1998. Compendio estadístico.

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN, 2002. Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 1998. República de Chile. [en línea] [<http://www.mideplan.cl>] [Noviembre, 2001].

OFICINA DE POLÍTICAS AGRÍCOLAS (ODEPA), 2001. Estadísticas. Ministerio de Agricultura. [en línea] [<http://www.odepa.gob.cl>] [Noviembre, 2001].

RODRÍGUEZ, M. 1989. Geografía agrícola de Chile. Universitaria, Santiago, Chile. 317 p.

ANEXOS

INDICE ANEXOS

		<i>Páginas</i>
<i>ANEXO 1.</i>	<i>Cuenca del Río Limarí</i>	<i>145</i>
<i>ANEXO 2.</i>	<i>Métodos de Valoración Económica</i>	<i>154</i>
<i>ANEXO 3.</i>	<i>Fundamentos Teóricos de la Valoración Contingente</i>	<i>157</i>
<i>ANEXO 4.</i>	<i>Apoyo de la Entrevista con Expertos</i>	<i>161</i>
<i>ANEXO 5.</i>	<i>Encuesta</i>	<i>164</i>

ANEXO 1. CUENCA DEL RÍO LIMARÍ.

La Cuenca del Limarí es exorreica andina y ocupa una superficie de 11.927 Km², conformada por el Río Limarí, cauce principal, y sus tributarios los ríos Hurtado, Grande y Guatulame. Se ubica entre los 30° 15' y 31° 15' Lat. Sur, y 70° 15' y 71° 45' Long. Oeste, que corresponde al área central de la IV Región de Coquimbo de Chile (Figura 1), y cuyos límites naturales son: por el norte, la línea divisoria de las aguas que separan la Cuenca del Río Elqui; por el sur, la línea divisoria de las aguas que separan la Cuenca del Río Limarí con la Cuenca del Río Choapa; al este, con el límite internacional con Argentina; y al oeste, con la línea divisoria de aguas que comprende la cuenca andina Limarí de las cuencas costeras del interfluvio Elqui - Limarí y Limarí - Choapa. **Estos límites coinciden aproximadamente con los de la Provincia del Limarí** (Instituto Geográfico Militar, 1998).

Para la Cuenca del río Limarí, existen distintas zonificaciones que incluyen generalmente clima, relieve, geomorfología, etc., las cuales subdividen al territorio en zonas homogéneas (determinadas principalmente por el relieve y el clima). Así, las regiones naturales de Rodríguez (1989), como la clasificación de Comité de Defensa de Flora y Fauna - Comunidad Europea (1993) y Ministerio de Obras Públicas (1994) distinguen cuatro sectores comunes para toda la Cuenca:

- i) Sector Cordillera de los Andes.
- ii) Sector costero.
- iii) Sector de los valles regados.
- iv) Sector de los interfluvios (serranías).

Desde el punto de vista ambiental, el principal problema de la Región y de la Provincia es la desertificación, luego le siguen en importancia la contaminación del agua por metales pesados, la erosión, agotamiento de los recursos naturales y escasez de agua (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1991).

La Provincia del Limarí comprende cinco comunas, cuyas cabeceras comunales: Ovalle, Monte Patria, Serón, Punitaqui y Combarbalá, corresponden a los centros urbanos de mayor jerarquía, siendo la ciudad de Ovalle el centro urbano más importante y que constituye el polo de atracción de todos los pueblos de la provincia. Además esta provincia tiene una población de 156.856 habitantes, lo que corresponde al 27% de la Región y se observa en la Tabla 1.

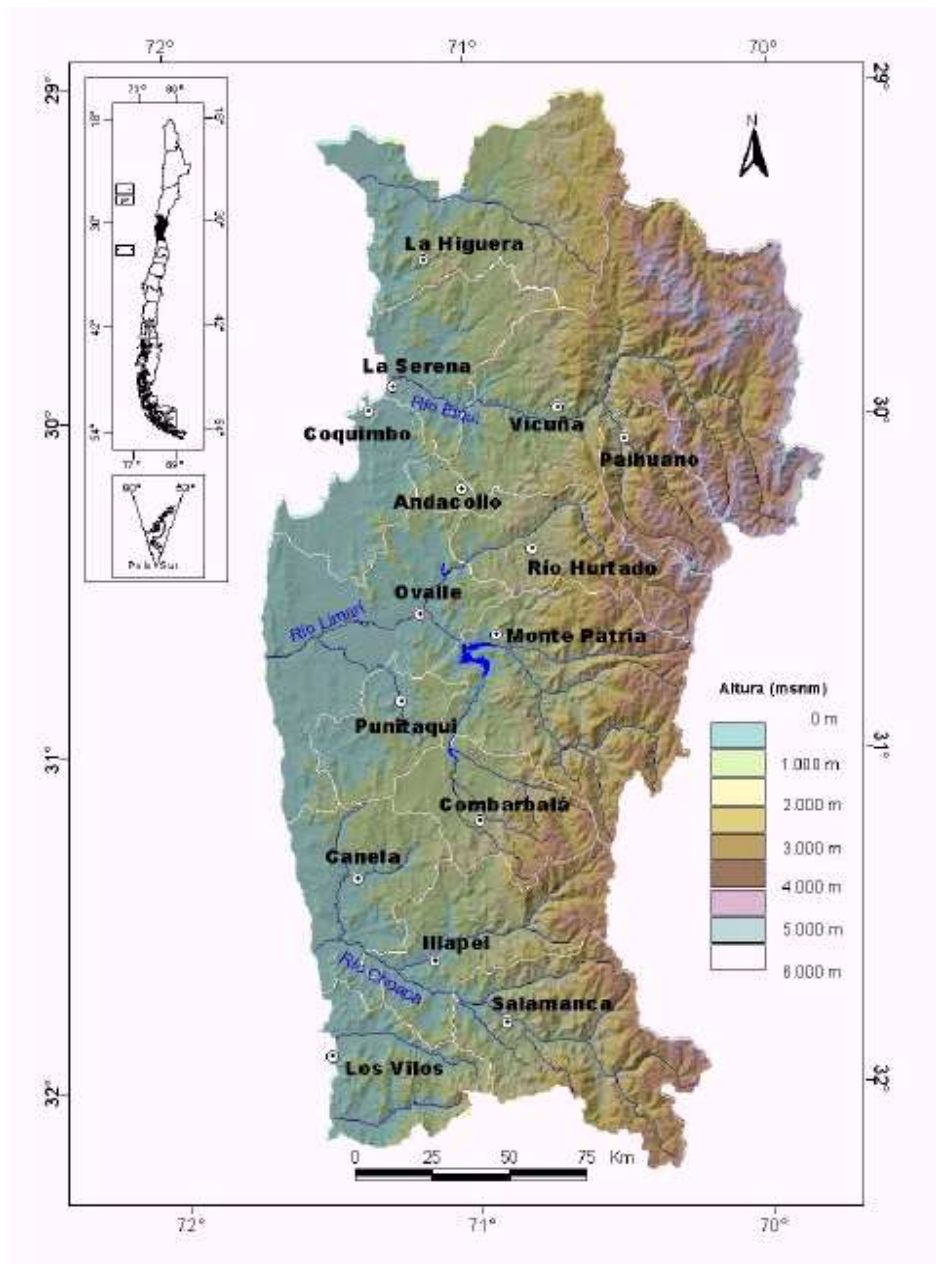


Figura 1. Mapa físico de la Cuarta Región de Coquimbo.

En cuanto a la economía de la Provincia, las principales actividades son la agricultura, los servicios y la minería, al igual que en el resto de la Región, donde estas tres actividades generan cerca del 60% del Producto Interno Bruto. En cuanto a la participación del sector agrícola en la Economía Provincial se estima que ésta llega a un valor cercano al 60%, el cual es superior al 20% Regional (Corporación de Fomento de la Producción, 1998).

Tabla 1. Distribución de la Población Proyectada al año 2000 de la Provincia del Limarí por comunas.

Provincia	Comunas	Superficie (Km ²)	Población (habitantes)
Limarí		13.553,2	156.856
	Ovalle	3.834,5	97.514

	Combarbalá	1.895,9	13.638
	Monte Patria	4.366,3	31.271
	Punitaqui	1.339,3	9.504
	Río Hurtado	2.117,2	4.929
Total Región		40.579,9	577.881

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 1998.

De acuerdo al VI Censo Agropecuario, la Provincia del Limarí cuenta con 107.608 ha de superficie cultivable, lo que corresponde a sólo 7,7% del total (1.397.763 ha), y del total de superficie cultivable sólo 51.325 ha cuentan con cierta seguridad de riego, la que se orienta principalmente a la exportación de uva de mesa, producción de primores y producción de uva pisquera como se observa en la Tabla 2 (Oficina de Políticas Agrícolas, 2001).

Tabla 2. Uso de suelos de cultivo en las explotaciones agropecuarias de la Provincia del Limarí (en hectáreas):

Comuna	Cultivos anuales y permanentes	Praderas sembradas permanentes y de rotación	En barbecho y descanso	Total
Ovalle	12.332,6	12.342,8	32.306,9	56.982,3
Río Hurtado	589,1	436,5	1.753,6	2.779,2
Monte Patria	6.363,3	570,6	10.251,8	17.185,7
Combarbalá	1.237,2	64,4	22.113,7	23.415,3
Punitaqui	1.456,9	289,2	5.499,6	7.245,7
Provincia	21.979,1	13.703,5	71.925,6	107.608,2

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (1997).

En cuanto a los aspectos sociales, es importante destacar, como se indica en la Tabla 3, que en general, la IV Región es una de las que poseen los niveles de pobreza por sobre el promedio nacional, en el año 1998, a un 25%, mientras que en el país era de un 21,7%.

Tabla 3. Número de indigentes, pobres no indigentes y no pobres en la IV Región de Coquimbo (Participación porcentual).

Nivel	1990	1992	1994	1996	1998
Región	%	%	%	%	%
Indigentes	15,8	9,8	9,0	8,1	6,2
Pobres no indigentes	29,7	28,6	23,2	22,4	18,8
No pobres	54,5	61,6	67,8	69,5	74,9
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
País					
Indigentes	12,9	8,8	7,6	5,8	5,6
Pobres no indigentes	25,7	23,8	20,0	17,5	16,1
No pobres	61,4	67,4	72,5	76,8	78,3
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Ministerio de Planificación, 2001.

En lo que respecta a los ingresos medios de la población se observa en la Tabla 4, que son inferiores al promedio del país, pero en los últimos años esa brecha ha tendido a disminuir:

Tabla 4. Ingreso medio real período 1990-1997 (Pesos Octubre 1997)

	1990	1993	1997	Var 97/90
Ingreso Medio Región	99.683	135.656	194.366	94,98%
Ingreso Medio País	175.199	205.280	258.009	47,27%
Diferencia real respecto al País	-42,78%	-33,92%	-24,67%	

Fuente: Gobierno Regional de Coquimbo, 2000.

Con relación a la gestión del agua en la Cuenca del río Limarí, se señala que la agricultura, principal actividad económica del Cuenca, tiene una demanda actual bruta de 790.840 millones de m³/año, y su demanda neta es de 274.402 millones de m³/año. Además, estima que los cambios hacia una mayor eficiencia de los sistemas de riego de frutales y viñas pisqueras permiten estimar como demandas futuras brutas: 647.601 millones m³/año y neta similar a la actual.

Respecto de las demandas de agua potable, se estima que de acuerdo a la información del Censo de 1992 y su proyección para 1997, del total de la población para 1997 (78.413 habitantes) la cobertura era de un 97,33% lo que se estima en una demanda bruta de 163,38 L/s y una demanda neta de 114,8 L/s. En cuanto a la demanda para la producción de energía eléctrica se utilizan 1,2 m³/s, que corresponde al funcionamiento de la Central Los Molles perteneciente a Endesa.

En el caso de las demandas industriales, actualmente se estima una demanda bruta de 74.760 m³/mes y neta de 53.400 m³/mes. Para el caso de la minería los derechos otorgados corresponden a 460 L/s (Arrau, 1996).

En cuanto a las proyecciones de la demanda del año 1993 para el 2017 que se observan en la Figura 2, se estima que va haber un aumento de todos los usos consuntivos, excepto, del principal uso que es la agricultura, debido a un importante aumento de la eficiencia de los sistemas de riego provocado por su tecnificación (goteo y aspersión).

El uso industrial, que es despreciable, está vinculado a la agricultura y pese a un incremento acumulado de más del 5000 % en el periodo proyectado, se mantendrá como el menor demandante. Por otro lado el uso con fines energéticos experimenta un incremento de más del 700 %, siendo el cambio más relevante.

La disponibilidad actual de agua por habitante casi alcanza los 1500 m³, pero dado el amplio uso agrícola, en general consuntivo, la oferta proporcionada por el río Limarí es insuficiente y el desarrollo futuro de la Región puede estar condicionada a la construcción de embalses de regulación.



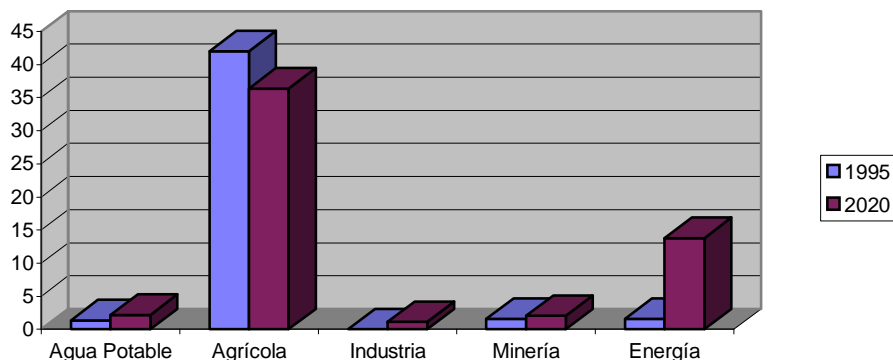


Figura 2. Proyección de la demanda de agua. Período 1993-2017 (m³/s) (Dirección General de Aguas, 1999).

Otro aspecto muy relevante respecto de la gestión del agua en la Cuenca del río Limarí, es que como lo demuestra el trabajo de Alfaro y Honores (2001), la cuenca debiera declararse agotada, ya que el agua existente incluso no alcanza a cubrir las demandas de todos los derechos de agua otorgados, lo que se logra sólo por las recuperaciones producto debido a las pérdidas por conducción e ineficiencia de los distintos usos. Además, se debe agregar que estos derechos se entregaron sin considerar un caudal mínimo ecológico que permita incluir consideraciones ambientales en la gestión de este importante recurso.

La principal actividad económica de esta Cuenca (Provincia del Limarí) es la agricultura, la que ha tenido un notable desarrollo gracias a la construcción de una importante infraestructura de distribución del agua que forma el Sistema Interconectado Paloma, que está compuesto por los embalses Paloma, Recoleta y Cogotí, y los ríos Grande, Guatulame, Cogotí, Hurtado y Limarí, cada uno con sus respectivas redes de canales.

La gestión del Sistema Paloma que permite regar unas 50.000 ha, está en gran parte en manos de las nueve Organizaciones de Regantes, formadas por propietarios de derechos de aprovechamiento de agua. Para esto se cuenta con una seguridad de riego del 85% y el Sistema Paloma logra almacenar un millón de metros cúbicos, entre sus tres embalses. Estas Organizaciones de Regantes están constituidas tanto por Asociaciones de Canalistas que reúnen a aquellos propietarios de Derechos de aprovechamiento que se organizan para distribuir el agua directamente a los usuarios, así como por Juntas de Vigilancia, que agrupan a los propietarios de derechos de aprovechamiento a nivel de comunidades de aguas. El agua es distribuida desde la fuente a cada regante o comunidad en función de los derechos que estos posean, registrándose la entrega en la asociación respectiva (Tabla 5).

La entrega de agua en la bocatoma de los canales está a cargo del celador, designado por el directorio de la Junta de Vigilancia respectiva. Respecto a los mecanismos de aforo, en el sistema Paloma se utilizan aforadores de escurrimiento crítico tanto a nivel predial como de bocatomas; sin embargo las mediciones son discretas, además de existir la imposibilidad de controlar dichos valores en forma permanente.

Las Organizaciones vinculadas operacionalmente a través de la Junta de Vigilancia del Sistema Paloma corresponden a nueve y operan en forma coordinada manteniendo la integridad y equilibrio del sistema; sin embargo, internamente cada una de ellas cuenta con sus propios estatutos:

- Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta
- Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí
- Asociación de Canalistas del Canal Punitaqui
- Asociación de Canalistas del Canal Camarico
- Asociación de Canalistas del Canal Semita – Palqui
- Junta de Vigilancia del Río Limarí y sus Afluentes
- Junta de Vigilancia del Río Guatulame
- Junta de Vigilancia del Río Hurtado
- Junta de Vigilancia del Río Cogotí

Los recursos embalsados por el Sistema se distribuyen en conformidad al proyecto original considerando como base para la máxima dotación a entregar con 85% de Seguridad de Riego.

Según el modelo operacional, la dotación anual del sistema no debería superar los 320 millones de m³/año para asegurar un 85% de seguridad de riego considerando un máximo de entrega individual por embalse como se señala en el listado:

Embalse Cogotí	40 Millones de m ³ /año
Embalse Recoleta	40 Millones de m ³ /año
Embalse La Paloma	240 Millones de m ³ /año

Tabla 5. Máxima asignación anual de los recursos embalsados, superficie y número de acciones correspondientes a cada organización que usa recursos embalsados.

Organización	Asignación anual millones de m ³	%	Superficie (ha)	Acciones
A.C.E. Recoleta	115,168	35,99	15.000	22.589
A.C.E. Cogotí	100,160	31,30	12.000	12.000
J.V.R. Limarí	55,936	17,48	8.383	8.383
A.C.C. Camarico	30,624	9,57	4.500	5.500
J.V.R. Guatulame	9,472	2,96	953	953
A.C.C. Punitaqui	8,640	2,70	1.000	1.000
Total	320.000	100	41.836	

* J.V.R. (Junta de Vigilancia del Río), A.C.E (Asociación de Canalistas del Embalse), A.C.C (Asociación de Canalistas del Canal).
Fuente: Álvarez et al (1999).

La máxima dotación se entrega si el recurso embalsado al inicio de la temporada agrícola se encuentra entre 1000 y 500 millones de m³, quedando la zona sobre embalse liberada de tributar.

Por otra parte, si los recursos embalsados al inicio de la temporada son inferiores a los 500 millones de m³, entonces se distribuye el 50% de los recursos hasta evaluar el resultado de la temporada de lluvias.

Un punto importante a destacar es que históricamente, estas organizaciones han limitado su accionar sólo a la distribución del recurso hídrico sobre la base del derecho, y a la ejecución de mejoras extraprediales puntuales, es decir, a nivel de canales y bocatomas, en desmedro de aprovechar sus ventajas organizacionales para generar acciones concertadas y coherentes, que permitan promover la incorporación de innovaciones tecnológicas a nivel predial y mejorar directamente la competitividad de las empresas agrícolas (Álvarez *et al* 1999).

HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO LIMARÍ

El cauce principal de esta cuenca es el río Grande, el cual cambia de nombre a río Limarí en el punto en que recibe el aporte del río Hurtado, unos pocos kilómetros aguas arriba de la ciudad de Ovalle. El río Grande nace en la Cordillera de Los Andes y recibe una serie de afluentes de importancia, entre los cuales cabe mencionar, el río Rapel (con sus afluentes los ríos Palomo y Los Molles), el río Mostazal (con sus afluentes los ríos San De Miguel y Tulahuencito) y el río Huatulame (con sus afluentes los ríos Combarbalá, Pama y Cogotí) (Figura 3).

Los caudales de los ríos Hurtado, Cogotí y Grande están regulados por los embalses Recoleta, Cogotí y Paloma, con capacidades de 100, 150 y 750 millones de m³, respectivamente. Estos embalses interconectados entre sí más una basta red de canales conforman el denominado Sistema Paloma.

Río Limarí. Los ríos Grande y Hurtado se juntan aproximadamente a 4 km aguas arriba de la ciudad de Ovalle en Puntilla de Peñones. A partir de este punto, el río toma el nombre de Limarí, el que luego de recorrer aproximadamente 60 km desemboca en el Océano Pacífico en la localidad denominada Punta Limarí.

El río Limarí tiene pocos afluentes y de escasos recursos hidrográficos, en razón de las bajas alturas de sus hoyas. Por la ribera norte, recibe los esteros El Ingenio y La Placa. Por la ribera sur, en la zona de Salala, a la altura de la Ruta 5 recibe al estero Punitaqui.

En los primeros 44 km el río Limarí escurre por una amplia caja de 2 o más km de ancho, en este tramo se desarrollan terrazas de origen aluvial, conocidas como Llanos Norte y Llanos Sur. Aguas abajo del puente carretero en la Ruta 5, el cauce del río se estrecha, cortando el macizo costero y entregando sus aguas al Océano Pacífico mediante un cauce de unos 500 m de ancho.

Río Hurtado. Este río nace en la Cordillera de Los Andes en el sector de los pasos fronterizos El Viento Norte o Miranda y El Viento Sur. La longitud total del río es de aproximadamente es de 125 km. En su primera mitad escurre con orientación de nor-oeste, hasta la localidad de Río Hurtado. A partir de este punto su rumbo se orienta hacia el sur-oeste hasta su confluencia con el río Grande en la Puntilla de Peñones. En su curso inferior está emplazado el embalse Recoleta.

Sus afluentes, en su mayoría, son quebradas de escaso caudal, las que se distribuyen a lo largo de su cauce. Dentro de los cuales, los más significativos son: las quebradas Venado y San Agustín en su curso superior; las quebradas Chape, Pichasca, Minilla y Cachaco en su curso medio; la quebrada Higuierilla, que cae directamente al embalse Recoleta y la quebrada Villaseca son los únicos de importancia en su curso inferior.

Río Grande. Este río nace en la alta cordillera andina. Tiene una longitud aproximada de 115 km hasta su confluencia con el río Hurtado. Su orientación general es hacia el nor-oeste. En la confluencia del río Huatulame con el río Grande, está emplazado el embalse Paloma.

Los principales cauces tributarios del río Grande son: en su curso superior desembocan los ríos Carachas, Torca, Tascadero y Turbio. Más abajo afluyen los ríos Mostazal, Rapel, Ponio y el río Huatulame. Aguas abajo del embalse Paloma, el río Grande tiene como afluente principal la Quebrada Seca, que prácticamente trae caudales sólo en las épocas de lluvia.

Río Mostazal. El río Mostazal nace en la alta cordillera andina, en las cercanías del paso fronterizo El Portillo. Escurre con una orientación general sur-oeste hasta confluir con el río Grande frente a la localidad de Carén.

En su desarrollo, de aproximadamente 50 km recibe la afluencia de numerosas quebradas de fuerte pendiente y corto desarrollo. Por la ribera derecha descargan las quebradas Mollaquita, El Maitén, Rapelcillo, Agua Amarilla y Colliguay. Por la ribera izquierda, desembocan las quebradas Panguecillo, Sasso, El Maquí, Pampa Grande y Los Palquís.

Los ríos San Miguel y Tulahuencito, que afluyen por la ribera izquierda son los tributarios más importantes, tanto por su extensión, como por los caudales aportantes.

Río Rapel. Este río recibe la afluencia, por la ribera derecha, de las quebradas Del Buitre, Cabrería, El Rincón, El Bato, El Maquí y el río Tomes. La quebrada Ñipas es la única quebrada significativa que cae por la ribera izquierda. En el río Los Molles se encuentra emplazada la Central Hidroeléctrica de Los Molles, la que tiene una capacidad de generación de 20.000 kw/h.

Río Cogotí. Este río se origina en el cordón de cerros andinos denominados de Los Españoles, a los pies del cerro Curamávida. El río Cogotí escurre con orientación general nor-oeste hasta confluir con el río Pama y formar el río Huatulame. En dicha confluencia está emplazado el embalse Cogotí.

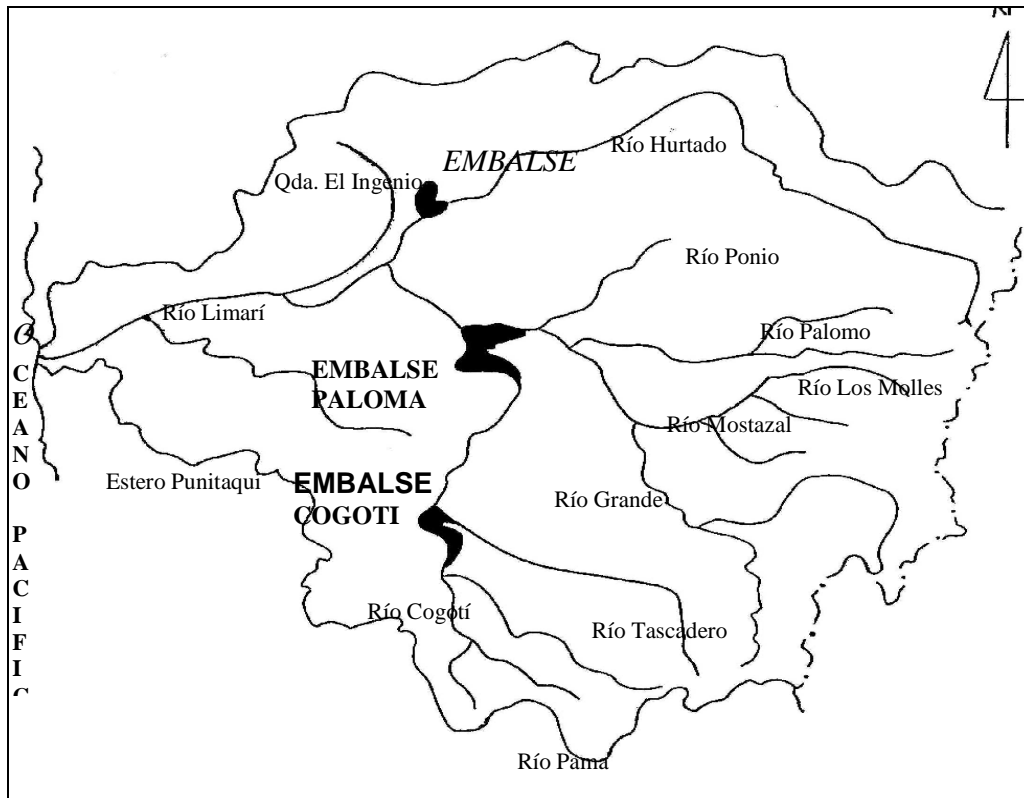


Figura 3.

Representación esquemática de la Cuenca del río Limarí.

A lo largo de su desarrollo el río Cogotí recibe la afluencia de esteros y quebradas de escaso caudal. Por la ribera derecha afluyen el estero Andacollito, las quebradas Del Morado y Las Tres Quebradas; por la ribera izquierda el estero Los Pingos, el estero Chepica, las quebradas Tenca y Los Sapos.

Río Pama. Este se origina con el nombre de Estero Valle Hermoso, en el cordón de cerros pre-andinos conocidos como Cordillera Fredes. Dicho cordón separa en esta parte la cuenca del río Limarí de la del río Choapa.

El río Pama escurre con orientación general nor-oeste, hasta confluir con el río Cogotí y formar el río Huatulame, en la zona de la confluencia está emplazado el embalse Cogotí. El principal afluente del río Pama es el río Combarbalá, que proviene del sur-este y desemboca por la ribera derecha.

Río Huatulame. Este río se forma de la confluencia de los ríos Cogotí que proviene del sur-este y del río Pama que viene del sur. Ambos ríos con sus afluentes drenan la parte sur-oriental de la cuenca del río Limarí.

Aguas abajo del embalse Cogotí, el río Huatulame escurre con orientación general sur-norte hasta desembocar en el embalse Paloma. A lo largo de su desarrollo desembocan en el río Huatulame varias quebradas de curso intermitente, que aportan recursos en épocas de lluvia. Las más significativas son las quebradas La Coipa y Cárcamo (Ministerio de Obras Públicas, 1992).

ANEXO II. MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA

Los principales métodos de valoración económica se pueden agrupar en: métodos de valoración a precios de mercado, métodos de mercados sustitutos, métodos de preferencias expresadas y los métodos basados en los costos.

Valoración utilizando los precios de mercado

Los métodos de valoración más sencillos son aquellos que se basan en los precios de mercado. Muchos de los bienes y servicios proveídos por la agricultura son comercializados (madera, leña, carne, pescado, minerales, productos agrícolas) ya sea en mercados locales o internacionales. Así, los precios del mercado pueden ser usados para construir cuentas financieras para comparar costos y beneficios de las alternativas del uso de la tierra. Los precios son obtenidos en el mercado a través de la interacción entre los consumidores y productores sobre la demanda y oferta de los bienes y servicios. Cuando se utilizan los precios de mercado en una valoración financiera es importante determinar el mercado apropiado.

Método de Mercados Sustitutos

Un segundo grupo de métodos se basa sobre el hecho de que algunos beneficios de los servicios ambientales pueden ser reflejados indirectamente en el gasto del consumidor, en los precios de mercado de bienes y servicios, o en el nivel de productividad de algunas actividades del mercado. Estos métodos se basan en sofisticadas técnicas estadísticas, tales como los modelos de precios hedónicos y el costo viaje, así como en técnicas más sencillas como el método de los bienes sustitutos. La base teórica para todos estos enfoques es la función de producción de los hogares, los cuales describen como los consumidores intentan maximizar su bienestar mediante el reparto del tiempo y recursos para diferentes actividades.

Método del Costo de Viaje

El método del costo de viaje está basado en el supuesto que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al recurso, incluyendo todos los costos directos del transporte, así como también todos los costos de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio (por ejemplo, ingresos perdidos). Este método basado en encuestas ha sido extensivamente, especialmente en países desarrollados, con la finalidad de estimar los servicios ambientales proveídos por los sitios de recreación (por ejemplo, reservas naturales, playas y agropaisaje).

Modelos Hedónicos

El método de los precios hedónicos intenta asilar la fuente de influencia específica de un servicio ambiental sobre el precio de mercado de un bien o servicio. Las aplicaciones más comunes de este método se centran en el valor de la propiedad y los salarios diferenciales, los cuales son utilizados para valorar los bienes y servicios ambientales. La aplicación de este enfoque al valor de las propiedades incluye la observación de diferencias sistemáticas en el valor de la propiedad entre ubicaciones y asilar el efecto de la calidad ambiental sobre estos valores. El valor de mercado de una propiedad residencial, o ejemplo, está afectada por muchas variables incluyendo su tamaño, ubicación, materiales de construcción y también calidad del medio ambiente que le rodea.

Métodos de Bienes Sustitutos

Para aquellos servicios ambientales que no tienen mercado o que son utilizados directamente (por ejemplo, leña), el valor puede ser un aproximado del precio de mercado de bienes similares (por ejemplo, la leña vendida en otras áreas) o el valor de la mejor alternativa o bien sustituto (por ejemplo, carbón vegetal). El alcance para el cual el valor del bien de mercado alternativo refleja el valor del bien ambiental en cuestión depende del grado de similitud o sustitución entre ellos.

Métodos Basados en la Función de Producción

Un tercer tipo de método de valoración económica es el enfoque de la función de producción (también llamada dosis respuesta, o método insumo-producto). Este método relaciona el bienestar de las personas con un cambio medible en la calidad o cantidad de un recurso natural. El enfoque de la función de producción puede ser utilizado para estimar el valor de uso indirecto de los servicios ambientales, a través de su contribución a las actividades de mercado.

Métodos Basados en las Preferencias Expresadas

Valoración Contingente

El método de valoración contingente obtiene expresiones de valor por parte de las personas entrevistadas por aumentos o disminuciones específicas en la cantidad o calidad de un servicio ambiental. La mayoría de estudios utilizan información de entrevistas realizadas a través de encuestas. Las estimaciones del valor económico obtenidas por este método son "contingentes", porque los valores estimados son derivados de una situación hipotética, que es presentada por los investigadores a los entrevistados. Todos los enfoque basados en precios de mercado, mercados sustitutos y funciones de producción descansan sobre el uso de precios de mercado (preferencias reveladas) para estimar el valor económico de los servicios ambientales.

Una alternativa consiste en preguntar directamente a los consumidores que establezcan sus preferencias (expresadas) en términos de mercado o pago hipotético. En este enfoque la información basada sobre el valor de un servicio ambiental se obtiene por medio de preguntas directas a los consumidores sobre su disponibilidad a pagar por medio de entrevistas.

Métodos de valoración Basados en Costos

Los enfoques basados en costos sirven para dar alguna luz sobre los costos de mantener los servicios ambientales. Hay tres métodos alternativos que se basan en los costos de proveer, mantener y restaurar los bienes y servicios ambientales.

Método del costo de reemplazo, el cual mide los beneficios mediante la estimación de los costos de reproducir los niveles originales de beneficio.

Método de los gastos preventivos, el cual estima los costos de prevención o de defensa en contra de la degradación de los servicios ambientales.

Método del costo de oportunidad, el cual utiliza costos de producción como una aproximación rudimentaria del valor de los servicios ambientales.

Las técnicas basadas en los costos son utilizadas cuando existe una limitación de tiempo y recursos para una estimación rigurosa del valor de los servicios ambientales. Tales técnicas deben ser utilizadas con mucho cuidado, con particular atención para asegurar que los beneficios y costos de los servicios ambientales no sean confundidos.

ANEXO III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA VALORACIÓN CONTINGENTE

Variación Equivalente y Variación Compensatoria

El objetivo de la valoración contingente de bienes de no mercado es, a menudo, encontrar el valor de la variación compensatoria o variación equivalente asociada a un cambio en la provisión del bien público. Tales variaciones se expresan en unidades monetarias. Una forma intuitiva de entender la diferencia entre ambas variaciones en este contexto, es preguntándose por si el cambio en la provisión del bien público implica un cambio en el nivel de bienestar por la provisión del bien, o es un cambio potencial. La Tabla 1 presenta una tipología de medidas de bienestar de acuerdo con este criterio.

Tabla 1. Relación entre tipo de cambio, disposición a pagar (DAP) o a ser compensado (DAA) y medida del bienestar.

Cambio en la provisión del bien	Signo del cambio propuesto	DAP o DAA	Medida del bienestar
Que acontezca	Mejora en bienestar	DAP por la mejora	CV ¹
Que acontezca	Pérdida de bienestar	DAA por el empeoramiento	CV
Que no acontezca	Mejora en bienestar	DAA por renunciar a la mejora	EV ²
Que no acontezca	Pérdida de bienestar	DAP para evitar el empeoramiento	EV

CV¹: variación compensatoria

EV²: variación equivalente

DAP = WTP

DAA = WTA

Fuente: Riera (1994)

La variación compensatoria ("compensating variation" o CV) corresponde a cambios que se realizan: se cambia de cantidad de bien público, pero de nivel de utilidad (Figura 1).

La variación equivalente ("equivalent variation" o EV) contempla cambios potenciales, de la situación actual a una nueva: cambiamos de nivel de utilidad, pero de cantidad de bien público.

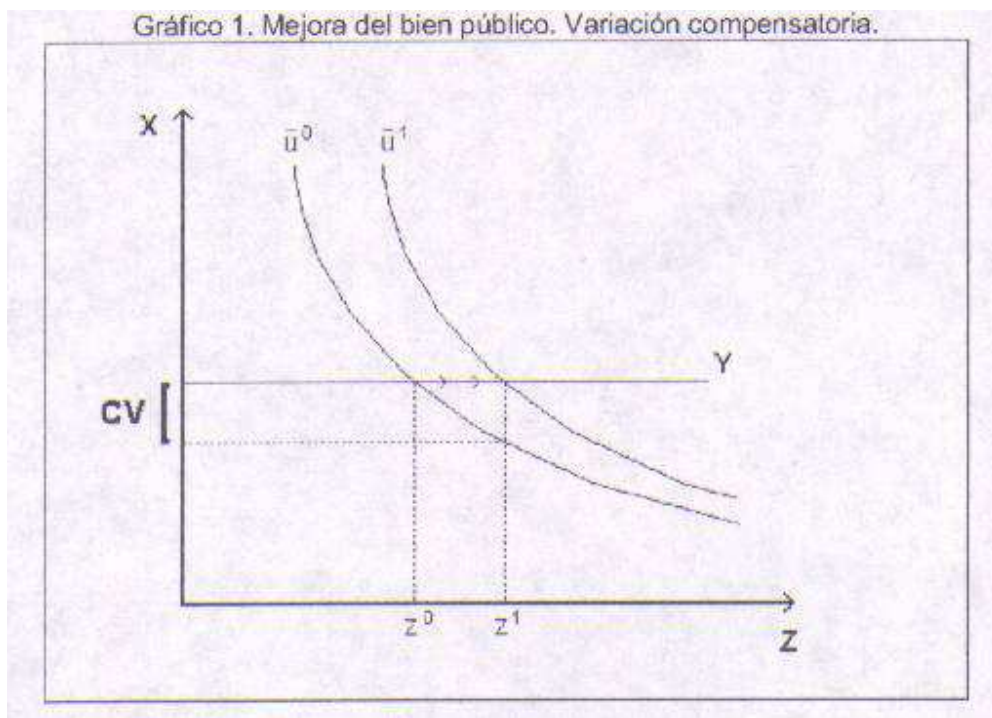


Figura 1. Mejora del bien público. Variación compensatoria

Se parte del paso de la situación inicial (0) con Z^0 , a la situación (1) con Z^1 , donde se provee una mayor cantidad del bien público (o mejora ambiental de Z^0 a Z^1), y se plantea un pago que devuelva al bienestar original en U^0 , pero con provisión de Z^1 . La CV es la cantidad monetaria que deja indiferente entre disfrutar del bien público Z^1 pagando justamente esta cantidad monetaria para obtenerlo, o quedarse en Z^0 sin pagar.

Gráficamente, si se pagara CV por el bien público y se diera, se volvería al nivel de utilidad U^0 , pero disfrutando de las Z^1 unidades del bien público. Si se pagara más, se situaría en una curva de indiferencia de utilidad inferior a U^0 , por lo que no se estaría interesado en ello. Sí, en cambio, se estaría interesado en pagar menos que CV, dado que se ubicaría en una curva de indiferencia de utilidad por encima de U^0 , y como máximo se llegaría a pagar CV, dado que si se pagara más se estaría peor que sin la mejora del bien público. Es decir, corresponde a la variación en renta compensatoria por mantenerse en U^0 a pesar de obtener Z^1 .

$$\text{En términos de utilidad } U^0 = V^0(p_x, Y - CV, Z^1) = (V^0(p_x, Y, Z^0))$$

La Figura 2 muestra la Cv cuando el paso de Z^0 a Z^1 significa una disminución en la provisión del bien público (un empeoramiento ambiental). Dado que es un empeoramiento del bien público, CV corresponde a una compensación monetaria por este empeoramiento. En particular, CV representa la mínima cantidad de renta que compensa en términos de utilidad el que efectivamente se provea menos bien.

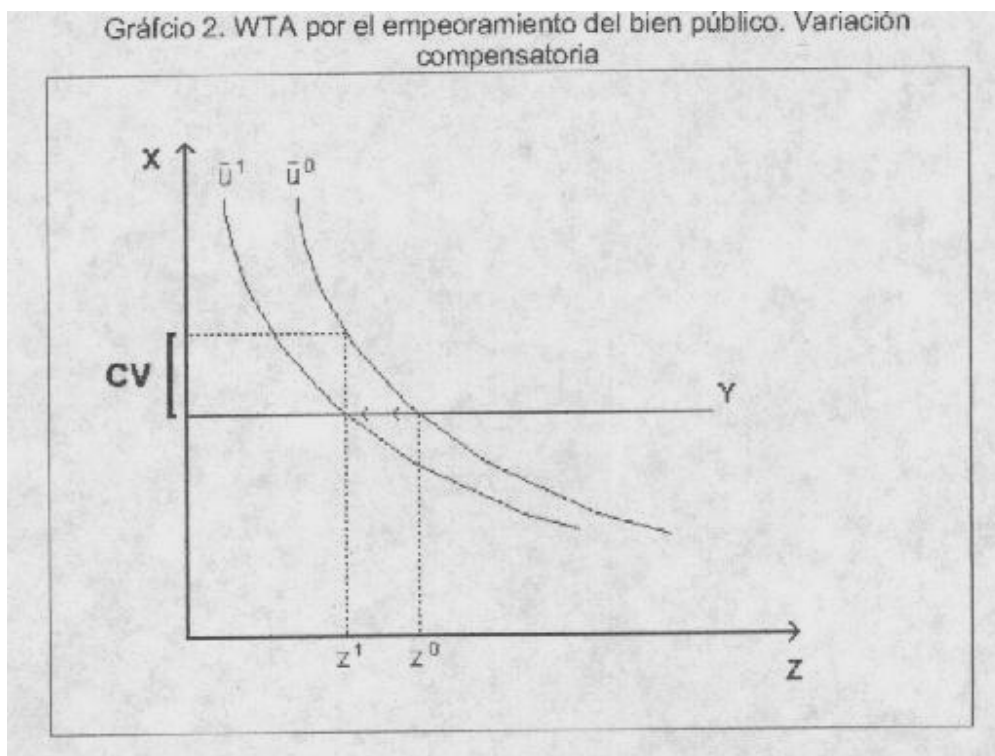


Figura 2. WTA (DAA) por el empeoramiento del bien público. Variación Compensatoria.

La Figura 3 muestra el concepto de EV con mejora ambiental. A diferencia de los casos anteriores, aquí se sitúa en cambios en la provisión del bien público que llegan a concretarse. Es decir, se parte de la situación original Z^0 de provisión del bien público y se pregunta por cambios potenciales a Z^1 , lo que sí va cambiar, por el contrario, es el nivel de utilidad.

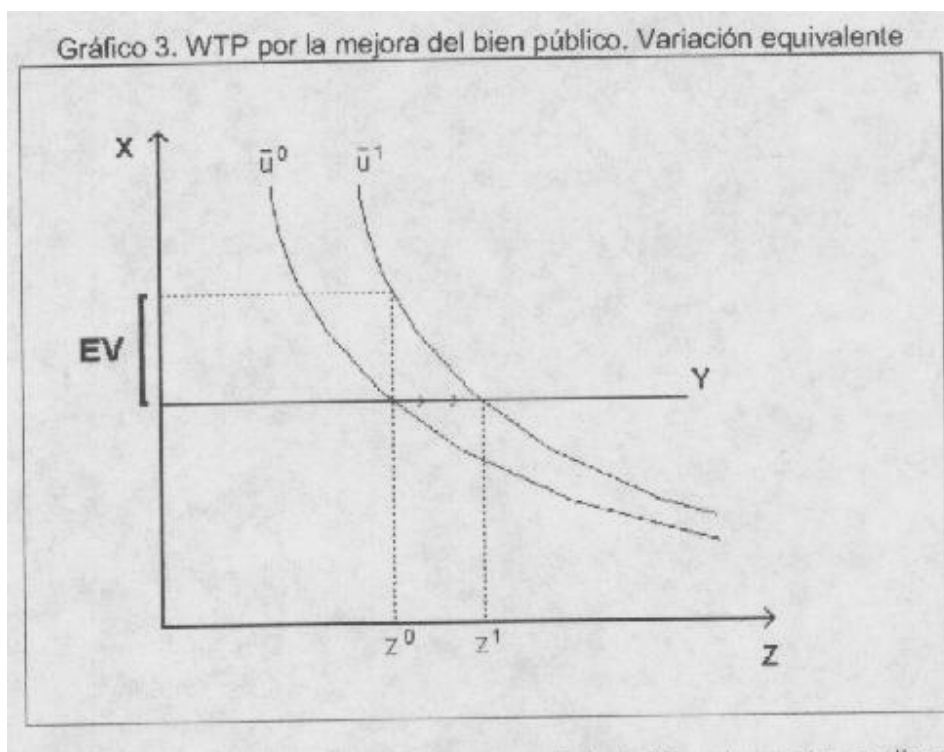


Figura 3. WTP (DAP) por la mejora del bien público. Variación equivalente.

La EV es la cantidad de dinero que deja indiferente entre realizar el cambio Z^0 a Z^1 o no realizarlo, pero recibir justamente esta cantidad de dinero. Gráficamente, se ve como en ambos casos el nivel de utilidad es el mismo, U^1 . Así, la EV en este contexto corresponde a la mínima WTA.

En términos de utilidad $U^1 = V^1(p_x, Y + EV, Z^0) = V^1(p_x, Y, Z^1)$

ANEXO IV. APOYO DE LA ENTREVISTA CON EXPERTOS

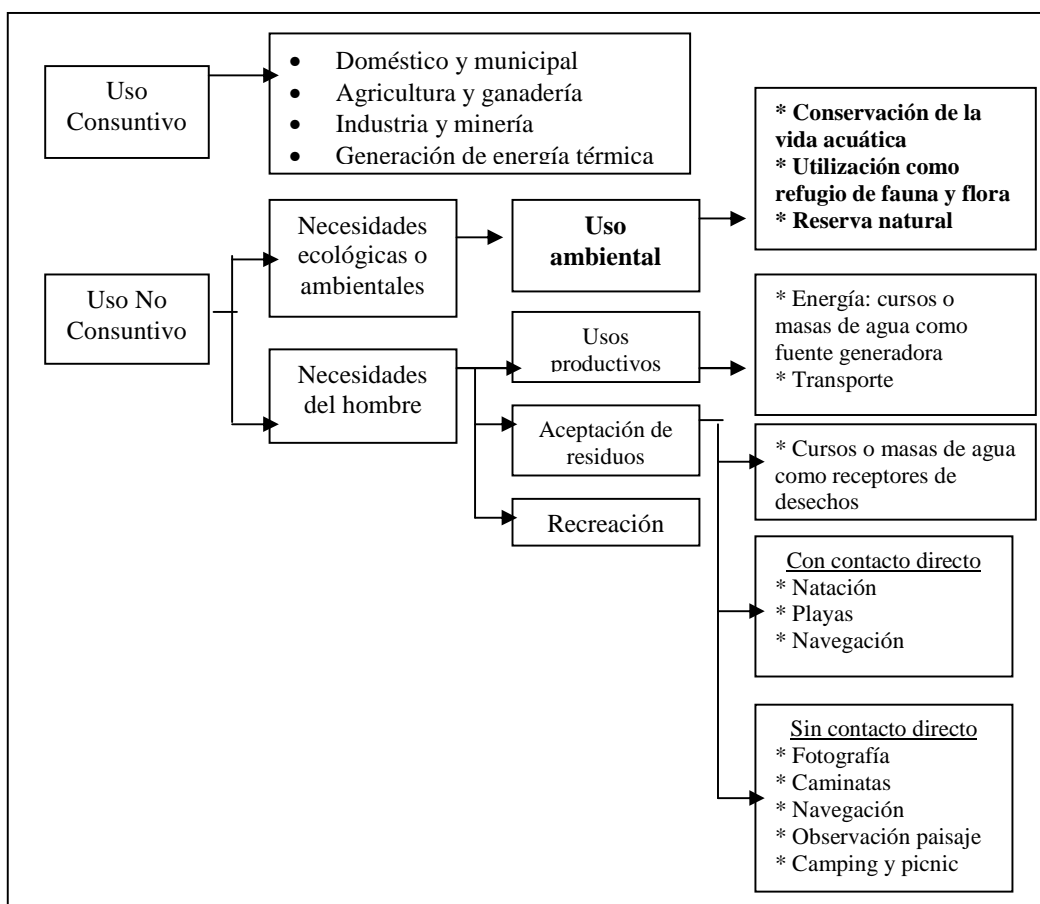
Definiciones de servicios ambientales del agua

Los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del ambiente. Desde el punto de vista económico debieran ser considerados como externalidades positivas de actividades, tales como la protección y el mantenimiento de áreas naturales (Rosa *et al*, 2000).

Desde el punto de vista económico cuando se refiere a la multifuncionalidad de un recurso se utiliza el marco teórico del valor económico total; por esto se habla de “usos”. Además, dentro de éste se señala que el valor de uso indirecto se refiere a las funciones y servicios ambientales (Mejías y Segura, 2002).

De acuerdo al United State Department of Agriculture (1998), el uso ambiental del agua se refiere a la conservación de la vida acuática, utilización de refugio de flora y fauna, y reserva natural, los cuales se enmarcan dentro de las necesidades ecológicas y ambientales:

Catastro de identificación de distintos usos o servicios del agua



Los componentes principales de la Matriz Batelle-Columbus son:

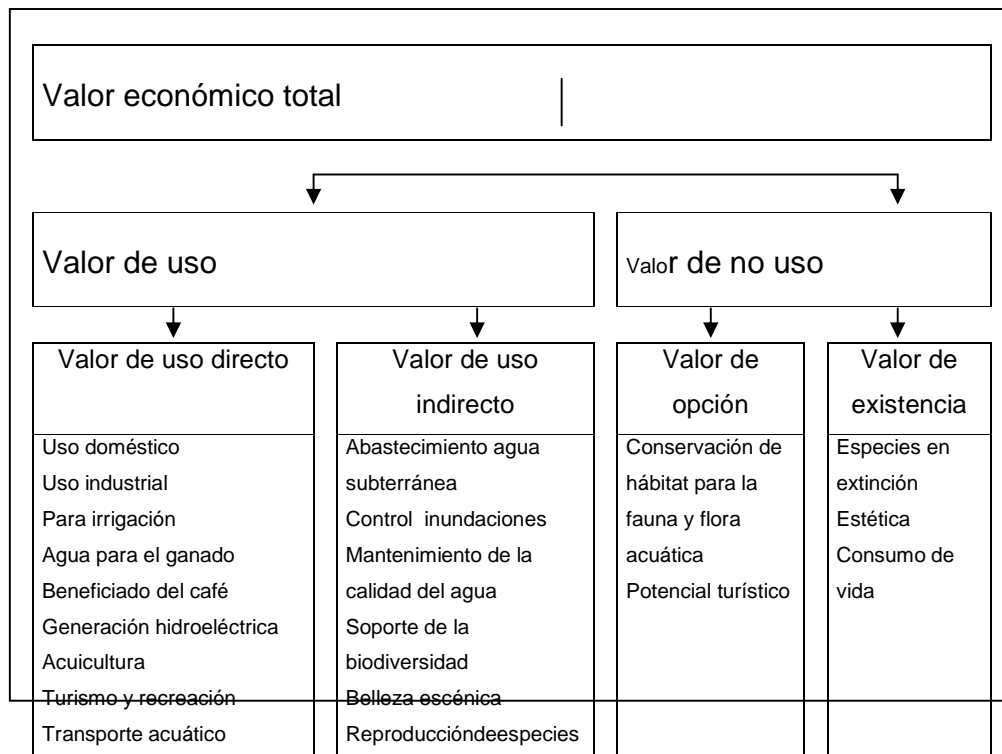
- Ecología
 - Especies y poblaciones terrestres
 - hábitat y comunidades

- Ecosistemas
- Contaminación ambiental
 - Contaminación del agua
 - Contaminación atmosférica
 - Contaminación del suelo
 - Contaminación por ruido
- Aspectos estéticos
 - Suelo
 - Aire
 - Agua
 - Biota
 - Objetos artesanales
 - Composición
- Aspectos de interés humano
 - Valores educacionales y científicos
 - Valores artísticos
 - Culturas
 - Sensaciones
 - Estilos de vida (Conesa, 1998)

Para Braga (2000), la conservación de la función y de los servicios de los ecosistemas de agua dulce, se puede armonizar con los proyectos de desarrollo hídrico. Al respecto, señala los distintos aportes de estos ecosistemas:

- **Usos directos de aguas superficiales y subterráneas**
 - Usos comerciales y domésticos
 - Riego agrícola
 - Agua para la ganadería y acuicultura
 - Energía eléctrica
 - Transferencia de energías (calefacción y enfriamiento)
 - Usos industriales y manufactureros
 - Control de incendios
- **Productos de los ecosistemas saludables de agua dulce**
 - Peces y fauna silvestre (aprovechamiento comercial y de subsistencia)
 - Productos de los bosques ribereños (madera y frutas)
 - Productos vegetales de las planicies de inundación, humedales y lagos (arroz y juncos)
- **Servicios prestados por los ecosistemas saludables de agua dulce**
 - Transporte
 - Almacenamiento de agua (en glaciares y cuencas hidrográficas)
 - Depósito de nutrientes en áreas agrícolas en las planicies de inundación
 - Purificación natural de desechos
 - Hábitat que sostiene la diversidad biológica
 - Moderación y estabilización de microclimas urbanos y naturales
 - Retención de nutrientes
 - Estética y salud mental
 - Recreación (pesca deportiva, cacería, paseos en bote, natación)

Categorías de usos del agua	Usos típicos (Parra, 2001)
Abastecimiento de agua potable	Abastecimiento de aguas residenciales Abastecimientos de aguas municipales (fuentes superficiales y subterráneas)
Abastecimiento de agua industrial	Aguas para enfriamiento Abastecimientos de aguas de procesos
Agricultura	Aguas de riego Bebida para el ganado Lavado de lecherías Lavado de establos
Control de crecidas	Represamiento de altos caudales para retardar el vaciado Construcción de represas, embalses y canales de protección
Generación termoeléctrica de electricidad	Aguas para enfriamiento Lagunas de estabilización Aguas para lavado de tuberías y mantención
Generación de energía hidroeléctrica	Embalsamiento para generación Construcción de represas y embalses Bombeo y vaciado de niveles de aguas
Navegación	Navegación recreacional Navegación comercial Navegación comercial para fines turísticos
Recreación acuática	Pesca deportiva Navegación deportiva y surfing Baños Picnic Contemplación estética Contemplación de la naturaleza
Hábitat de peces y vida silvestre	hábitat acuáticos y ripananos Protección de la estructura de la comunidad Protección de especies raras y amenazadas
Gestión de la calidad del agua	Protección de caudales mínimos ecológicos Niveles de aguas de embalses Asimilación de residuos urbanos e industriales Asimilación de avenidas y descargas de efluentes



ANEXO V. ENCUESTA.

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PROTECCIÓN AMBIENTAL Y CONSERVACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DEL LIMARÍ

Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental de la Universidad de Chile.

ANTECEDENTES DE LA ENCUESTA

Encuesta N°	
Fecha	
Comuna	
Sector o Localidad	
Hora de inicio	
Hora de término	
Tiempo estimado	
Encuestador	

PRESENTACIÓN

Buenos días/Buenas tardes

Mi nombre es _____, y estoy trabajando en un estudio sobre la valoración económica de la protección ambiental y conservación del agua en los ríos de la Provincia del Limarí, el cual es una tesis para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental de la Universidad de Chile.

Encuesta debe estar dirigida a jefes de hogar

Nos gustaría conocer su opinión al respecto. Si no tiene inconveniente, le queremos hacer unas preguntas para enriquecer el estudio, solamente tomará de 10 a 15 minutos. Gracias.

Nos parece importante destacar que:

- La información obtenida en esta entrevista es confidencial y sólo para este estudio
- No hay respuestas buenas ni malas
- La encuesta esta dividida en tres partes

1. ¿Cómo considera para su vida el agua de los ríos de la Provincia del Limarí?

- 1) Muy importante
- 2) Importante
- 3) Neutral
- 4) Poco importante
- 5) Nada de importante

2. ¿Para qué utiliza el agua de los ríos de la Provincia del Limarí? (Nombre los cinco principales usos en orden de importancia)

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

3. A su juicio, ¿cuáles son los cinco principales usos del agua de los ríos de la Provincia del Limarí? (Enumere por orden de importancia)

- Uso industrial
- Recreación
- Generación de hidroelectricidad
- Mantener flora y fauna silvestre
- Uso minero
- Agua potable
- Mantener vida acuática
- Riego
- Biodiversidad
- Paisajismo

El agua es un componente del medio ambiente que tiene distintos usos y cumple múltiples funciones:

Usos directos: Agricultura (riego), Agua potable, Uso industrial (consuntivos) y Uso Energético (no consuntivos)

Usos ambientales: preservar la naturaleza y la protección del medio ambiente:

- Preservar los ecosistemas acuáticos (peces, algas, moluscos y otros)
- Conservar la vida silvestre
- Mantener la biodiversidad
- Paisajismo

En Chile, la asignación del agua para los distintos usos se hace por medio de un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas (mercado del agua), los cuales pertenecen a privados, ya sean personas o empresas.

Los derechos de aprovechamiento de agua otorgan la posibilidad de utilizar este elemento a sus propietarios, ya sea en riego, uso industrial, minero o agua potable.

Cuando se repartieron los derechos no se consideraron los usos ambientales del agua antes mencionados. Por este motivo, se está trabajando en un proyecto que busca comprar derechos de agua para mantener un **caudal mínimo ecológico**. (El cual no podrá superar el 20% del caudal medio anual).

El caudal mínimo ecológico es el mínimo volumen del agua que debe escurrir permanentemente para mantener los usos ambientales y ecosistemas acuáticos (peces, algas, moluscos y otros).

La compra de los derechos de agua para el caudal mínimo ecológico se hará una sola vez y permitirá proteger el ambiente y conservar los recursos para nuestros hijos.

- Mostrar mapa de la cuenca y sus ríos

- **Mostrar listado de peces y otras especies en la cuenca**

4. ¿Está usted dispuesto a pagar para comprar derechos de aprovechamiento de agua para poder implementar este proyecto de un caudal mínimo ecológico?

Si No (Si la respuesta es negativa responder 5 y posteriormente pasar a la 13)

5. ¿Por qué motivos no está dispuesto a pagar?

- 1) No le interesa
- 2) No considera relevante la iniciativa
- 3) Razones económicas
- 4) El gobierno debería pagar
- 5) Otros _____

6. ¿Estaría dispuesto a pagar _____ de una sola vez por la compra de estos derechos de aprovechamiento de agua para el proyecto de caudal mínimo ecológico? ¿Cuánto es lo máximo o mínimo que estaría dispuesto a pagar? (considere su ingreso)

7. Aparte de la compra de los derechos de agua para el proyecto de caudal mínimo ecológico ¿Estaría dispuesto a pagar para que se administre y fiscalice continuamente este proyecto?

Si No

8. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar anualmente para que se administre y fiscalice el cumplimiento de este proyecto? (considere su ingreso)

9. ¿Por qué medio se debiera hacer el pago?

- Cobro a domicilio
- Pago en la cuenta del agua
- Entrega a domicilio de talonario de pago
- Otro _____

10. ¿Quién debiera administrar estos fondos?

- Estado
- Organizaciones de Regantes
- Comisión Nacional del Medio Ambiente
- Dirección General de Aguas
- Servicio Agrícola Ganadero
- Municipalidad
- Gobernación
- Privados
- Otros _____

TERCERA PARTE. ANTECEDENTES DEL ENCUESTADO

Las siguientes preguntas son muy importantes para el estudio. De nuevo, le recuerdo que todas sus respuestas son estrictamente confidenciales y son sólo para este estudio.

11. ¿Tenía usted antecedentes de las modificaciones propuestas al Código de Aguas?

Si No (Si la respuesta es afirmativa preguntar por qué)

¿Por qué? _____

12. ¿Pertenece a una institución u organización relacionada con la gestión del agua?

Si No (Si la respuesta es afirmativa preguntar Cuál)

¿Cuál? _____

13. El entrevistado es Hombre Mujer

14. Usted está radicado (a) en la Provincia Si No (¿Cuántos años _____?)

15. ¿Usted es originario de la Provincia? Si No

16. ¿De que parte? _____

17. ¿Conoce bien la Provincia o Provincia del Limarí?

Conoce toda la Provincia

Gran Parte

Una parte importante

Sólo algunos lugares ¿Cuáles? _____

Casi nada

18. A su juicio sería importante conservar la vida acuática (flora y fauna)

Si No

19. ¿Considera usted relevante mantener un mínimo volumen de agua en el río?

Si No

Por qué _____

20. ¿Cuál es su edad? _____ años

21. Estudios realizados:

Sin estudios

Básica

Media

Técnico superior

Universitaria

Postgrado

22. ¿Cuál es su ocupación actual? _____ No tiene empleo

23. Número de miembros de su familia ____ ¿Cuántos son niños? ____

24. ¿Cuánto es el ingreso líquido familiar por mes? _____

25. ¿Cuántas personas aportan al ingreso familiar aparte de usted?_____

Finalmente, es importante destacar que los encuestadores eran profesionales:

- Alex Alvarado (Egresado de Ingeniería Agronómica) (33 encuestas)
- Leticia Cornejo (Técnico Pecuario) (24 encuestas)
- Marcelo Geldes (Ingeniero Ambiental) (26 encuestas)
- Sylvia Meriles (Egresada de Ingeniería Agronómica) (31 encuestas)