

Agua para el Siglo XXI para América del Sur

De la Visión a la Acción



INFORME: CHILE

Este documento hace parte de una serie de informes país preparados en el marco del proceso de formulación del documento presentado en el Segundo Foro Mundial del Agua, Conferencia Ministerial de La Haya “Agua para el Siglo XXI, de la Visión a la Acción”. La “Visión para la Acción” fue preparada a partir de los documentos de esta serie denominados “Informes Nacionales Sobre la Gestión del Agua”, los que se prepararon en consulta con actores nacionales relevantes y a través del apoyo de los miembros del Comité Asesor Técnico de Sud América (SAMTAC), de la Asociación Mundial del Agua (GWP), en el año 2000. La Visión del Agua para el Siglo XXI, para Sud América puede ser consultada en la siguiente dirección de internet
<http://www.eclac.cl/DRNI/proyectos/samtac/DrSam00100.pdf>,
<http://www.eclac.cl/drni/proyectos/samtac/drsam00100.pdf>

Todo el proceso de construcción tanto de los informes nacionales, como de la Visión para la acción, promovidos por la *World Water Commission on Water for the 21st Century*, iniciativa del *World Water Council*, y ejecutados por la GWP, fue un proceso de carácter participativo, aglutinando en consecuencia expertos, agencias de gobierno, actores claves en la gestión del recurso hídrico agencias de NU y donantes, y, al sector privado.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial por CEPAL, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones.



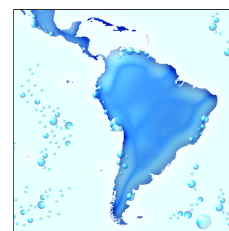
Asociación Mundial del Agua
SAMTAC - Comité Técnico Asesor Sud América

Diseño: Editorial Tiempo Nuevo, responsable de Revista InduAmbiente
Revisión Editorial: GWP SAMTAC, María Elena Zúñiga

INFORME NACIONAL SOBRE LA GESTION DEL AGUA EN CHILE

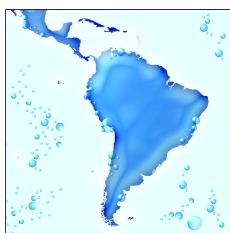
Ernesto Brown Fernández
Casilla 228-3
Santiago de Chile
Teléfonos: (56-2) 6784389
(56-2) 2352250
E-mail: ebrown@cec.uchile.cl
conicbf@entelchile.net

Juan Eduardo Saldivia Medina
Moneda 673
Santiago de Chile
Teléfono: (56-2) 3824008
E-mail: jsaldivia@siss.cl

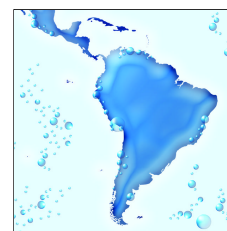


Indice Chile

1.	Resumen Ejecutivo	7
2.	Características Generales del País	11
2.1	Localización y ubicación territorial respecto a Sudamérica y a los centros de decisión política y mercados mundiales	11
2.2	Caracterización del medio natural y potencialidades de ocupación y desarrollo económico	11
2.3	Organización política, sistema de gobierno y división administrativa	14
2.4	Indicadores demográficos	14
2.5	Caracterización de la situación económica nacional	15
3.	Manejo Integrado de los Recursos Hídricos	17
3.1	Las vertientes y cuencas hidrográficas	17
3.2	La disponibilidad de recursos hídricos	20
3.2.1	Disponibilidad relacionada con el clima	20
3.2.2	Disponibilidad de recursos hídricos superficiales	23
3.2.3	Disponibilidad de recursos hídricos subterráneos	24
3.2.4	Caracterización de la calidad del agua	26
3.2.5	Redes de monitoreo hidrometeorológico e hidrológico	28
3.3	El uso y aprovechamiento de los recursos hídricos	29
3.3.1	Usos extractivos	29
3.3.2	Usos no extractivos	33
3.4	Balance y situaciones ambientales críticas y extremas	38
3.4.1	Balance entre disponibilidad - oportunidad y demanda de agua	38
3.4.2	Inundaciones y fenómenos torrenciales	38
3.4.3	Otras situaciones de degradación ambiental	39
3.4.4	Nivel de impacto	40
3.5	Aspectos institucionales de la gestión de los recursos hídricos	41
3.5.1	Administración del agua	41
3.5.2	Mecanismos de participación de los usuarios	43
3.5.3	Legislación de aguas	43
3.6	Aspectos económicos - sociales de la gestión de los recursos hídricos	46
3.6.1	Sistema tarifario	46
3.6.2	Mecanismos de financiación	47
3.6.3	Aspectos sociales	47
3.7	Análisis de los desafíos, conflictos y elementos críticos para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos en el largo plazo	48
4.	Agua Potable y Saneamiento	50
4.1	Estructura organizativa	50
4.1.1	Formulación de políticas y planificación	50
4.1.2	Regulación y control	51
4.1.3	Gestión de los servicios	52



4.2	Análisis operacional	52
4.2.1	Cobertura de abastecimiento de agua potable y saneamiento	52
4.2.2	Calidad y condiciones del servicio	53
4.2.3	Gestión comercial de las empresas operadoras	53
4.3	Financiamiento del sector	55
4.3.1	Necesidades de financiamiento	55
4.3.2	Principales fuentes de financiamiento	55
4.4	Fortalezas y debilidades	55
4.4.1	Fortalezas y debilidades institucionales	55
5.	Situación Esperada de los Recursos Hídricos al Año 2025	56
6.	Conclusiones y Recomendaciones Generales	61
	Referencias Bibliográficas	64
	Anexo	66



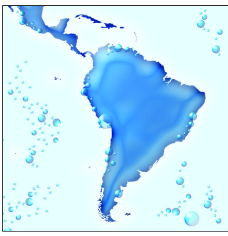
Figuras y Tablas

Índice de Figuras

Figura N° 1	Mapa político de Chile	15
Figura N° 2	Ubicación de ciudades principales	16
Figura N° 3	Sistemas hidrográficos y tipos de cuencas en Chile	19
Figura N° 4	Mapa de isoyetas medias anuales (mm), período 1951 - 1980	21
Figura N° 5	Mapa de isolíneas medias anuales de evapotranspiración real (mm), período 1951 - 1980	22
Figura N° 6	Mapa de cuencas hidrográficas de Chile	25
Figura N° 7	Mapa de sectores bajo riego	31
Figura N° 8	Mapa de ubicación de centrales hidroeléctricas en Chile (con potencia instalada mayor a 10 MW)	35
Figura N° 9	Mapa de áreas y procesos erosivos y de desertificación	39
Figura N° 10	Niveles de uso de agua subterránea	41
Figura N° 11	Disponibilidad per cápita de recursos hídricos por región	61

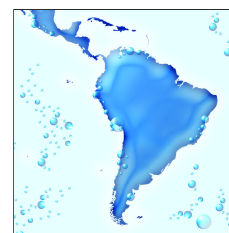
Índice de Tablas

Tabla N° 1	Principales cuencas hidrográficas de Chile	18
Tabla N° 2	Valores característicos de caudales en las principales cuencas de Chile	23
Tabla N° 3	Calidad de aguas superficiales en cuencas más importantes	27
Tabla N° 4	Calidad de aguas subterráneas en principales acuíferos	28
Tabla N° 5	Distribución de estaciones meteorológicas y pluviométricas de la Dirección General de Aguas	28
Tabla N° 6	Resumen de superficies bajo riego en Chile	30
Tabla N° 7	Eficiencia de los distintos tipos de riego	31
Tabla N° 8	Eficiencia de uso de agua de riego en Chile	32
Tabla N° 9	Demandas brutas de recursos hídricos para agua potable e industria	33
Tabla N° 10	Nivel de explotación de recursos hídricos con fines hidroenergéticos	34
Tabla N° 11	Centrales hidroeléctricas en Chile, con potencia instalada sobre 10 MW	34
Tabla N° 12	Grandes embalses según ICOLD, capacidad bruta sobre los 5 Hm ³	36
Tabla N° 13	Tipos de sequías y su frecuencia en Chile	38
Tabla N° 14	Presupuesto de organismos del Ministerio de Obras Públicas entre 1990 y 1999	47
Tabla N° 15	Disponibilidad de agua per cápita, proyecciones 2000 - 2025	56
Tabla N° 16	Proyecciones de demandas para riego (2000 - 2025)	57
Tabla N° 17	Proyecciones de demandas para agua potable (2000 - 2025)	58
Tabla N° 18	Proyecciones de demandas para industria y minería (2000 - 2025)	59
Tabla N° 19	Proyecciones de demanda de energía eléctrica y requerimientos de potencia (2000 - 2025)	59
Tabla N° 20	Demandas de agua per cápita nacionales (año 2025 en tres escenarios)	60



Agua para el Siglo XXI:

De la Visión a la Acción



1. Resumen Ejecutivo

El presente informe contiene las perspectivas básicas para el análisis de la situación actual de los recursos hídricos en Chile y su proyección hacia el 2025 en búsqueda de proponer medidas para el desarrollo sustentable y el mejoramiento de la calidad de vida. Esta visión abarca desde la oferta de agua, detallada según la disponibilidad natural y/o por las obras creadas por el hombre, hasta la demanda para todos los usos relacionados con la vida humana, incluyendo las consideraciones vigentes de necesidad de agua para los ecosistemas. Además, considera los aspectos regulados por el Estado y/o los usuarios respecto a la forma en que se usan estos recursos disponibles, y los problemas asociados a sequías e inundaciones, ambos presentes en nuestro país.

Capítulo 2: Características Generales del País

A través de algunos indicadores demográficos, económicos y sociales, este capítulo busca reflejar la situación de Chile y su posición con respecto al resto del mundo y a sus símiles sudamericanos.

Chile es una república democrática, unitaria, características que inciden en la existencia de organismos mayoritariamente centralizados; sin embargo, existe una división regional que tiene más de 20 años de existencia, pero que aún no alcanza los niveles de autonomía funcional deseados.

La descripción de su morfología destaca el accidentado relieve, lo cual más incidirá en la distribución de los recursos hídricos disponibles en la naturaleza; ejemplo de esto es la presencia de la Cordillera de Los Andes, que introduce el factor altura a la distribución de precipitaciones, rigiendo los regímenes hidrológicos de los ríos. De la misma forma se introduce el clima, formando un panorama para apreciar la distribución latitudinal de la escorrentía.

La economía nacional se caracteriza por asentarse en los sectores minero e industrial, destacándose el cobre como principal producto de exportación, siendo el mayor productor mundial de este metal. Otros rubros significativos son el forestal, pesquero y agropecuario. El progreso logrado a través del desarrollo de estas actividades económicas se refleja en la clasificación de Chile, por parte del Banco Mundial, como un país en vías de desarrollo de notables proyecciones y ventajas actuales. Algunos indicadores que justifican esta catalogación son el Producto Nacional Bruto, que asciende a US\$ 4.810 per cápita (cifra de 1998), y el crecimiento sostenido del Producto Interno Bruto durante la década de los noventa, alcanzando un

crecimiento anual en torno al 8%, sólo interrumpido en 1999 en el marco de la crisis económica internacional. Tales condiciones de progreso han significado a la población reducir los niveles de pobreza desde un 38,6 en 1989 hasta un 21,7% en 1998.

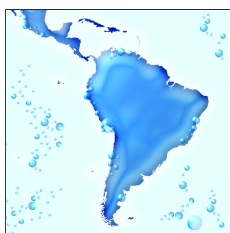
La población de Chile se ha estimado para 1999 en 15.017.760 habitantes, de los cuales el 50,5% corresponde al sexo femenino; la densidad de la población es estimada en 19,8 hab/Km². Las tendencias de la última década han mostrado un descenso de las tasas de natalidad y mortalidad, revelando un incremento en la esperanza de vida y un envejecimiento moderado de la población.

Capítulo 3: Manejo Integrado de los Recursos Hídricos

Este capítulo detalla la cantidad y calidad del agua disponible y el nivel de aprovechamiento actuales. Después se describe la forma en que se ha administrado el recurso agua y la legislación vigente para su uso adecuado y sustentable, realizando un diagnóstico que prepare los antecedentes actuales para sentar una base sobre la cual se pueda construir una proyección con un horizonte de 25 años.

En primer lugar, se detalla la disponibilidad natural, desglosado como un balance de todos los componentes del ciclo hidrológico, haciendo hincapié en las características en cuanto a cantidad y calidad. Una importante clasificación surge de este capítulo, dividiendo a Chile en tres grandes sistemas hidrográficos: Pacífico Seco, entre el extremo norte y los 31° S aproximadamente; Chile Central, entre los 31° S y 38° S; y Pacífico Sur, desde este último límite hasta el extremo sur del país. De esta descripción se destaca la especificación del régimen con máximos pluviométricos invernales predominante desde el centro - norte hasta el extremo sur del país, así como el régimen con máximos estivales de precipitación en el extremo norte del país. Sobre la base de los antecedentes climáticos y morfológicos se explica la escasez de recursos del norte del país, ampliamente comentada por sus implicancias en el uso de los recursos hídricos disponibles y las limitaciones de desarrollo de ciertas actividades económicas que supone lidiar con la escasez de agua y la mala calidad de ésta en la zona más árida del país.

Con respecto a los usos, se entregan las cifras nacionales, regionales o por cuenca, de los aprovechamientos actuales de los recursos hídricos. Se evidencia una fuerte preocupación por la eficiencia del uso del agua en el sector minero e



industrial, acentuado en el norte del país, y una creciente tendencia a las mejoras tecnológicas en riego que eleven los niveles de aprovechamiento, sobre todo en la zona de transición entre la aridez del Desierto de Atacama y el sur del país. Esta última zona es abundante en recursos de excelente calidad para todos los usos.

También se refiere a los usos no extractivos, como los aprovechamientos hidroeléctricos, mostrando cómo se han instalado numerosas centrales haciendo uso del amplio potencial existente en Chile, llegando en la actualidad a conformar el 50% de la potencia instalada a escala nacional. Respecto a otros usos no extractivos, relacionados con navegación, recreación, preservación escénica y otros, se indica los lugares del país donde se llevan a cabo estos usos in situ, pero sin poder entregar información más precisa por la falta de legislación que proteja estos aprovechamientos, que significa una falta de control y la ausencia de una valoración de estos usos.

A continuación se detallan las situaciones extremas experimentadas en el país, esto es, sequías o crecidas, ambos causantes de daños de importancia a las personas y a determinadas actividades económicas. Los daños de las crecidas se han estimado en US\$ 33 millones al año, en tanto que las sequías, sin tenerse una cifra indicativa, causan cuantiosas pérdidas en agricultura y ganadería, además del severo impacto sobre la generación hidroeléctrica, originando racionamientos del suministro de energía eléctrica. Las zonas más afectadas por las sequías, frecuentes por la gran variabilidad interanual de las precipitaciones y, por consiguiente, de la escorrentía superficial, están entre los 30° S y 33° S en la zona norte, y entre 35° S y 39° S en la zona sur. En cuanto a las crecidas, todas las cuencas de Chile están expuestas a ellas, estando en cierta medida protegida la zona de mayor presencia lacustre, entre los 39° S y 42° S, por la amortiguación que estos producen sobre los caudales máximos, así como sobre los mínimos.

Estrechamente relacionado con esto último, aparece la situación de degradación ambiental y procesos erosivos del país, mostrando las grandes extensiones de desiertos del sistema Pacífico Seco, y los problemas ambientales de los sistemas Chile Central y Pacífico Sur, destacándose la erosión por siembra continua de cereales, que amenaza a más de 4.500.000 [há], áreas amenazadas por degradación de la cubierta boscosa y aceleración del ciclo hidrológico, que suman alrededor de 4.400.000 [há], y zonas bajo riesgo de incendios y tala indiscriminada para carbón y leña, con un área cercana a 3.000.000 [há].

Se incluye en este capítulo el diagnóstico de la situación institucional y legislativa de los recursos hídricos. Se muestra al Código de Aguas como la principal herramienta legislativa en la administración del recurso, de donde aparece la figura de la Dirección General de Aguas, organismo del Ministerio de Obras Públicas que está a cargo de la asignación de derechos de aguas, investigación y medición del recurso, supervigilancia de las organizaciones usuarias, entre otras funciones y atribuciones. La estructura administrativa propuesta por esta normativa significa una gestión por tramos de cauces,

y no por cuencas hidrográficas, evidenciándose deficiencias en temas como la relación entre cantidad y calidad del agua, la interrelación de las aguas superficiales y subterráneas, la participación en la administración de los distintos sectores usuarios (riego y generación hidroeléctrica, principalmente), etc.

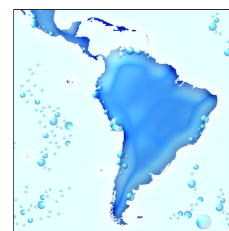
Como componentes de la legislación relacionada al recurso hídrico, se indaga en aspectos de la Ley de Bases del Medio Ambiente, las normas de evaluación de impacto ambiental y los estándares de calidad de agua para diversos usos (consumo humano, riego, recreación, etc.). Junto a resumir los principales aspectos de éstos, se presentan aquellos puntos donde la normativa se encuentra aún como proyecto, sobre todo en aspectos de caudales ecológicos mínimos y normas de calidad en las fuentes que permitan diseñar planes adecuados de descontaminación.

Otra sección contempla una síntesis de los aspectos socio - económicos relacionados con el agua. Entre ellos, se analiza la situación del mercado de derechos de agua, el cual ha surgido como un instrumento económico importante en el aprovechamiento y asignación del recurso, pero con algunas limitaciones por imperfecciones del mercado y rigideces en los medios de distribución y repartición del agua. Se consideran también el gasto público en el sector hídrico, en la construcción de obras de aprovechamiento, ejecutadas por el Estado o subsidiadas por éste.

Por último, al analizar los elementos claves para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos en el largo plazo, se usan todos los elementos anteriores para caracterizar las situaciones críticas, enfatizando la escasez de agua en algunas regiones del país y su mitigación mediante el uso eficiente o la incorporación de nuevas fuentes de recursos. A su vez se prevén circunstancias de conflictos usuarios por las condiciones de escasez, y el desarrollo de planes de tratamiento de residuos domiciliarios e industriales bajo un escenario de participación privada en la inversión requerida. Sin embargo, el aspecto más relevante de las políticas a desarrollar se encuentra en la administración futura del agua, considerando fundamental la gestión a nivel de cuencas hidrográficas, implementando Corporaciones de Cuencas que impulsen el manejo integrado del recurso.

Capítulo 4: Agua Potable y Saneamiento

Como un primer aspecto, respecto de la formulación de políticas y planificación del sector, debe indicarse que hay diversos Ministerios que tienen roles normativos en materias de prestación de los servicios, de determinación de las tarifas, del estudio y determinación anual del presupuesto de las empresas estatales, y en lo relacionado con la calidad del agua, y con el cumplimiento de los estándares de abatimiento de contaminantes en materia de saneamiento. Además existe la Comisión Nacional del Medio Ambiente cuyo rol es fundamentalmente normativo en lo relacionado con calidad y emisiones y aprobación medioambiental de proyectos.



Sobre modelos regulatorios, se considera que para prestar los servicios públicos de agua y saneamiento, es imprescindible contar con una concesión que es otorgada por el Estado la cual es indefinida, exclusiva y excluyente en un territorio operacional determinado. La concesión puede ser caducada por el Estado. En consecuencia, la gestión de los servicios está entregada en las localidades urbanas a empresas prestadoras, que son las concesionarias.

Los servicios sanitarios están sujetos a fijación tarifaria. Los costos involucrados en la determinación de las fórmulas tarifarias se estiman basándose en una empresa modelo.

El sector está regulado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios; este ente tiene funciones normativas y fiscalizadoras tanto respecto de los prestadores sanitarios como de los establecimientos industriales en materia de residuos líquidos industriales. Su financiamiento proviene del tesoro público otorgado mediante presupuestos anuales que son aprobados por el Congreso Nacional.

En términos generales la legislación Chilena no contempla elementos de participación de los usuarios en el sector del abastecimiento de agua potable y saneamiento.

El Gobierno de Chile ha definido una política en la que - con la finalidad de hacer las inversiones que el tratamiento de las aguas servidas exige, estimadas al año 1995 en US\$ 1.200.000 - el Estado se asocia con los privados en la propiedad de las empresas, dejándole a estos últimos la administración de ellas.

En la actualidad, el 6,4% de la población es abastecida por empresas exclusivamente privadas, un 55,9% es abastecido por empresas en que el capital está distribuido entre el Estado y un socio privado, siendo siempre administradas por el socio privado, un 33,2 % es abastecido por empresas que son de propiedad íntegramente estatal. Finalmente hay un servicio que atiende al 4,5% de la población urbana del país que es Municipal.

Respecto a la cobertura de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el ámbito urbano y rural concentrado, la cobertura de agua potable alcanzaba en 1998 a un 99,3%. La cobertura de redes de alcantarillado alcanza al 92%. Por su parte la cobertura de tratamiento de las aguas servidas o efluentes cloacales alcanza solo al 16,7%, estimándose que a fines del año 2000 llegará al 43%.

Sobre la calidad del agua, el año 1998 hubo un cumplimiento de un 99,4% de las normas referidas a calidad bacteriológica, un 99,9% en lo relacionado con las normas de desinfección, un 96,5% para los parámetros físicos y un 98,8% para los parámetros químicos, todos los cuales se encuentran normados.

En cuanto a cobertura de agua potable en el ámbito rural concentrado, se estima una cobertura de un 96% en el año 1999. No existe información sobre cobertura de saneamiento en el ámbito rural. No existen programas estatales que se ocupen del abastecimiento de agua potable y/o del saneamiento por medio de redes en el ámbito rural desconcentrado.

Las pérdidas del sector en el ámbito nacional alcanza-

ron durante el año 1998 a un 29,4% del total del agua producida.

La cobertura de tratamiento de los afluentes cloacales a 1998 alcanzó al 16,7% de la población servida. Cerca del 10% corresponde al sistema de plantas de tratamiento primario y posterior descarga al mar a través de emisarios submarinos. El restante 6% se efectúa mediante diversas tecnologías que van desde lagunas anaerobias hasta plantas de lodos activados.

Existe un solo régimen tarifario para todas las empresas concesionarias de los servicios de agua potable y saneamiento. Los servicios sanitarios están sujetos a fijación tarifaria. Los costos involucrados en la determinación de las fórmulas tarifarias se estimarán basándose en una empresa modelo. Cada empresa tiene su propia estructura tarifaria.

En materia de facturación, solo se pueden cobrar los metros cúbicos efectivamente consumidos. El periodo de facturación es de un mes, excepcionalmente se puede facturar por periodos de dos meses. En caso de morosidad (deudas pendientes) las compañías tienen la facultad de cortar el abastecimiento.

Para cada empresa existen dos regímenes tarifarios básicos, el régimen de periodo estival o de verano (periodo punta) y el régimen normal (periodo no punta) por lo tanto la tarifa no existe una tarifa medio mensual. En el documento principal se informan los valores en las principales empresas.

Las estimaciones del Gobierno Nacional determinan que el sector sanitario debe invertir en los próximos 10 años del orden de los dos mil quinientos millones de dólares americanos, de los que mil seiscientos corresponden a tratamiento de aguas servidas. Las principales fuentes de financiamiento del sector son las tarifas pagadas por los mismos usuarios. Por consiguiente, el flujo de caja que se obtiene es lo que permite a las Compañías recurrir al mercado financiero normal.

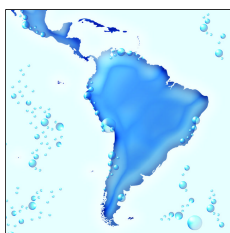
Cabe hacer presente que el sistema contempla un subsidio estatal directo al pago de la cuenta de los usuarios más pobres.

En cuanto al abastecimiento de agua potable en las zonas rurales el financiamiento de las inversiones ha sido tradicionalmente responsabilidad del Estado recurriendo a financiamiento internacional, especialmente de organismos multilaterales.

Se presume prematuro la realización de un análisis de fortalezas y debilidades de la institucionalidad, puesto que ella se encuentra en plena implementación.

Capítulo 5: Situación Esperada de los Recursos Hídricos al año 2025 en distintos escenarios

Tomando todos los factores descritos se interpretan los distintos escenarios propuestos para la situación chilena. De esta forma se configura un escenario tendencial, manteniendo el ritmo de aprovechamiento y expansión económica actual; un escenario con elementos de mercado y optimista en cuanto a los resultados de la aplicación de instrumentos económicos



al aprovechamiento del recurso; y un escenario de desarrollo sustentable, que prioriza el cambio de estilo de vida y la valoración del medio ambiente.

En el riego, las proyecciones consideran un aumento del 20% de la superficie regada en los próximos 10 años, para luego proseguir por dos vías: la primera corresponde a los escenarios tendencial y de mercado, con un incremento de la superficie regada de un 40% con respecto a la situación base, y mejoras en la eficiencia del uso del agua moderadas; la segunda corresponde al escenario de desarrollo sustentable, que propone un aumento menos acelerado del área regada, pero a su vez introduce un significativo incremento en la eficiencia del uso y la productividad de los cultivos.

En la generación hidroeléctrica y las demandas industriales - mineras, la situación proyectada es similar; ambos usos guardan relación con el desarrollo económico del país, por lo que el escenario de mercado genera una visión de uso más intenso, incluyendo, sin embargo, un incremento en el uso eficiente del agua, tal como se ha hecho hasta ahora en los procesos productivos emplazados en zonas caracterizadas por la escasez de recursos hídricos de calidad aceptable. En cuanto a las demandas de energía eléctrica, el escenario de desarrollo sustentable considera cambios de hábitos de la población y políticas de ahorro de energía que reducen significativamente el consumo de electricidad, y, por tanto, la necesidad de explotar el potencial hidroeléctrico del país.

Respecto del agua potable, las demandas dependen de dos factores principales: el incremento de la población y la variación de las dotaciones medias. El primero es un elemento cuyo control va más allá de las políticas de recursos hídricos, por lo que las proyecciones surgen de la previsión de lo que ocurrirá con las dotaciones. Las proyecciones han sido hechas pensando en una reducción del 5% en la dotación en el escenario de desarrollo sustentable, sin significar esto un deterioro en la calidad de vida, sino motivado por el uso más racionalizado del agua potable y las mejoras tecnológicas para reducir las pérdidas de los sistemas, reduciendo la demanda bruta. En los otros escenarios, en tanto, se piensa en un aumento del 10% en la dotación, sólo conservando las tendencias actuales.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones generales

A través de la exposición en este resumen de los temas principales de la gestión de los recursos hídricos, se han indicado las principales deficiencias de los elementos actuales y los vacíos normativos, los cuales han incidido en conflictos entre sectores usuarios y un grado de insatisfacción de las políticas ambientales. Tomando estas situaciones y uniéndolas a la visión futura proveída por el análisis de los escenarios, se pueden establecer algunas propuestas que apunten a una gestión adecuada a la situación prevista de uso del agua.

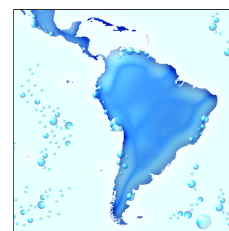
El sistema hidrográfico Pacífico Seco, caracterizado por su escasez de recursos no explotados, estará marcado en su desarrollo por este factor; los esfuerzos de autoridades y privados deberán centrarse en hacer que el uso del agua sea lo más eficiente posible, e implementar en lo posible la desalinización de aguas para, al menos, satisfacer adecuadamente los requerimientos de agua potable. De hecho, sectores económicos como la agricultura ya no tienen mayor proyección de crecimiento en las zonas del extremo norte.

El sistema hidrográfico Chile Central, el cual contempla una variada gama de situaciones de cantidad y calidad del agua, será una de las zonas que sentirá con más fuerza la necesidad de llevar su administración a nivel de cuencas hidrográficas, ya que la concentración de la población en ella ha originado importantes trastornos en la calidad del recurso, necesitando un manejo conjunto de calidad y cantidad del agua, así como de aguas superficiales y subterráneas, motivado por los escasos recursos no explotados en la porción norte de esta zona.

El sistema hidrográfico Pacífico Sur, en tanto, tiene una perspectiva positiva, por cuanto sus problemas no pasan en absoluto por la cantidad o calidad del agua, puesto que ambos aspectos presentan un excelente nivel. Las preocupaciones surgen de la forma como se llevará a cabo la explotación del vasto potencial de la región, por lo que se extrema la urgencia en medidas como la determinación de caudales ecológicos mínimos, con el propósito de prevenir las extracciones excesivas de recursos, y el establecimiento de una completa normativa de calidad de los recursos, evitando llegar a estados irreversibles de contaminación o afectación del medio ambiente.

Las principales recomendaciones que surgen de estas circunstancias son:

- Lograr un perfeccionamiento del Código de Aguas, de manera de contar con instrumentos de valoración de los recursos hídricos, modificándose la manera de otorgar derechos de agua; para ello se consideran medidas como la tarificación por no uso del recurso y la adecuada justificación de los derechos solicitados; y lograr una valoración de los usos no convencionales del agua, como mantención de ecosistemas, preservación escénica, etc.;
- Fortalecer el estudio de la interrelación entre agua, suelo y vegetación; y, en función de estos conocimientos, fijar objetivos para lograr una gestión integrada por cuencas hidrográficas. Y, luego, avanzar a la creación de organizaciones de gestión del agua y recursos asociados tales como las Corporaciones de Cuencas;
- Avanzar en la medición, monitoreo de las variables hidrológicas, y especialmente en lo que se refiere a medición de los usos del agua



2. Características Generales del País

2.1 Localización y ubicación territorial respecto a Sudamérica y a los centros de decisión política y mercados mundiales

Chile, país tricontinental, asienta su territorio en América, Antártica y Oceanía. Se encuentra ubicado en la parte occidental y meridional del Cono Sur de Sudamérica, prolongándose en el Continente Antártico y alcanzando a la Isla de Pascua en la Polinesia.

En el continente americano se extiende desde los 17° 30' de latitud sur, en su límite septentrional, hasta las Islas Diego Ramírez, a los 56° 30' de latitud sur en la parte meridional sudamericana, y entre los meridianos 76° y 68°, con una superficie aproximada de 756.252 Km². Continúa luego en el territorio antártico, emplazado entre los meridianos 53° y 90° de longitud oeste y hasta el Polo, a los 90° de latitud sur, con una superficie aproximada de 1.250.000 Km². Su proyección en Oceanía se asienta sobre la base del territorio insular enclavado en el Pacífico Sur, donde Isla de Pascua ejerce la misión de avanzada y penetración en este vasto océano. El conjunto insular comprende además la Isla Salas y Gómez, totalizando 181 Km² aproximadamente.

La superficie de Chile - americano, antártico e insular - es de 2.006.096 Km², sin considerar su mar territorial, la Zona Económica Exclusiva, plataforma continental y el espacio aéreo.

El espacio marítimo de Chile abarca el Mar Territorial,

desde la línea de costa normal o desde las líneas de base rectas, hasta 12 millas marinas mar adentro, además de la Zona Económica Exclusiva, (incluye pleno derecho a recursos marinos, además del suelo y subsuelo), hasta 200 millas marinas en las porciones del continente americano y antártico; asimismo, se extiende alrededor de las Islas de Pascua y Salas y Gómez, en donde nuestro país ha declarado, además, 350 millas marinas de Plataforma Continental.

El espacio aéreo comprende la proyección de líneas imaginarias de los territorios marítimos y terrestres hacia la atmósfera. En él, el Estado ejerce en forma plena y exclusiva su soberanía.

La longitud que posee Chile desde la Línea de la Concordia hasta el Polo Antártico es superior a los 8.000 Km. Posee un ancho máximo de 445 Km. a los 52° 21' de latitud sur (Estrecho de Magallanes), y un ancho mínimo de 90 Km. a los 31° 37' de latitud sur (entre Punta Amolanas y Paso de la Casa de Piedra, IV región).

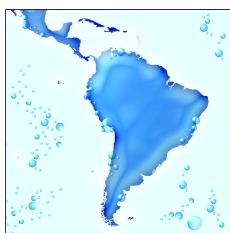
Chile limita al norte con el Perú a través de la Línea de la Concordia; al este con Argentina y Bolivia; al sur con el Polo Sur; y, al oeste con el Océano Pacífico, incluida la Zona Económica Exclusiva.

2.2 Caracterización del medio natural y potencialidades de ocupación y desarrollo económico

■ Morfología

Las geoformas del territorio chileno son múltiples y variadas imprimiendo un sello particular a los diferentes paisajes que se pueden encontrar en las regiones del país. Por otra parte, el transporte, la acumulación y posterior sedimentación

en cuencas y depresiones de aquellos materiales provenientes de sectores topográficamente altos, otorgan un paisaje característico a lo largo del país en la parte sudamericana. Finalmente, la acción volcánica no es menos importante y sus características de actividad y relleno, han sido manifiestas en Chile Americano, en Isla de Pascua y en la Antártica.



El relieve es accidentado y montañoso y no más del 20% de su superficie es llana.

La Cordillera de los Andes constituye la cara oriental del territorio. Su altura promedio hasta la latitud de Santiago es de 5.000 metros sobre el nivel del mar. Al sur comienza a descender hasta el extremo austral del continente. Reaparece en la Antártica con el nombre de Antartandes. El modelado de la cordillera andina varía a lo largo del territorio. En el extremo norte se encuentra altamente afectado por el volcanismo que ha rellenado las formas andinas con mantos de lavas riolíticas con presencia de tobas y conglomerados. A la latitud de Santiago presenta profundos e impresionantes valles resultantes de una ataque erosivo extremadamente intenso que le imprime un aspecto alpino. Más al sur, específicamente en Puerto Montt, la morfología cordillerana está dada principalmente por una efectiva acción erosiva de las lenguas de hielo que permiten observar un complejo paisaje con predominio de fiordos y canales que no son otra cosa que antiguos glaciales actualmente ocupados por el mar.

La Cordillera de la Costa comienza al sur de Arica, extendiéndose hasta la península de Taitao. A menudo es interrumpida en su desarrollo longitudinal por los ríos que desembocan en el mar. Su altura máxima se localiza en Antofagasta, alcanzando los 3.000 metros.

La Depresión Intermedia es la parte del territorio comprendida entre ambas cordilleras, de los Andes y de la Costa, que son sus límites oriental y occidental, respectivamente. Constituye una faja de relieve deprimido caracterizada por ser la base de todos los sedimentos provenientes de los sectores altos y depositados por diversos agentes como el hielo, aguas corrientes, viento, etc. En el extremo norte del país se encuentra a 1.400 metros, altura que decrece paulatinamente en dirección al sur hasta hundirse bajo el mar en el seno de Reloncaví; continúa sumergida en dirección al sur y desaparece definitivamente en el Golfo de Penas.

En esta depresión se encuentran las planicies desérticas del norte que se extienden desde el límite con el Perú hasta el valle de Copiapó (27° latitud sur); los Valles Transversales, situados entre el Valle de Copiapó y el Cordón de Chacabuco (33° latitud sur), en forma de cordones montañosos desprendidos de la cordillera andina e interrumpen el desarrollo de la depresión en una extensión de 600 Km. Al sur del Cordón de Chacabuco y hasta la latitud de Puerto Montt, en una extensión de 1.000 Km., adopta varias formas que están determinadas por las características estructurales y del relleno sedimentario que la conforman (sedimentos fluviales, fluvio-glaciales, glaciales).

■ Clima

El análisis del clima en Chile constituye una tarea difícil de abordar. La razón principal radica en la existencia y manifestación de una extensa variedad de climas, que se ven alterados por factores con disposición y características muy peculiares en el país los que sumados a algunas particularida-

des térmicas y pluviométricas, otorgan a gran parte del territorio, desde la V región al sur, rasgos de clima templado, con todas las cualidades que éste posee, pero sin una homogeneidad absoluta, sino más bien, con variaciones en sus rasgos esenciales, lo que constituye en sí una característica. Aparte de esto, es preciso recordar el imperio climático en lugares de índole tan variada como en la zona norte, Isla de Pascua, Antártica y altas cumbres de los Andes, lo que de por sí le confiere una impronta compleja al todo climático en Chile.

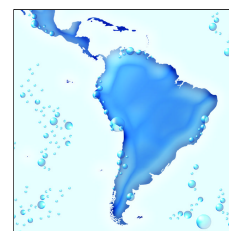
Uno de los rasgos más sorprendentes del clima en el país, son los cambios de las condiciones atmosféricas. Las variedades climáticas más importantes se producen por efecto de la latitud y altura, y aunque ésta última es importante, se puede catalogar como secundaria respecto de la anterior. Esto se debe al considerable desarrollo en el sentido de los paralelos que posee el país, por lo que abarca los dominios climáticos desértico (costero, normal, marginal de altura y marginal bajo); estepario (costero con nublados abundantes, interior o de estepa cálida con gran sequedad atmosférica y frío trasandino con degeneración esteparia); templado (tipo mediterráneo, cálido lluvioso, marítimo lluvioso y frío lluvioso); clima de hielo por efecto de la altura; y, polar.

La disposición y altura del relieve, dada por las cordilleras de la Costa y de Los Andes (con alturas superiores a los 5.000 y 6.000 metros), más la presencia del mar a lo largo de más de 4.000 Km. de costa y la influencia de los centros de altas y bajas presiones, acentúan, en algunos casos, las características continentales por efecto del biombo climático de las cordilleras que impiden, en parte, la influencia oceánica a los sectores de desarrollo transcordillerano y en otros los moderan.

Considerando la extensión latitudinal, debiera en consecuencia existir una gran diferencia de temperaturas entre los extremos del territorio; no obstante, gracias a la influencia moderadora del océano, a la acción de la corriente fría de Humboldt y al movimiento de las masas de aire a excepción del Desierto de Atacama (el más árido del mundo), la Antártica y las Altas Cumbres Andinas, no se presentan grandes diferencias térmicas entre el norte, centro y sur del territorio.

Si bien es cierto, existe una relativa homogeneidad térmica, no ocurre lo mismo con las precipitaciones, éstas varían en monto y distribución, pero normalmente incrementándose de norte a sur del país. En Arica el promedio anual de pluviosidad es inferior a 1 mm.; en Copiapó, III región, se registra alrededor de 20 mm.; en San Felipe, V región, 250 mm.; en Santiago, 360 mm.; en Talca, VII región, 699 mm.; en Chillán, VIII región, 1.025 mm., en Valdivia, X región 2.500 mm., en Bahía San Pedro, X región 4.319 mm., y en Bahía Félix, XII región 4.866 mm. En el norte, al interior de las I y II regiones, es habitual que las lluvias se presenten en verano por efecto del invierno boliviano; mientras que en el centro y sur impera el régimen de lluvias de invierno.

Dentro de este esquema, se da en Chile Central, variaciones anuales de las precipitaciones, sumándose a este fenómeno los períodos húmedos y secos de varios años de duración.



■ Hidrografía

A consecuencia de la disposición del relieve y la estrechez del territorio, en general, los ríos del país son cortos, de escaso caudal, torrentosos e inapropiados para la navegación, pero presentan gran potencial hidroeléctrico. Los del norte tienen régimen nivoso, los del centro mixto y los del sur francamente pluvial.

■ Flora y fauna

La vegetación varía a lo largo del territorio, de acuerdo a la latitud, relieve y climas imperantes.

Chile posee una variada fauna terrestre y marina, muchas de cuyas especies se encuentran a lo largo del país.

■ Los recursos naturales y el hombre

Sector pesquero:

El ecosistema del mar chileno permite el desarrollo de una variada y abundante fauna marina. La explotación de estos recursos ha favorecido el desarrollo de una creciente industria pesquera que se distribuye a lo largo de todo el litoral, rico en peces y mariscos.

A nivel nacional, la pesca es esencialmente costera; la pesca de alta mar se realiza de Coquimbo al Sur, las especies más representativas son la merluza española, la merluza común y crustáceos como el camarón y el langostino amarillo. La mayor captura corresponde a la industrial, cuyas factorías se encuentran en las regiones de Tarapacá y Antofagasta, contribuyendo al 80% de la producción total; otros centros son Talcahuano, Puerto Montt y Chiloé, destacándose por la extracción de salmones y mariscos y, Magallanes con un importante aporte de centolla y centollón. En el Territorio Antártico resalta el krill, con una biomasa estimada en 5.000 millones de toneladas.

La producción industrial se orienta a la harina y aceite de pescado, conservería y productos congelados; permitiendo que Chile se encuentre entre los primeros productores del mundo.

Sector minero y energético:

En los últimos decenios, la alta producción de cobre ha situado a Chile como el primer productor mundial, superando a Estados Unidos y a la ex URSS. Por décadas el cobre ha constituido el principal producto de exportación. Sin desmedro de ello en los últimos años su participación se ha visto disminuida por la intervención de otros sectores en el comercio exterior, como el forestal, pesquero, frutícola y otros.

La minería del oro, proveniente principalmente del yacimiento El Indio, ha tenido un vertiginoso crecimiento.

También encontramos extracción de petróleo y gas natural, actividad que se concentra en la XII región.

Sector agropecuario:

El país cuenta con favorables condiciones geográficas para el desarrollo económico de base agropecuaria, particularmente en la denominada zona central, los fértiles suelos, el clima y el recurso agua, permite la explotación de una variada gama de productos agrícolas y ganaderos. Con la incorporación de nuevas técnicas de manejo, sistemas racionales de riego, control de plagas, fertilizantes y la introducción de nuevas semillas y especies, se han mejorado notoriamente los rendimientos por hectárea. En forma paralela se ha desarrollado una creciente actividad de plantas agro-industriales y pecuario-industriales, asegurando mejores mercados, destacándose el afianzamiento creciente de las exportaciones frutícolas.

Las industrias de base agropecuaria que han surgido en los últimos años se han consolidado en las cercanías de los lugares de producción, en áreas de gran concentración de población campesina, lo que ha permitido mejorar la calidad de vida de los habitantes que laboran en ese sector.

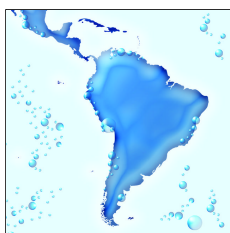
Sector forestal e industrial:

La gran riqueza forestal del país se basa en la presencia de bosques naturales y plantaciones; estas últimas cubren una superficie de 1.572.144 hectáreas, de las cuales un 83,50% corresponde a pino insigne.

La velocidad de crecimiento del Pino Insigne en Chile presenta ventajas significativas respecto a países competidores; mientras en nuestro país la especie demora alrededor de 20 años para alcanzar un desarrollo explotable, en Suecia y Estados Unidos lo hace entre 40 y 100 años. Esta situación fue propicia para aumentar la superficie plantada en los últimos quince años, en especial en las zonas costeras entre las regiones del Maule a Los Lagos, lo que ha generado grandes excedentes de madera permitiendo con ello proyectar un creciente desarrollo económico para el país.

La industria forestal está constituida por plantas productoras de celulosa y derivados, madera aserrada y elaborada. Las exportaciones forestales han experimentado un notable incremento; entre los productos exportados destacan la pulpa química, trozas aserrables, madera aserrada y astillas, además de otros productos no tradicionales como tableros y chapas, rosa mosqueta, corteza de quillay, hojas de boldo y hongos.

El bosque nativo cubre una superficie de 7.616.500 hectáreas, correspondiente al 82,89% de la superficie forestal nacional.



2.3 Organización política, sistema de gobierno y división administrativa

De acuerdo a la legislación vigente el Estado de Chile es una República Democrática, unitaria, cuyo gobierno y administración se encuentra en manos del Presidente de la República, elegido por votación directa cada 6 años.

Su territorio se divide en 13 regiones: de Tarapacá, de Antofagasta, de Atacama, de Coquimbo, de Valparaíso, Metropolitana, Del Libertador General Bernardo O'Higgins, del Maule, del Biobío, de La Araucanía, de Los Lagos, Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y de la Antártida Chilena. Las regiones se dividen en 51 provincias y éstas en 342 comunas.

El Gobierno Interior de la región corresponde al Intendente, en su calidad de representante del Presidente de la

República y, la Administración al Consejo Regional, compuesto por el Intendente como órgano ejecutivo y el Consejo Regional, como órgano resolutorio, nominativo y fiscalizador de aquél.

A nivel Provincial el Gobierno le corresponde al Gobernador, subordinado al Intendente. Su Administración también compete a aquel como órgano desconcentrado del Intendente, en cuanto ejecutivo del Gobierno Regional.

La administración comunal corresponde a la Municipalidad, compuesta por el Alcalde como autoridad superior y el Concejo, presidido por el Alcalde como órgano resolutorio, nominativo y fiscalizador de aquél, ambos de elección popular cada 4 años.

2.4 Indicadores demográficos

La población estimada para Chile en el año 1999 es de 15.017.760 habitantes, de los cuales el 50,5% corresponde a sexo femenino. Según las estimaciones de población de la última década, el Índice de Masculinidad se incrementará desde 97,7 a 98,1% entre 1990 y 2000.

Un 19,3% son menores de 15 años, un 73,6% tiene entre 15 y 64 años, y un 7,1% son mayores de 65 años de edad.

La población urbana del país en la actualidad representa al 85,4%, concentrándose el mayor porcentaje en la Región Metropolitana con 45,4%, seguida por las regiones del Biobío, situada al sur del país, con un 12%, y de Valparaíso, ubicada en la zona centro - costa, con el 11%. La interacción de factores tales como la explosión demográfica y la atracción que ejercen las funciones urbanas en las personas para establecerse en ellas, la constituyen en un organismo en constante proceso de cambio y crecimiento, llegando en algunos casos a formar conurbaciones, esto es, la unión de dos o más centros urbanos (Viña del Mar - Valparaíso, Santiago - Buin, Concepción - Talcahuano).

La población rural representa al restante 14,6%, concentrándose en las regiones del Biobío, De Los Lagos y del Maule, todas localizadas al sur del país. Este grupo se organiza de acuerdo a diversos factores físicos, económicos y socioculturales, que condicionan sus actividades, transformándose básicamente en un centro abastecedor de materias primas y consumidor de productos elaborados y de servicios provenientes de los centros urbanos.

La densidad poblacional estimada es de 19,8 hab/Km².

La tasa de crecimiento vegetativo se estima en un 1,4%

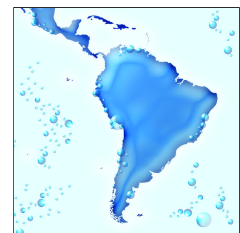
anual. En tanto, la Tasa Media de Crecimiento Intercensal Anual de la Población, calculadas con la fórmula $P_f = P_i * e^{r \cdot t}$, donde P_i y P_f representan la población inicial y final, respectivamente, de cada período; t es el intervalo de tiempo considerado en años y r es la tasa media anual de crecimiento. Según esta fórmula la tasa media de crecimiento del período 1982 - 1992 es 1,64.

Indicadores biodemográficos:

La Tasa de Natalidad descendió entre 1990 y 1997 desde 23,5 a 18,7 por mil habitantes, en tanto, la Tasa de Mortalidad presenta un descenso desde 6,0 a 5,4 por mil habitantes en el mismo período, según el Ministerio de Salud. La Tasa de Mortalidad Infantil de menores de 5 años: (Minsal como el INE tienen estadísticas de mortalidad de 1 a 4 años a 1997) es de 0,45 por mil habitantes de 1 a 4 años. La Esperanza de Vida al Nacer para el quinquenio 1995 - 2000 es de 75,21 años, la de los hombres 72,28 años y la de mujeres 78,26 años.

Lograr la disminución de la desnutrición infantil (menores de 6 años), ha significado proteger a un importante número de niños de un grave riesgo para su pleno desarrollo físico e intelectual. Entre 1994 (año en que se comienza a usar las tablas NCHS/OMS), se observa una disminución de 0,7 a 0,6% de menores de 6 años desnutridos y de 3,39 a 2,95% de niños con riesgo de desnutrición.

Entre 1990 y 1998, la Tasa de Alfabetismo aumentó desde 93,7 a 95,4%. Así, Chile permanece entre los países con mayor porcentaje a escala internacional.



2.5 Caracterización de la situación económica nacional

Durante la década de los noventa, el país mantuvo un proceso de crecimiento económico en un marco de estabilidad, con grados crecientes de integración a la economía mundial. Este proceso, interrumpido en 1999, debido a las repercusiones de la crisis económica internacional y a la aplicación de una política de ajuste del gasto en el plano interno, será retomado en el año 2000, para el que se prevé un crecimiento en torno al 5% del PIB.

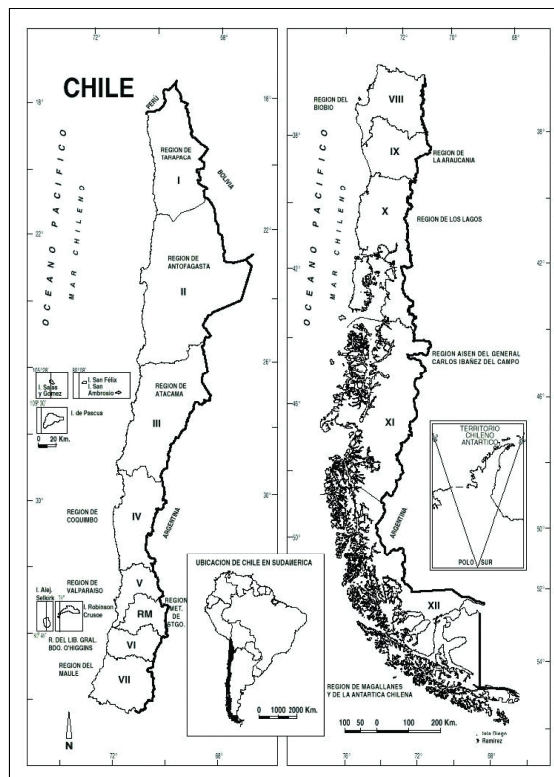
En el plano internacional la economía chilena presenta un alto desarrollo en América Latina en los años '90, situándola entre las 10 economías emergentes mejor evaluadas del mundo.

En el ranking de Indicadores de Desarrollo Económico para el año 1998, elaborado por el Banco Mundial, Chile se encuentra ubicado en el número 71 con US\$ 4.810 PNB per cápita. (NOTA: falta por agregar el ranking de desarrollo del BIRD)

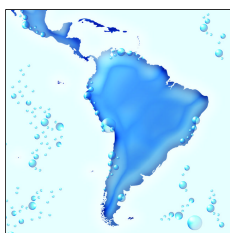
Según el Índice de Desarrollo Humano, Chile es un país de desarrollo intermedio en el mundo, situándose en el primer lugar de vanguardia en el contexto latinoamericano. Sobre la base de la Información de Naciones Unidas el país pasó del lugar 38 que tenía en 1994 al 33 en 1996, superando a 140 países, y, de acuerdo al último informe, durante 1999 se alcanzó el lugar N.º 34, mostrando una tendencia general de desarrollo.

Según los datos del Banco Mundial el PNB del año 1998 de Chile fue de US\$ 71.294 millones, ubicándose en el lugar N.º 42 a escala mundial. Por su parte, el PNB per cápita para el año 1998 fue de US\$ 4.810, lo que ubicó al país en el N.º 71 del ranking mundial. De acuerdo a estas cifras Chile se encuentra cercano al promedio mundial que alcanza a US\$ 4.890 y supera en más de un 20% al promedio de los países de Latinoamérica y Caribe que es de US\$ 3.940. Por otro lado, el PIB per cápita, ascendió a US\$ 5.210.

Figura 1
Mapa político de Chile



Nota: Con números romanos se señalan las Regiones Administrativas en que se divide el país



Durante el período 1990 -1998 la expansión de la economía ha alcanzado una tasa promedio de crecimiento del 7,3% anual, totalizando un incremento de 89,7% entre 1989 y 1998. (NOTA: el ingreso promedio por habitante se considera sinónimo del PNB per cápita)

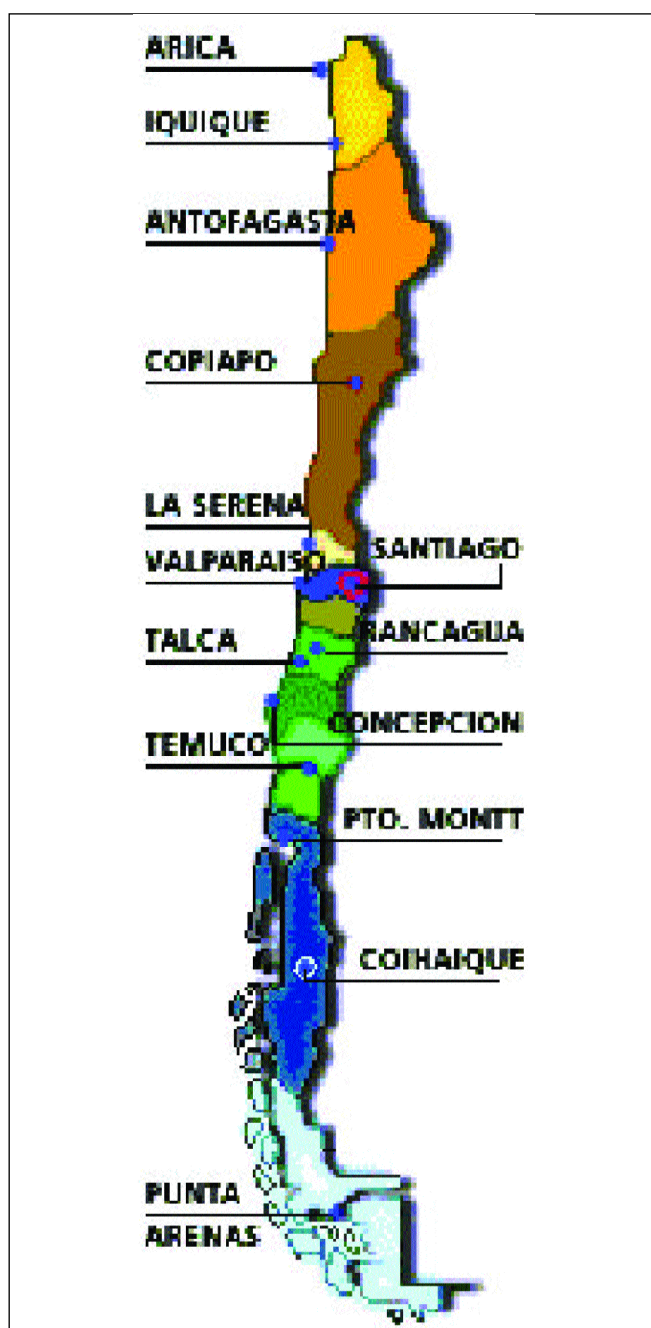
Población por debajo del umbral de pobreza:

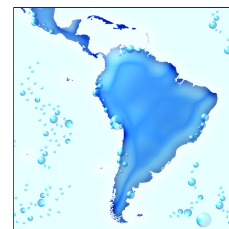
Entre 1990 y 1998, la incidencia de la pobreza se redujo desde 38,6 a 21,7% de la población. En 1998, la pobla-

ción en situación de pobreza bordeaba los 3 millones 160 mil personas.

La tasa de desocupación, durante el período 1990 - 1998, que considera a la población de 15 años y más que en últimos 2 meses hicieron esfuerzos concretos para encontrar, ha fluctuado entre 6,1% en 1997 y 7,8% en 1994, siendo la tasa de desocupación de las mujeres superior a la de los hombres, en todo el período. Durante 1998, ésta aumentó a 6,2% como consecuencia de las repercusiones internas de la crisis internacional y de la política de ajuste.

Figura 2
Ubicación de ciudades principales





3. Manejo Integrado de los Recursos Hídricos

3.1 Las vertientes y cuencas hidrográficas

Chile, en su larga extensión, presenta una gran variedad de sistemas hidrográficos, con un gran rango de variación de las precipitaciones, regímenes y períodos de caudales máximos. Entonces se divide a Chile en tres grandes zonas, según el "Inventario de los Recursos Hídricos y Su Utilización", confeccionado por CEPAL:

a) Sistema Hidrográfico Pacífico Seco:

La porción chilena de este sistema, cuya extensión total abarca además toda la vertiente occidental de la sierra peruana y el sur de Ecuador, está constituida por el Norte Grande y Norte Chico de Chile. Esta zona está limitada por la frontera con Perú por el norte (18° S), abarcando hasta la cuenca del Limarí por el sur (31° S), entre la divisoria de aguas en la Cordillera de Los Andes por el este y por el Océano Pacífico por el oeste. En este sistema se desarrolla la zona más árida de Latinoamérica, caracterizada por sus desiertos marginales costeros. La hidrografía se caracteriza por un sistema de valles transversales (en dirección este - oeste) con ríos de corto recorrido y caudales poco abundantes, pero que por efecto de las lluvias convectivas que ocurren en el altiplano adquieren en algunos veranos un carácter aluvional.

Existe un área adyacente de 10.459 [Km²] en el interior, sobre la Cordillera de Los Andes, cuyo sistema hidrográfico no corresponde a éste, ya que corresponde a cuencas que aportan hacia, o desde, territorio extranjero, especialmente Bolivia, o bien, por cuencas endorreicas íntegramente dentro del territorio de Chile. No se consideran en los análisis futuros por su poca importancia en área y cantidad de recursos, además del escaso control sobre ellos por su locación extrema.

El clima predominante es el árido, en sus subtipos desértico y estepario. También existe clima frío en el altiplano, en sus subtipos gélido en las partes altas y seco de alta montaña en las pampas altiplánicas.

Las temperaturas del aire son relativamente bajas en la franja costera, si se considera la latitud, desde unos 18,7 [°C] en Arica hasta 14,9 [°C] en La Serena. Las temperaturas son bastante homogéneas producto del efecto regulador del océano. En la faja central las medias anuales también son bajas relativas a la latitud, debido a las grandes oscilaciones térmicas (hasta 30 [°C]

en época invernal). Por último, en la altura (por sobre los 3000 msnm) las medias descienden a valores bajo 10 [°C].

b) Sistema Hidrográfico Chile Central:

Esta zona se encuentra entre los 31° S y los 37° 30' S, es decir, desde la cuenca del río Choapa hasta la del Biobío, entre la divisoria de aguas en la Cordillera de Los Andes por el este y el Océano Pacífico por el oeste. La hidrografía está caracterizada por ríos de corto recorrido y alta pendiente que fluyen de este a oeste por valles transversales que llegan hasta el mar.

El clima está marcado por las variaciones de altitud, tanto longitudinales como transversales. Por tanto hay zonas de clima templado en el centro y costa de la parte sur, seco en el valle longitudinal central y costa de la parte norte y gélido de alta montaña en la franja cordillerana.

La temperatura del aire disminuye con la latitud, con un retraso en la faja costera por el efecto amortiguador del océano. En el valle central existe además una gran oscilación térmica anual y diaria, efecto que se amortigua hacia el litoral.

c) Sistema Hidrográfico Pacífico Sur:

La parte chilena de este sistema está comprendida entre la cuenca del río Imperial (37° 30' S) y el extremo del continente en el Cabo de Hornos por el sur (56° 30' S), entre la divisoria de aguas por el este y el Océano Pacífico por el oeste. El resto del sistema está compuesto por algunas provincias argentinas. La hidrografía de esta zona se presenta como ríos de más corto recorrido que en las otras zonas ya que el relieve va progresivamente hundiéndose en el mar, penetrando a través de numerosos canales, transformando la porción occidental del sistema en un sinnúmero de islas.

El clima varía entre gélido en los hielos eternos de la alta montaña y templado hacia el poniente, variando a templado marítimo hacia la zona austral.

La temperatura del aire disminuye de norte a sur por efecto de la latitud. Las oscilaciones térmicas anuales no superan los 10 [°C] por el efecto del mar que penetra hasta la Cordillera de Los Andes.

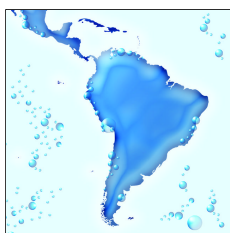


Tabla 1
Principales cuencas hidrográficas de Chile

Sistema Hidrográfico	Nombre	Región Administ.	Superficie			Precipitación		Escorrentía	
			[Km ²]	[m ³ /s]	[mm/año]	[m ³ /s]	[mm/año]		
Pacífico Seco	Cuencas altiplánicas	I	10.272	76,9	236	9,18	28,2		
	Lluta	I	3.447	19,7	180	1,44	13,2		
	San José	I	3.070	7,67	78,8	0	0		
	Camarones	I	4.767	14,1	93,3	0,59	3,90		
	Pampa del Tamarugal	I	18.005	27,3	47,8	0	0		
	Loa	II	33.865	42,6	39,7	0,59	0,55		
	Puna de Atacama	II	5.050	30,7	192	0	0		
	Salar de Atacama	II	14.767	33,1	70,7	0	0		
	Cuencas endorreicas**	II	68.877	38,3	17,5	0,04	0,02		
	Pan de Azúcar	III	6.765	4,32	20,1	0	0		
	Salado	III	7.575	4,73	19,7	0,01	0,04		
	Copiapó	III	18.800	56,1	94,1	0,12	0,20		
	Huasco	III	9.857	54,8	175	1,72	5,50		
	Elqui	IV	9.645	54,6	179	0,24	0,78		
	Limarí	IV	11.760	102,0	274	7,50	20,1		
Otras		64.056	164,5	81,0	10,6	5,21			
TOTAL SISTEMA		290.578	731,5	79,4	32,0	3,48			
Chile Central	Choapa	IV	7.600	78,6	326	13,1	54,4		
	Petorca	V	1.964	15,8	254	0	0		
	Ligua	V	2.053	19,3	296	0	0		
	Aconcagua	V	7.575	127	529	30,8	128		
	Maipo	V-R.M.	15.157	319	664	100	207		
	Rapel	VI	13.710	417	959	174	400		
	Mataquito	VII	6.312	283	1.414	171	854		
	Maule	VII	20.865	973	1.471	569	860		
	Itata	VIII	11.385	560	1.551	361	1.000		
	Biobio	VIII	24.782	1.486	1.891	1.004	1.278		
	Otras****		22.594	682	952	358	500		
TOTAL SISTEMA		133.997	4.961	1.168	2.780	654			
Pacífico Sur	Imperial	IX	12.085	628	1.639	408	1.065		
	Toltén	IX	8.040	732	2.871	583	2.287		
	Valdivia	X	11.320	960	2.674	748	2.084		
	Bueno	X	15.297	1.137	2.344	879	1.812		
	Puelo	X	8.916	841	2.975	712	2.518		
	Yelcho	X	11.515	1.060	2.903	806	2.207		
	Palena	XI	15.135	1.238	2.580	1.023	2.132		
	Aisén	XI	11.427	813	2.244	650	1.794		
	Baker	XI	26.726	1.491	1.759	1.133	1.337		
	Tierra del Fuego	XII	27.316	1.411	1.629	1.105	1.276		
	Otras*****		228.274	22.662	3.131	19.557	2.702		
TOTAL SISTEMA		376.051	32.973	2.765	27.604	2.315			
TOTAL PAÍS		800.626	38.665	1.523	30.416	1.198			

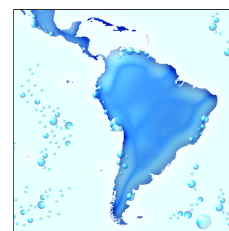
* Corresponde a escorrentía sobrante, descontados consumos de riego fundamentalmente

** Incluye las cuencas arreicas del desierto de Atacama

*** Incluye cuencas costeras, endorreicas, fronterizas y compartidas con el Perú

**** Incluye cuencas costeras

***** Incluye cuencas costeras, islas de Chiloé y sus alrededores, Archipiélago de las Guaitecas y de los Chonos, islas al sur del canal Beagle y resto de las islas de la zona de los canales



La Tabla 1 muestra las principales cuencas de los sistemas recién descritos, asociando a cada una indicadores del balance hídrico, de modo de tener un índice de las condiciones hidrográficas que predominan en el país.

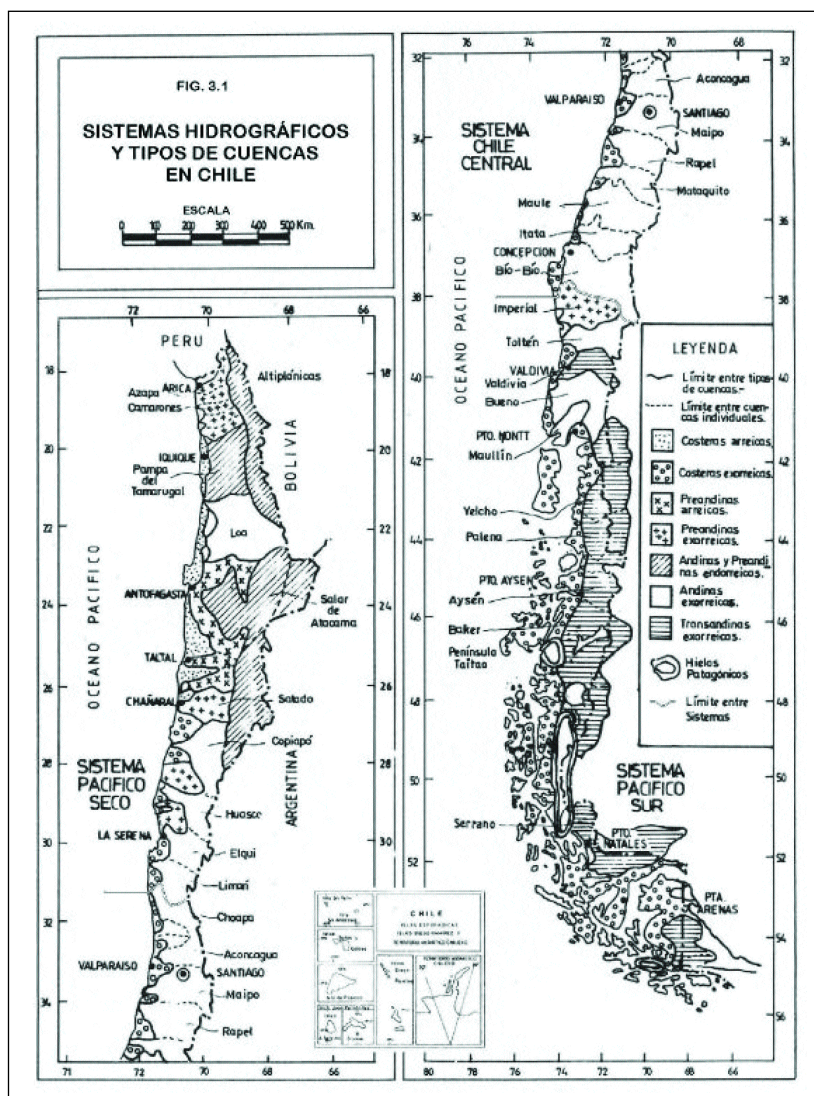
La Figura 3 corresponde al resumen de los tipos de cuencas existentes en Chile, divididas según su lugar de origen (costeras, preandinas, andinas y trasandinas) y si existe o no descarga al mar, es decir, endorreica o exorreica, o simplemente si no hay flujo (arreica).

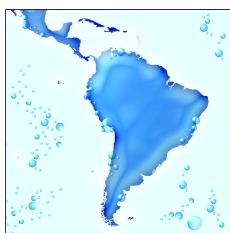
El Gobierno unitario del país, centralizado, no cuenta con una estructura de manejo de cuencas; todos los recursos son administrados de forma única a través del Poder Ejecutivo y sus Ministerios. En particular para el recurso hídrico, la autoridad está conferida al Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección General de Aguas, que a su vez cuenta con Secretarías Regionales Ministeriales. Sin embargo, existe competencia sobre los recursos por parte de autoridades, como la Comisión Nacional del Medio

Ambiente, la Superintendencia de Servicios Sanitarios, los Servicios de Salud, el Servicio Agrícola y Ganadero, el Servicio Nacional de Pesca, la Dirección General del Territorio Marítimo y el Ministerio de Bienes Nacionales, por lo que no se puede englobar la autoridad en una sola institución. En el ámbito de los usuarios, se cuenta con una estructura administrativa más definida, encarnada en juntas de vigilancias y asociaciones de canalistas o usuarios de obras de extracción, los cuales sólo son a nivel de tramos de ríos y no comprenden ninguna integración a nivel de cuenca, ni por sectores de uso o fuente del recurso (superficial o subterránea).

En el capítulo referido a la estructura administrativa y el marco legal e institucional vigente se mencionarán las nuevas proposiciones que apuntan a la creación de nuevas autoridades para la gestión del recurso hídrico, organizadas como corporaciones autónomas administrativas de cuencas, dentro del mediano plazo.

Figura 3
Sistemas hidrográficos y tipos de cuencas en Chile





3.2 La disponibilidad de recursos hídricos

3.2.1 Disponibilidad relacionada con el clima

Para la caracterización a escala nacional de las precipitaciones, se usaron registros de 30 años, comprendidos entre 1951 y 1980, salvo en las regiones I y II en el norte del país donde se trabajó con 20 años (1961 - 1980) debido a la falta de registros estadísticos completos (ver figura 4). Los resultados entregados por esta información revelan varios rasgos significativos en la distribución espacial y temporal de las precipitaciones. Éstos tienen como origen principal la latitud, el relieve y otras variables atmosféricas. Los principales son:

- La existencia de dos regímenes de precipitación: uno de precipitaciones estivales relacionado con el régimen de circulación de la baja térmica continental, dando origen a pluviosidad de origen convectivo, y otro al sur de los 25° 30' de latitud sur con precipitaciones invernales de carácter frontal, apreciándose una mayor penetración de perturbaciones al debilitarse el anticiclón del pacífico suroriental.
- La distribución latitudinal de las precipitaciones, estudiada tanto a nivel costero como en los cordones cordilleranos, presenta un mínimo en los 25° 30' S aproximadamente, registrando valores de 0 y 100 mm anuales en la costa y Cordillera de Los Andes respectivamente, y un máximo en los 47° de latitud sur con 7000 mm anuales en el sector costero.
- La fluctuación interanual de las precipitaciones muestra una mayor variabilidad de las precipitaciones en las zonas áridas y semiáridas del norte del país (regiones I a IV). Al sur de los 37° S el régimen de precipitaciones se vuelve más homogéneo durante el año.
- El relieve tiene un papel regulador en la distribución de precipitaciones desde la costa hacia el interior, ya que fuerza el ascenso de los vientos predominantes del oeste, aumentando la pluviosidad en barlovento y generando una zona de sombra pluviométrica en el lado oriental de los cordones montañosos, tal como se observa en los sectores trasandinos de las regiones australes, donde las precipitaciones costeras por la presencia de la Cordillera de la Costa son significativamente mayores que al interior del territorio. También, permite la ocurrencia de precipitaciones nivales en la Cordillera de Los Andes, influyendo decisivamente en el régimen hidrológico de importantes ríos.

Sobre la base de estos rasgos se pueden especificar las características de precipitaciones en cada sistema hidrográfico:

- Sistema Hidrográfico Pacífico Seco: Presenta escasas preci-

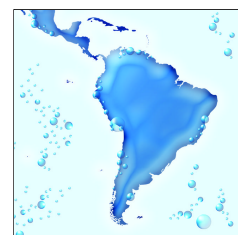
pitaciones, pero las que ocurren tienen distintos orígenes. En el litoral predomina el efecto de la camanchaca (niebla espesa y baja), que aporta con su alto contenido de humedad. Al interior existe el desierto puro, prácticamente sin precipitaciones y cielos regularmente despejados. Hacia la cordillera, con el aumento de altura (sobre los 3000 msnm), el recalentamiento estival de la montaña favorece las precipitaciones al producir movimientos convectivos en las masas de aire, originando el llamado "invierno altiplánico".

- Sistema Hidrográfico Chile Central: En esta zona se concentran las precipitaciones en el invierno, entre mayo y agosto, y aumentan de norte a sur progresivamente. Su origen es frontal, acentuado por el efecto del relieve, por lo que se aprecia una distribución de lluvias más concentrada en las vertientes occidentales de los cordones montañosos. Esta zona está particularmente afectada por la variabilidad interanual.
- Sistema Hidrográfico Pacífico Sur: al sur de la zona de mayores variaciones interanuales y estacionales, este sistema presenta lluvias continuas y abundantes todo el año, con un máximo entre mayo y julio. Predomina el efecto del relieve, ingresando humedad marina al continente a través de los vientos del oeste. A medida que se avanza hacia el sur se observa una tendencia a la existencia de dos mínimos en las precipitaciones, durante octubre y febrero.

Con respecto a la evaporación potencial, ésta se ha medido a través de 139 estaciones evaporimétricas, durante un período de registro contemporáneo al de precipitaciones. La distribución espacial de la evaporación potencial está determinada principalmente por la temperatura, llegando a valores del orden de 3000 mm/año en el Desierto de Atacama, en el norte del país, y descendiendo hacia el sur hasta alcanzar los 650 mm/año en Punta Arenas, sobre el Estrecho de Magallanes, existiendo altibajos debido a situaciones locales.

El principal aspecto de la evaporación reside en lo que corresponde a la evapotranspiración real, la cual es la mostrada en el mapa de isolinéas adjunto (ver figura 5). Esta componente es obtenida mediante el balance hídrico de las zonas estudiadas.

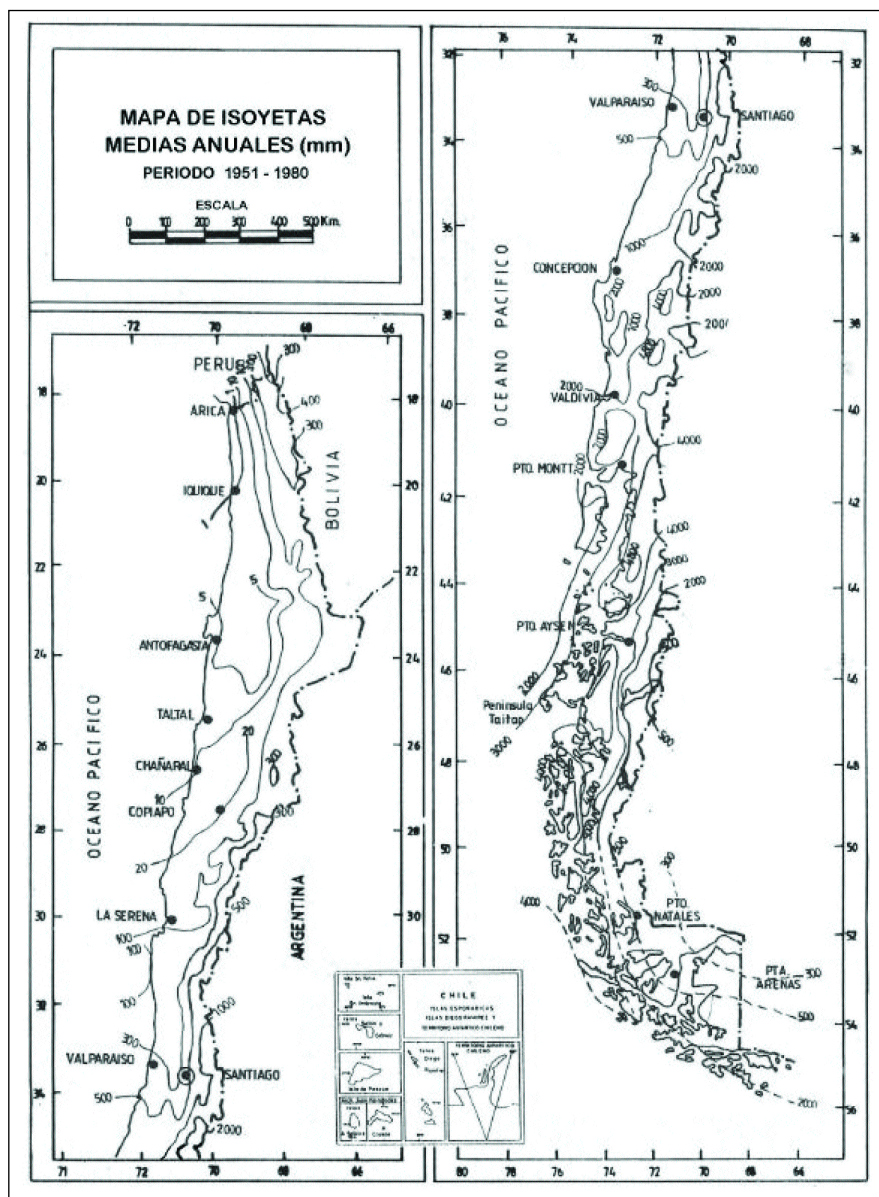
En el Sistema Hidrográfico Pacífico Seco, las isolinéas de evapotranspiración real son coincidentes con las isoyetas en la franja costera e interior. Sólo en la alta montaña existe un excedente de lluvia que no evapora y escurre, por sobre los 4000 msnm, donde se registra evapotranspiración entre 150 y 250 mm/año. Al dirigirse al sur, llegando a los 31° S, donde ya las precipitaciones pueden alcanzar los 500 mm/año en la cordillera, la evapotranspiración bordea los 300 mm/año.



Más al sur, en el Sistema Hidrográfico Chile Central, las isólinas se van ordenando paralelas a los cordones montañosos, existiendo un máximo a los pies de la cordillera y disminuyendo hacia este y oeste. Este máximo pierde relevancia al sur de los 35° S. La disminución hacia el oeste se produce por la mayor humedad marina que altera los procesos evapo-

transpirativos del agua precipitada, y hacia el este la menor temperatura de la alta montaña no da condiciones para una mayor evaporación. Los valores en la costa varían entre los 200 mm/año a los 32° S y los 600 mm/año a los 37° S, con un aumento hacia el interior de unos 200 mm/año, sin considerar los efectos de las superficies regadas.

Figura 4
Mapa de isoyetas medias anuales (mm)



Por último, en el Sistema Hidrográfico Pacífico Sur se registra una continuación de lo experimentado en la parte sur del Sistema Chile Central, para cambiar hacia el sur a una distribución de isólinas longitudinal a la Cordillera de Los Andes, presentándose en el sector de los canales el máximo de 500

mm/año, y un mínimo en los Campos de Hielo, con valores inferiores a los 300 mm/año. Tal como en todo el país, el sector trasandino muestra disminución progresiva hacia el oriente de la evapotranspiración, a medida que varían los valores de las precipitaciones.

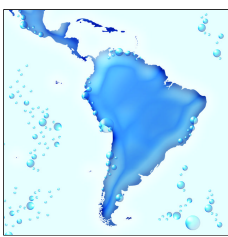
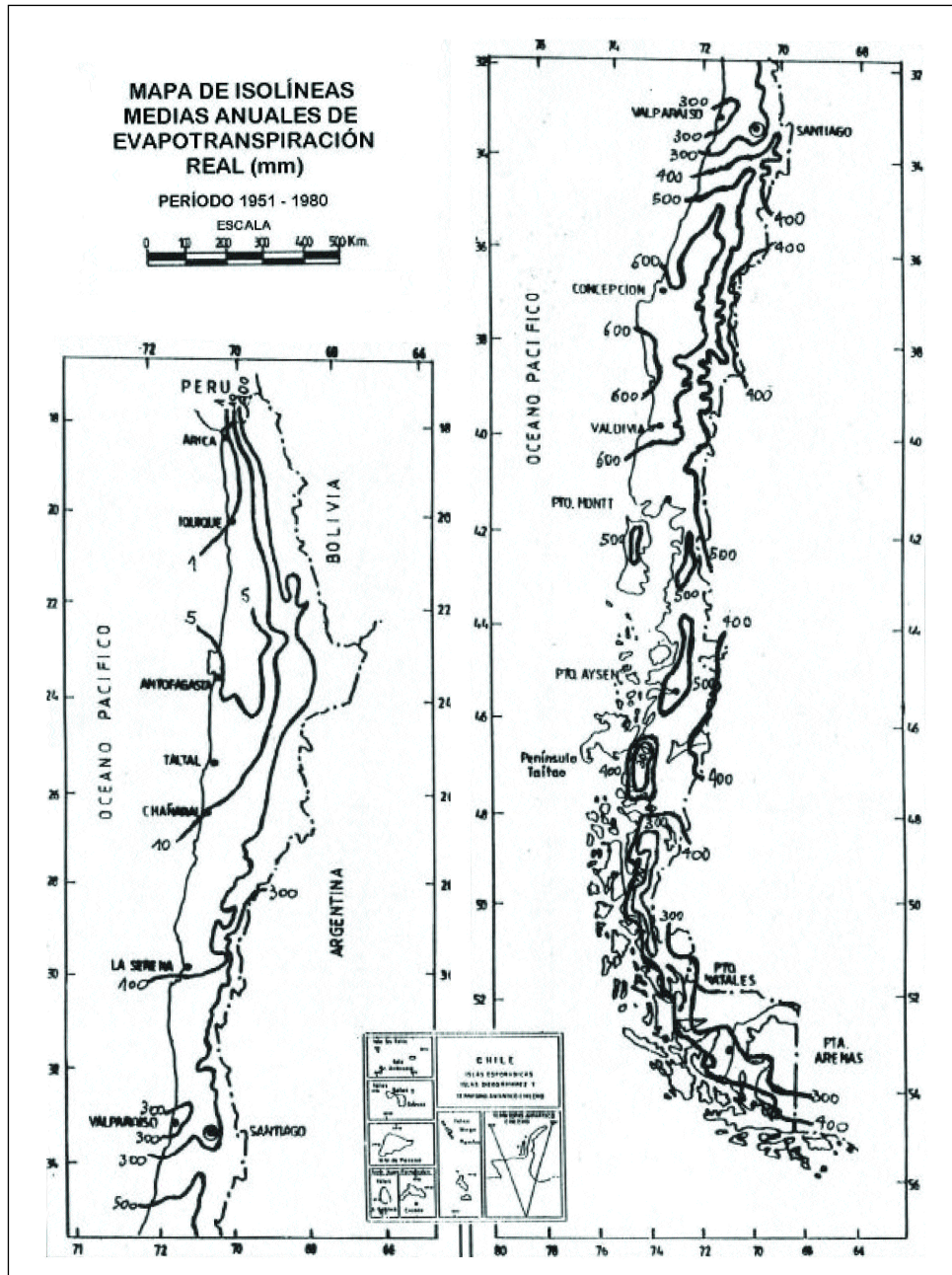
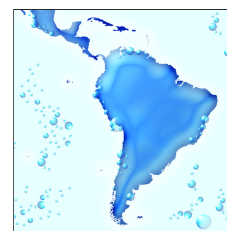


Figura 5
 Mapa de isolíneas medias anuales de evapotranspiración real (mm), período 1951-1980.



Cabe distinguir lo que es la evapotranspiración en superficies regadas, la cual se ha caracterizado para las áreas de esta naturaleza entre las V y VIII Regiones. En la cuenca del río Aconcagua la evapotranspiración de zonas de riego es de 700 a 800 mm/año entre la costa y el valle central, en tanto que asciende a valores entre 800 y 900 mm/año en su parte superior. Más hacia el sur, entre las cuencas del Maipo y el Mataquito, todas las zonas de riego presentan valores entre 700

y 800 mm/año. La gran cantidad de zonas regadas en la cuenca del Maule presenta niveles de evapotranspiración entre 800 y 900 mm/año en todas las formas de relieve. En la cuenca del río Itata, la zona costera y norte presenta valores entre 700 y 800 mm/año, pero en el valle central más hacia el sur sólo alcanza entre 600 y 700 mm/año. Esto ocurre producto de la existencia de un microclima en la zona adyacente a la ciudad de Chillán.



3.2.2 Disponibilidad de recursos hídricos superficiales

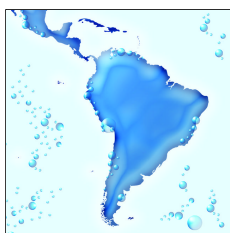
La distribución espacial de los caudales específicos sigue en líneas generales las mismas tendencias que las precipitaciones. El rango de variación tiene su origen en el mayor rendimiento hídrico de las cuencas de montaña con relación a los valles, en efectos locales del relieve o el carácter trasandino de algunas cuencas de la zona austral.

- Sistema Hidrológico Pacífico Seco: La escorrentía tiene su máximo durante el período estival, cuando ocurren las precipitaciones del altiplano. En este sentido, el régimen predominante de estas cuencas es estrictamente pluvial. Sin embargo, las condiciones extremas de temperaturas, precipitaciones y humedad del suelo en las zonas áridas y semiáridas hacen que una baja fracción de la precipitación llegue a los cauces, o simplemente existen cauces que se secan en algunas temporadas del año.

Tabla 2
Valores característicos de caudales en las principales cuencas de Chile

Sistema	Cuenca	Río	Estación	Q (50%) [m³/s]	Q (80%) [m³/s]	
Pacífico Seco	Lluta	Lluta	No Especificada	2,03	1,38	
	Lauca	Lauca	Estancia El Lago	0,35	0,44	
	Camaronos	Camaronos	Conanoxa	0,49	0,57	
	Loa	Loa	Yalquincha	2,32	1,37	
	Salado	Salado	Sifón Ayquina	0,39	0,53	
	Copiapó	Copiapó	Lautaro	1,21	0,69	
	Huasco	Huasco	Algodones	3,47	1,37	
	Elqui	Elqui	Algarrobal	7,49	3,70	
	Limarí	Hurtado	Embalse Recoleta	1,38	0,41	
Puntilla San Juan			7,16	2,75		
Chile Central	Choapa	Illapel	Huintil	2,23	0,89	
		Choapa	Salamanca	6,28	2,07	
	Ligua	Alicahue	Collihuay	1,06	0,45	
	Aconcagua	Aconcagua	Chacabucito	30,6	19,8	
		Putando	Resguardo Los Patos	6,98	3,51	
	Maipo	Maipo	El Manzano	102	70,2	
		Mapocho	Los Almendros	5,58	3,07	
	Rapel	Tinguiririca	Bajo Los Briones	46,4	34,3	
	Mataquito	Teno	Después de Jta. Los Claros	50,8	33,8	
	Maule	Maule	Armerillo	256	186	
		Claro	Talca	64,2	41,7	
	Itata	Itata	Cholgúan	45,0	31,0	
			Chillán	Esperanza	14,4	10,3
			Ñuble	San Fabián	110	70,0
Bio Bio	Laja	Tucapel	175	128		
		Biobio	Rucalhue	400	330	
		Malleco	Collipulli	28,0	22,0	
Pacífico Sur	Imperial	Quepe	Vilcún	34,0	25,0	
		Cautín	Rari-ruca	102	78,0	
	Toltén	Toltén	Villarrica	270	210	
	Valdivia	San Pedro	Desagüe Embalse Riñihue	412	323	
	Bueno	Bueno	Trumao	450	350	
	Yelcho	Futalefu	Futalefu	326	263	
	Palena	Palena	Palena	110	76,0	
	Aysén	Blanco	Bajo Junta Riesco	306	249	
	Baker	Baker	Colonia	828	703	
Pascua	Pascua	Desagüe Lago O'Higgins	625	590		

Fuente: Basado en DGA, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", 1996 y DGA, "Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile", 1992



- Sistema Hidrológico Chile Central: En esta zona existen grandes reservas nivales de recursos hídricos, por lo que el caudal durante el período de deshielo, entre octubre y marzo, representa un gran porcentaje de la escorrentía anual. Los valores de los coeficientes de escorrentía aumentan producto de mejores condiciones atmosféricas y de los suelos (entre 0,4 y 0,6). Numerosas cuencas presentan regímenes mixtos, con máximos en invierno y primavera - verano respectivamente. Los ríos evolucionan de un régimen nival en las nacientes a pluvial hacia la desembocadura.
- Sistema Hidrológico Pacífico Sur: Las condiciones de mayor humedad y las temperaturas en disminución aumentan los valores de los coeficientes de escorrentía a valores cercanos a 0,9. Esto es producto de las pocas pérdidas evapotranspirativas que ocurren en la zona. Los regímenes en el extremo norte tienen más predominancia nival, ganando importancia las lluvias hacia el sur, ya que nieves y glaciares no resulta un aporte inmediato a la escorrentía. Existen numerosos lagos que introducen una regulación natural en los ríos de la X Región, aminorando las crecidas de invierno y compensando las bajas de primavera - verano, generando un régimen muy regular.

En la tabla 2 se muestran valores característicos de caudales de cuencas seleccionadas en todo Chile. En ella se incluyen los caudales con probabilidades de excedencia de 50% y 85%, representando condiciones normales y secas respectivamente. Por otra parte, la figura 6 muestra la red de drenaje de las cuencas.

En Chile, la forma como se han otorgado los derechos de aguas permite el uso completo de los recursos que circulan por los cauces, por lo que las cuencas con escasez de aguas no tienen asegurada la existencia de algún caudal mínimo para los períodos de estiaje. De igual forma, tampoco se han hecho consideraciones tomando en cuenta los ecosistemas relacionados con los cauces, tal como se detalla más adelante al analizar la legislación.

■ 3.2.3 Disponibilidad de recursos hídricos subterráneos

Las formaciones acuíferas conocidas en el país corresponden básicamente a sedimentos cuaternarios no consolidados de origen fluvial, fluvio-glacial, aluvial, aluvional, laháricos y otros, que rellenan los valles delimitados por formaciones impermeables terciarias, mesozoicas y paleozoicas. Son acuíferos en general libres o semiconfinados con niveles estáticos poco profundos (menores que 50 metros), y de características granulométricas muy heterogéneas aún cuando predominan acuíferos de productividad elevada (ver figura 7 para ver niveles piezométricos en el país).

Se distinguen tres provincias hidrogeológicas: altiplánica, andina vertiente pacífico y cuencas costeras.

La **provincia altiplánica** considera dos tipos de acuífe-

ros. Los primeros se desarrollan en formaciones cuaternarias - terciarias de rocas volcánicas de permeabilidad secundaria que permiten la infiltración del recurso en las cuencas superiores. Los segundos se ubican en sectores bajos y son acuíferos de sedimentos no consolidados de tipo fluvial, aluvial o lacustre. Normalmente en estas últimas zonas se presentan salares. Los acuíferos no consolidados tienen en general una elevada productividad y calidad de agua aceptable mientras no alcanzan las zonas con salares, y revisten gran interés para el abastecimiento de demandas domésticas y mineras.

La **provincia andina vertiente pacífico** está dividida en cinco subprovincias:

- Subprovincia Norte Grande: incluye acuíferos formados por rellenos cuaternarios adyacentes a los escasos cauces superficiales de la zona; el gran sistema acuífero de la Pampa del Tamarugal, un extenso y potente relleno aluvional terciario y cuaternario; y el sector del Desierto de Atacama, con sistemas acuíferos aluviales de características poco favorables para su explotación por su escasa recarga.
- Subprovincia Valles Transversales: en este sector los acuíferos están constituidos por rellenos cuaternarios fluviales adyacentes a los cauces de los ríos, proviniendo su alimentación de la infiltración de los recursos superficiales. En general, son acuíferos libres de elevada productividad.
- Subprovincia Central - Sur: ubicada entre los 33° S y 42° S, esta zona está ligada a la unidad fisiográfica de la Depresión Intermedia, no restringida por los cauces de los ríos. Las napas se alimentan de distintas fuentes, y el material constitutivo corresponde a rellenos cuaternarios no consolidados, provenientes de acarrees fluviales y fluvio-glaciales. En general son acuíferos libres, aunque existen situaciones de confinamiento debido a la existencia de estratos impermeables arcillosos y/o volcánicos.
- Subprovincia Zona de los Canales: ubicada entre los 42° S y 56° S, se caracteriza por la poca cantidad de recursos subterráneos debido al afloramiento de rocas metamórficas y plutónicas impermeables y carentes de permeabilidad secundaria. Sólo existen pequeñas acumulaciones de depósitos glacio-fluviales cuaternarios de buenas condiciones.
- Subprovincia Pampa Magallánica: en esta zona existen depósitos fluvio - glaciales y fluviales en capas permeables de poca potencia. Se han explotado acuíferos surgentes formados por areniscas terciarias en torno al Estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego.

La provincia de cuencas costeras incluye aquellas de vertientes pacífico sin respaldo andino, nacientes en la Cordillera de la Costa. Está dividida en dos subprovincias: Costeras Arreicas y Costeras Exorreicas. La primera incluye aquellas en el Norte Grande que no presentan ningún tipo de escurrimiento por la ausencia de recursos hídricos; la segunda

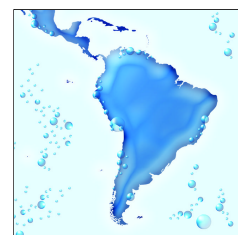
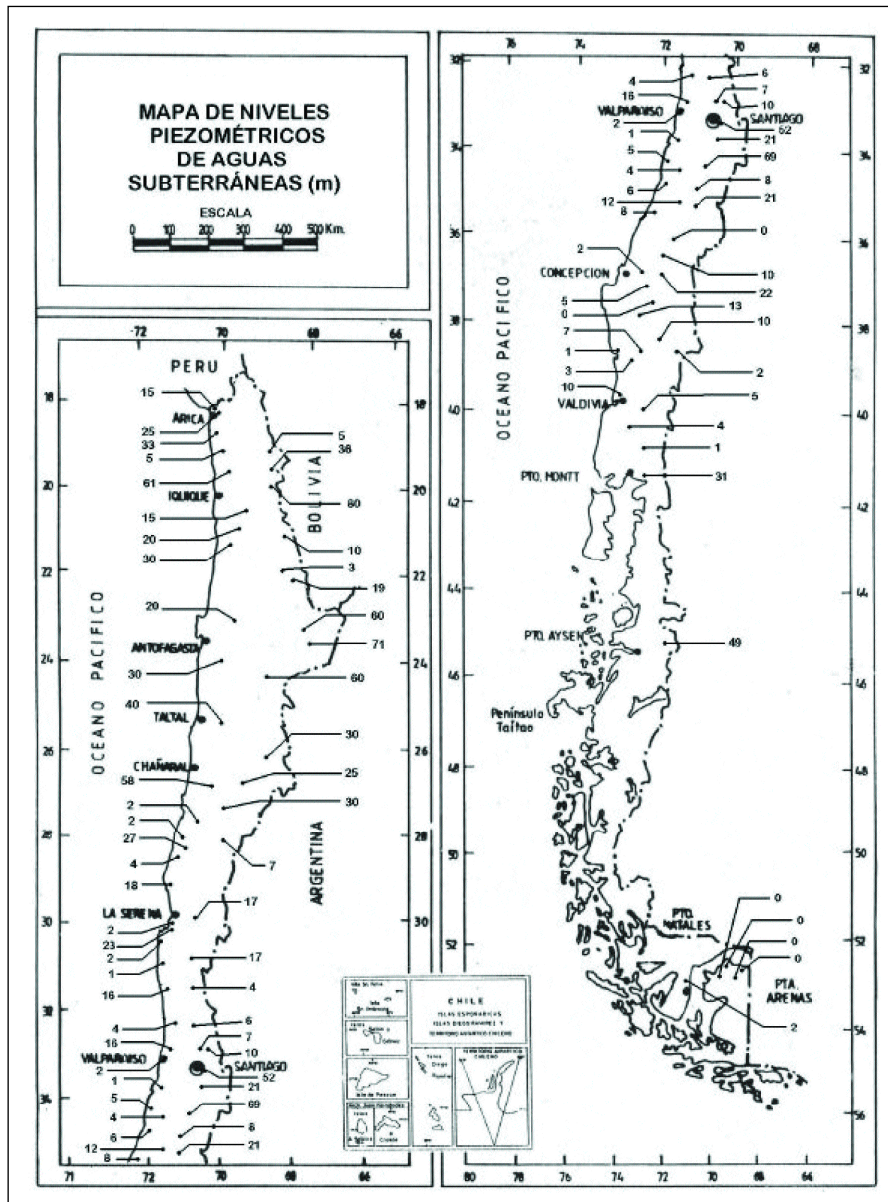


Figura 6
Mapa de cuencas hidrográficas de Chile.



corresponde a los acuíferos frente a los valles transversales y al sector centro - sur del país, libres, de productividad baja o mediana, de espesor inferior a 100 m, y su uso está limitado por la intrusión salina en las napas.

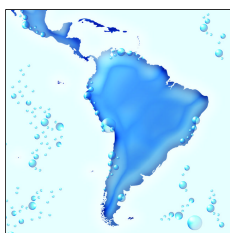
Los recursos subterráneos se han cuantificado a través de las recargas a la napa producto de infiltraciones de precipitaciones, de ríos, de riego a través de canales, desde embalses, etc., y flujos propios del agua subterránea. Los siguientes son los volúmenes y flujos más relevantes:

Provincia altiplánica: no existen mediciones en estos acuíferos, aunque se ha demostrado su existencia pero no se ha podido lograr su extracción eficiente.

Provincia andina vertiente pacífico:

Subprovincia Norte Grande:

- Pampa del Tamarugal: cuenta con recargas de 1 [m³/s], las cuales provienen de las quebradas de Aroma, Tarapacá, Quipisca y Juan de Morales;
- Cuenca del Loa: cuenta con 1,28 [m³/s] de aportes provenientes de la ribera oriental del río, los cuales luego sirven como aportes al río aguas abajo, alcanzando valores de 0,92 [m³/s] en el tramo Yalquincha-Chintoraste;
- Salar de Atacama: recibe una recarga permanente desde los sectores Norte y Este, proveniente de la Cordillera de



Los Andes. Además recibe unos 0,250 [m³/s] de excedentes de riego y aguas no utilizadas del río San Pedro. Se estima que en los acuíferos se almacenan 230 m³ por cada kilómetro de ancho con una recarga de 1,9 [m³/s].

Subprovincia Valles Transversales:

- Cuenca del Copiapó: recibe una recarga de 2,25 [m³/s], provenientes en un 80% del mismo río, un 18% a entradas subterráneas y un 2% a infiltraciones del embalse Lautaro;
- Cuenca del Elqui: dentro del sector se distinguen 6 sectores hidrogeológicos, que suman un almacenamiento total de 134,7 millones de m³, con caudales subterráneos que llegan hasta los 0,24 [m³/s].
- Cuenca del Limarí: muy relacionado con los embalses en superficie, existen embalses subterráneos que contendrían 62 millones de m³.

Subprovincia Central - Sur:

- Cuenca del Aconcagua: cuenta con 21,2 millones de m³ almacenados, recargado principalmente desde el río Aconcagua y otros cauces;
- Cuenca del río Maipo: existen numerosos caudales en las distintas zonas homogéneas que se han definido en el valle, pero muy pequeños cada uno para ser individualizados; destaca el caudal de 5,578 [m³/s] en la sección principal de los ríos Maipo y Mapocho, el cual va paulatinamente aflorando al sur - poniente de Santiago.
- Cuenca del Rapel: existen numerosas zonas hidrogeológicas, por donde escurren caudales significativos, destacándose las recargas en el río Cachapoal (1,6 [m³/s] en algunas secciones particulares);
- Cuenca del Mataquito: existen altos caudales en las secciones de los ríos Teno (hasta 3,55 [m³/s]) y Lontué (hasta 8,2 [m³/s]);
- Cuenca del Maule: se ha calculado que ingresa un caudal de 4,078 [m³/s] desde ríos como el Claro, Maule y Longaví, entre otros.

Subprovincia Zona de los Canales: existen en la Península Brunswick recargas de origen nival y pluvial e infiltración de esteros y quebradas que ascienden a cerca de 4,5 [m³/s] y 2,2 [m³/s], con un 50% y 85% de probabilidad de excedencia respectivamente.

Subprovincia Pampa Magallánica: en los distintos sectores de Tierra del Fuego existen recargas, entre 4,9 [m³/s] al oriente de ésta y 1,6 [m³/s] al poniente (ambas con un 50% de probabilidad de excedencia).

Provincia de cuencas costeras:

- Cuencas costeras entre ríos Biobío y Carampangue: se han calculado flujos que suman cerca de 3,1 [m³/s];

- Cuencas costeras entre Río Aconcagua y Maipo: se destaca el Estero Casablanca que presenta un promedio anual de 0,76 [m³/s].

Según el grado de explotación de los recursos subterráneos se distinguen diferentes áreas:

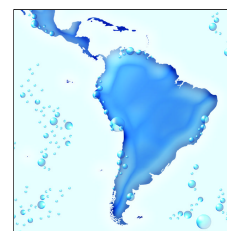
- Áreas de explotación intensiva a crítica: han presentado o presentan una tendencia mantenida de descenso por períodos de más de 15 años. Los casos más claros se ven en la Pampa del Tamarugal, cuenca del Copiapó y algunos sectores de la cuenca del Maipo;
- Áreas de equilibrio: las descargas y recargas se compensan, logrando una capacidad de aprovechamiento basándose en la regulación propia del acuífero. Esto se aprecia en la zona de los valles transversales y en el resto de la cuenca del Maipo.
- Áreas subexplotadas: las descargas artificiales no provocan mayor alteración de las recargas naturales, ni siquiera en el corto plazo. Ejemplos son gran parte de las cuencas altiplánicas (salvo donde se realizan extracciones para la minería), los acuíferos de la zona central - sur (interior y cuencas costeras), y en la Pampa Magallánica.
- Acuíferos con peligro de intrusión salina: tienen tendencia al deterioro de su calidad producto del bombeo, casos presentes en acuíferos costeros, donde se han explotado recursos para dotar de agua a poblaciones cercanas, como en Arica y Concepción, y en zonas adyacentes a los salares altiplánicos.

■ 3.2.4 Caracterización de la calidad del agua

La calidad del agua superficial está condicionada en Chile por algunas características de los sistemas hidrográficos, como son:

- Las condiciones de aridez o semi-aridez de una porción significativa del territorio, elevando los niveles de salinidad de las aguas naturales, lo que restringe o anula la posibilidad de dilución de contaminantes.
- El corto recorrido de los ríos, producto de la escasa extensión transversal del territorio nacional, impidiendo la acumulación en un cauce único de los contaminantes originados en áreas extensas.
- La heterogénea distribución espacial de la población y actividad industrial, concentrada principalmente en la Región Metropolitana, Valparaíso - Viña del Mar y Concepción.
- Importancia de actividades mineras, agrícolas y forestales en el desarrollo nacional.

En el aspecto de aguas superficiales los factores que deterioran la calidad del agua son las descargas de aguas servidas y los residuos industriales. Los primeros están conectados



con las zonas de mayor crecimiento demográfico (cuencas de ríos como Elqui, Aconcagua, Maipo, Mapocho, Rapel, Maule, Biobío y Valdivia, entre otros), en tanto que las descargas industriales están ligadas a actividades económicas como la minería del cobre, fábricas de celulosa y papel, y las industrias pesqueras (cuencas de los ríos Maipo, Aconcagua, Andalién y Biobío, principalmente).

Las cuencas afectadas por la contaminación se detallan en la tabla 3, señalando indicadores estándar de calidad de agua de estos cauces.

Con respecto a las aguas subterráneas, la calidad de los recursos se ha determinado a nivel de provincias y subprovincias, según la división indicada. La tabla.4 indica los niveles de concentración de sólidos disueltos totales (SDT). Según esta tabla, la calidad del agua sufre de gran deterioro en el

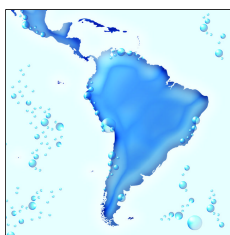
Norte del país, por efecto de la salinidad y la aridez de la zona.

El deterioro de la calidad de las aguas está siendo cada vez más importante en el país, lo que ha generado gran preocupación por lo que significa compatibilizar el desarrollo y el cuidado del medio ambiente, unidos desde el punto de vista del desarrollo sustentable. Las fuentes de contaminación son residuos industriales líquidos y aguas servidas domésticas, cuya cantidad evoluciona correlacionada a la industrialización y crecimiento del país. Se han experimentado avances en legislación y fiscalización que han apuntado a garantizar el control y tratamiento de los residuos, incorporándose elementos legales que impedirán alcanzar un nivel irreversible de contaminación, bajo un programa nacional de descontaminación de los recursos hídricos llevado a cabo por la Comisión Nacional del Medio Ambiente y la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Tabla 3
Calidad de aguas superficiales en cuencas más importantes

Sistema Hidrográfico	Nombre de Cuenca	DBO ₅ [ton/mes]	Sól. Susp. [ton/mes]	Col Fecales (x 10 ¹ /coll/)
Pacífico Seco	Río Salado	43,1	66,3	0,49
	Cuencas costeras entre Ríos Salado y Copiapó	273,8	306,4	0,06
	Río Copiapó	127,4	8,4	1,30
	Río Huasco	68,2	3,3	0,20
	Río Elqui	83,0	40,6	0,30
	Cuencas costeras entre Ríos Elqui y Limarí	200,5	-	1,50
	Río Limari	99,4	54,1	1,48
Chile Central	Río Choapa	33,9	16,4	0,50
	Río La Ligua	21,6	-	0,05
	Cuencas costeras entre Ríos La Ligua y Aconcagua	405,9	92,6	2,90
	Río Aconcagua	2.018,0	1.151,9	6,15
	Cuencas costeras entre Ríos Aconcagua y Maipo	1.552,3	369,9	4,01
	Río Maipo	4.239,5	2.488,6	1,50
	Río Panel	471,2	89,4	10,16
	Río Mataquito	188,6	57,7	1,23
	Río Maule	1.284,3	1.140,5	2,90
	Río Itata	1.022,7	807,6	0,58
	Cuencas costeras entre Ríos Itata y Biobío	1.696,3	908,4	-
	Río Biobío	2.237,3	2.157,0	0,24
	Cuencas costeras entre Ríos Biobío y Carampangue	1.415,5	1.214,5	-
	Río Carampangue	1.207,9	696,8	0,03
Pacífico Sur	Río Imperial	346,1	7,0	1,10
	Río Toltén	40,1	2,9	0,14
	Río Valdivia	154,4	42,5	8,90
	Río Bueno	512,8	485,9	0,75
	Cuencas costeras entre Ríos Bueno y Puelo	191,6	34,0	1,37
	Cuencas costeras entre Ríos Puelo y Yelcho	2,7	-	0,02
	Aysén	45,6	1,7	0,37
	Península e Isla entre Fiordo Peel y Estero Sarmiento hasta Golfo A.M.	19,1	8,1	-
	Península entre Seno Otway y Estrecho de Magallanes	219,2	43,5	0,47
	Isla de Tierra del Fuego	13,2	6,3	-

Fuente: basado en Cabrera, Nora, "Estado de las aguas continentales y marinas de Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, 1995



Las normas de calidad existentes en Chile otorgan distintos estándares a cumplir a distintos usos del agua. En particular, la Norma Chilena Oficial N.º 1.333 (elaborada y dictada por el Instituto Nacional de Normalización) establece los requisitos de calidad para agua de consumo humano, para bebida de animales, de riego, con fines recreacionales y estéticos (diferenciando en estética, recreacional con contacto directo y recreacional sin contacto directo) y para la vida acuática.

Los estándares usados tienen por fin el control adecuado de parámetros de naturaleza física, química, bacteriológica y radiactiva. De esta manera protegen los derechos de aprovechamiento del agua de los usuarios, cumpliendo con los requisitos aptos para la salud humana y la agricultura perseguidos por la autoridad. Los valores de los estándares se resumen en el capítulo de legislación de aguas.

Tabla 4
Calidad de aguas subterráneas en principales acuíferos

Provincia Hidrogeológica	Subprovincia	Calidad del Agua [mg/l SDT]	Observaciones
Altiplánica	-	aprox. 500	En general buena, excepto en sus terminales (salares)
Andina Vertiente Pacífico	Norte Grande (18° - 19° S)	600-2.400	Desde buena a regular
	Norte Grande (19° - 22° S)	2.000-10.000	En deterioro en dirección NE-SW, alcanzando los salares
	Norte Grande (22° - 27° S)	800-2.000	Desde buena a regular
	Valles Transversales	< 500 - 2000	Buena en la cabecera de los ríos, y en gradual deterioro hacia el sector costero
	Central- Sur	< 500	Excelente
	Zona de los Canales	-	Buena calidad para uso doméstico
	Pampa Magallánica	< 700	Buena calidad para fines domésticos y bebida para el ganado
Cuencas	Costeras Arreicas	-	No hay recursos
Costeras	Costeras Exorreicas	500- 1.000	Regular por intrusión salina, solo para uso doméstico

Fuente: basado en DGA, "Mapa Hidrogeológico de Chile, texto explicativo, escala 1:2.500.000", 1986

3.2.5 Redes de monitoreo hidrometeorológico e hidrológico

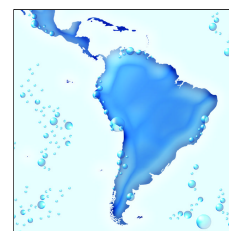
Los primeros registros de mediciones fluviométricas en Chile datan de 1912, realizados mediante la lectura direc-

ta de un observador sobre el limnómetro, para después evolucionar al uso de limnógrafos de tipo mecánico - analógico. Desde ese entonces, las redes hidrológicas han tenido un significativo desarrollo y evolución, pero bajo la necesidad de

Tabla 5
Distribución de estaciones meteorológicas y fluviométricas de la Dirección General de Aguas

Tipo de Estaciones	Regiones													Total Nacional
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R.M.	
Meteorológicas														
Meteorológicas 1er orden	6	4	8	4	2	1	5	1	2	2	4	4	5	48
Nivométricas	0	0	2	2	1	1	2	0	0	0	0	0	2	10
Plataforma DCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Pluvio-evaporimétricas	0	0	0	0	0	4	2	0	0	6	0	0	0	12
Pluviográficas	1	0	0	1	2	4	3	2	2	3	0	0	2	20
Pluviográficas-evaporimétricas	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	1	6
Pluviométricas	28	18	13	32	35	10	29	32	28	18	9	14	23	289
Pluvio-nivométricas	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
Pluvio-termométricas	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	6	0	19
Rutas de nieve	0	0	0	5	3	1	1	4	0	0	0	1	6	21
R. de nieve c/plataforma DCP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termoplumiométricas	5	10	3	11	4	2	2	4	6	1	8	6	3	65
Total en Funcionamiento	41	32	26	57	47	23	46	44	44	33	28	32	43	496
Fluviométricas														
Limnográficas	30	17	25	34	14	9	29	23	28	14	24	19	17	283
Limnométricas con Observador	4		1	20	13	1	5	27	17	14			6	108

Fuente: DGA



ampliar la cobertura y los parámetros medidos. La tecnología de medición está siendo progresivamente reemplazada por instrumentos digitales como sensores y almacenadores de datos, los cuales mejoran la calidad de la información y son de rápida instalación, frente a cualquier eventualidad hidrológica. En conjunto a otras virtudes de este nuevo equipamiento, como la seguridad de los datos basado en la confiabilidad de los instrumentos actuales, la facilidad en el tratamiento de los datos por la factibilidad de traspaso directo a computadores, y la posibilidad de programación de los instrumentos, hacen posible obtener registros más frecuentes en períodos especiales, tales como crecidas o precipitaciones intensas.

La Dirección General de Aguas (DGA), como organis-

mo central de la información hidrológica en Chile, ha identificado la necesidad de aumentar la cantidad de estaciones instaladas, mejorando la cantidad y calidad de la información generada. De esta forma se ha diseñado un plan de acción con el objetivo principal de optimizar el sistema de monitoreo y manejo de la estadística mediante la incorporación de los avances tecnológicos más modernos disponibles. Ello está produciendo la sustitución de los limnigrafos por medidores digitales de caudales, dataloggers, plataformas colectoras de datos y transferencia satelital.

La tabla 5 detalla el número de estaciones fluviométricas y meteorológicas existentes en Chile vinculadas a la DGA, que es el organismo que posee más registros de caudales y es la segunda en información meteorológica.

3.3 El uso y aprovechamiento de los recursos hídricos

3.3.1 Usos extractivos

La agricultura representa un sector de relativa importancia económica, con una participación que ha variado desde un 8% en 1990 hasta un 5,7% del Producto Interno Bruto en 1998, producto del mayor crecimiento relativo de otros sectores como el manufacturero, financiero y comercio, y de los períodos de sequía que han mermado las producciones durante varios años de la década. El aporte del sector corresponde a US\$3.700 millones anuales en promedio en el período 1986-1998, según la información recopilada por el Banco Central de Chile, con un máximo en 1996 de US\$4.529 millones.

La tabla 6 detalla la distribución nacional de las superficies regadas y los tipos de riego usados, destacándose la preponderancia de métodos poco eficientes como surcos y tendido.

Además del millón de hectáreas regadas a lo largo del país, existen alrededor de 550.000 hectáreas más sin seguridad de riego, es decir, susceptible de ser mejoradas. Gran parte de estas superficies se encuentran en sectores de secano que han

requerido de riego seguro frente a los eventos hidrológicos extremos, o han querido acrecentar su productividad con una mayor tecnificación de regadío. Las obras de riego de mayor envergadura son embalses (incidiendo en las zonas de cultivo de las cuencas del Limarí, Choapa, Elqui, Rapel, Maule y Biobío, entre otras) y canales (en todas las cuencas desde el extremo norte y hasta la cuenca del río Imperial por el sur). Las tendencias señalan que se aumentarán las áreas regadas para el aprovechamiento de sectores potencialmente productivos, además de comenzar la expansión de métodos de riego más eficientes, combinando criterios de productividad y sustentabilidad.

La eficiencia en el uso del agua de riego se puede analizar desde dos puntos de vista: a nivel de predios, a través de la eficiencia de cada tipo de riego, o en una perspectiva de cuenca analizando las demandas brutas y netas para uso agrícola. Sin dejar de lado la importancia del uso eficiente del agua en función de la forma de riego y conducción, se indicará en forma más específica la eficiencia en las cuencas, dando una visión que permita considerar el reuso de las aguas derramadas en zonas de riego.

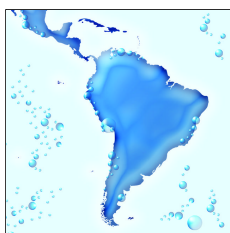


Tabla 6
Resumen de superficies bajo riego en Chile

Región	Cuenca	Superficies regadas bajo cada tipo de riego [ha]											Superficie Total [ha]
		Tendido	Tendido Mejorado	Surcos	Surco Mejorado	Bordes	Pretil	Tazas	Aspersión	Goteo	Otros	Indeterminado*	
I	Lluta	582	-	1080	-	-	-	-	-	-	133	-	1795
	San José	-	-	-	-	178	-	805	-	720	416	-	2119
	Camarones	540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540
	Total Región												4454
II	Loa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3450	-	3450
	Total Región												3450
III	Copiapó	265	-	1877	-	-	-	-	-	4675	-	-	6820
	Huasco	989	2648	-	3374	-	-	-	437	482	-	-	7930
	Total Región												14750
IV	Elqui	1684	-	12525	-	-	-	-	-	-	-	2944	17153
	Limarí	16593	-	3696	-	-	-	-	-	2531	-	5312	28132
	Choapa	12605	-	5127	-	-	-	-	-	-	-	-	17732
	Otras cuencas	167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	536	703
	Total Región												63017
V	Petorca	3126	-	1670	-	-	-	-	-	364	-	-	5160
	La Ligua	3889	-	3529	-	-	-	-	-	643	-	-	8061
	Aconcagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68588	68588
	Total Región												81809
R.M.	Maipo	71938	-	60144	-	-	-	-	-	-	-	-	132082
	Total Región												132082
VI	Rapel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	240125	240125
	Total Región												240125
VII	Mataquito	31220	-	50236	-	-	-	-	-	-	1465	-	82921
	Maule	109735	-	68267	-	-	25962	-	-	-	-	-	203964
	Total Región												286885
VIII	Itata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68551	68551
	Biobío	60214	-	27053	-	-	-	-	-	-	-	-	87267
	Total Región												155818
IX	Imperial	880	-	15440	-	-	-	-	-	-	-	1080	17400
	Total Región												17400
XII	Natales	1256	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	1317
	Las Minas	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	76
	Total Región												1393
Totales por tipo de riego		315575	2648	250705	3374	178	25962	805	437	9418	5464	386617	1001183

(*): La indeterminación proviene de que no existe el detalle de superficies, en la mayor parte de los casos se trata de combinaciones no cuantificadas de surcos, tendido y goteo.

Fuente: Basado en DGA, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", 1996

En la tabla 7 se muestran las distintas eficiencias de los tipos de riego, valores aceptados por la legislación vigente de aguas para la estimación de demandas, mencionados sólo como guía a la estimación de eficiencias prediales. El

detalle mayor está en la tabla 8, incluyendo las demandas totales brutas (captaciones) y netas (requerimientos de los cultivos) en las cuencas con zonas de riego (ver figura 7 con zonas de riego).

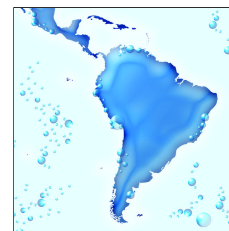


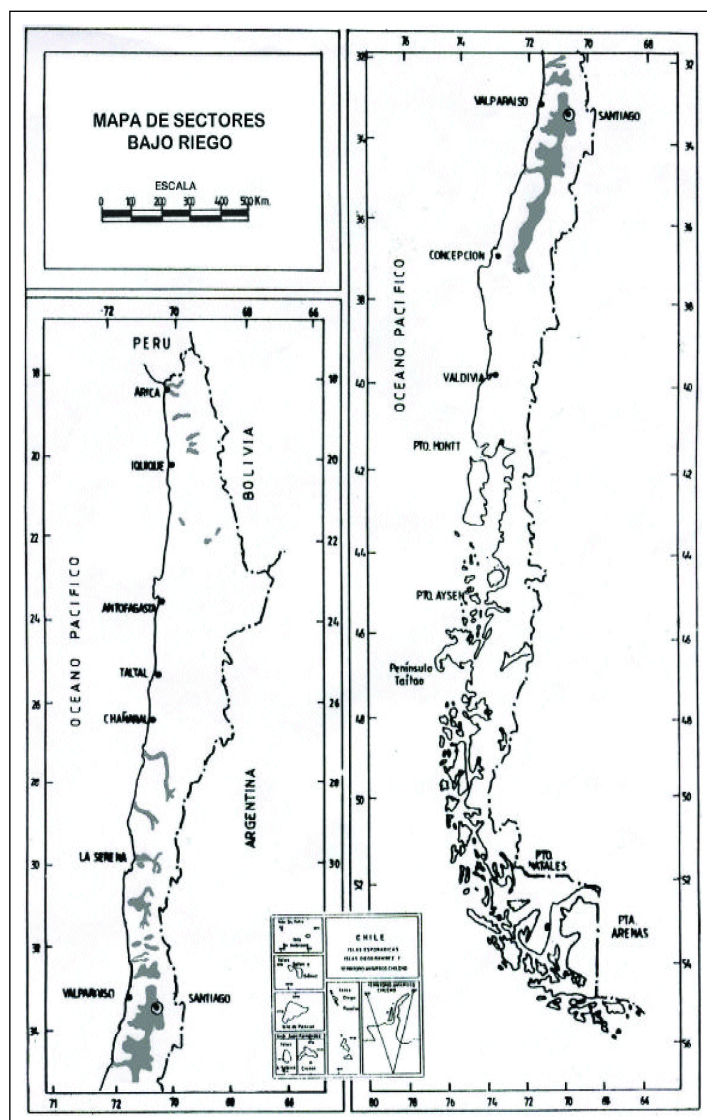
Tabla 7
Eficiencia de los distintos tipos de riego

Método de Riego	Eficiencia de Aplicación %	
	Normal	Con conducción tipo californiano
Tendido	30	35
Surcos	45	50
Surcos en contorno	50	60
Bordes en contorno	50	65
Bordes rectos	60	65
Pretilles	60	65
Tazas	65	70
Aspersión	75	
Microjet y Microaspersión	85	
Goteo	90	

Fuente: Decreto Supremo N.O. 173, 1996

La calidad del agua para riego es buena en la mayor parte del país, lo que junto a la calidad de los suelos favorece a cultivos de alta productividad. Sólo se presentan niveles deficientes entre el extremo norte del país y la cuenca del río Loa inclusive, sólo pudiéndose cultivar especies tolerantes a un cierto nivel de salinidad. Además existen inconvenientes con cultivos sensibles al boro (algunas especies de frutales) en el río Huasco y ocasionalmente en otros ríos del Sistema Pacífico Seco.

Figura 7
Mapa de sectores bajo riego



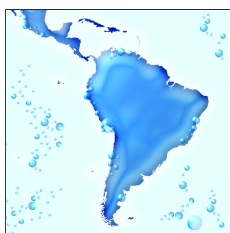


Tabla 8
Eficiencia de uso de agua de riego en Chile

Región	Cuenca	Demanda Bruta [Hm ³ /aAo]	Demanda Neta [Hm ³ /año]	Eficiencia [%]
I	Lluta	46,047	18,007	39,1
	San José	36,276	26,101	72,0
	Camarones	24,100	8,405	34,9
II	Loa	16,801	10,097	60,1
III	Copiapó	74,501	52,910	71,0
	Huasco	100,274	54,211	54,1
IV	Elqui	164,756	77,291	46,9
	Limarí	790,842	274,702	34,7
	Choapa	348,181	124,314	35,7
	Otras cuencas	13,513	4,867	36,0
V	Petorca	71,255	38,121	53,5
	La Ligua	116,059	60,632	52,2
	Aconcagua	1023,585	429,175	41,9
RM	Maipo	3460,790	1201,310	34,7
VI	Rapel	4176,791	1754,453	42,0
VII	Mataquito	1321,795	680,161	51,5
	Maule	3049,730	1120,076	36,7
VIII	Itata	952,713	368,632	38,7
	Biobío	1289,077	428,937	33,3
IX	Imperial	195,508	97,252	49,7
XII	Natales	1,346	0,743	55,2
	Las Minas	0,801	0,360	44,9

Fuente: Basado en DGA, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", 1996

Existen estimaciones que señalan que hay más de 1.100.000 ha. de suelos con diferentes grados de problemas de drenaje, limitando la explotación agrícola. Sin embargo, el desarrollo de obras de drenaje ha sido escaso, debido a la carencia de una factibilidad económica que justifique la inversión, sobre todo por parte del Estado que ha realizado obras de drenaje sin considerar un reembolso en la mayor parte de los casos. Las principales obras realizadas han sido del tipo zanjas de drenaje y mejoramiento de cauces para mejorar el drenaje superficial natural. Ejemplos de estas obras son los proyectos de drenaje en la desembocadura del río Elqui, y el saneamiento y regularización de cauces en Paine (cuenca del Maipo), San Vicente de Tagua-Tagua (cuenca del Rapel) y un grupo de sectores dispersos en la cuenca del Toltén, en la IX Región. En estos últimos se realizó la regularización del cauce de ríos y esteros, además de destronques y limpiezas de los mismos.

Los efectos de la actividad agrícola también son causa de deterioro de la calidad de las aguas. Esto se debe a la lixiviación de sales del suelo y a la incorporación de fertilizantes y pesticidas al suelo.

Existen importantes procesos de salinización en diversas cuencas del Norte Grande y Norte Chico (San José, Camarones, Copiapó, Huasco, Elqui, etc.). Casos críticos que ilustran esta situación son el valle de Azapa, en el extremo Norte del país, donde se ha incrementado progresivamente la salinidad de las aguas subterráneas a medida que se han incorporado nuevos suelos, y en la cuenca del Río Maipo, donde se

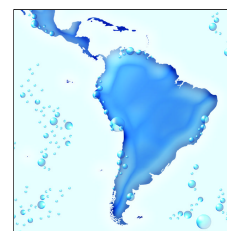
ha producido un incremento de los nitratos en las aguas subterráneas debido al riego con aguas servidas.

Los pesticidas hasta ahora no han contaminado aguas superficiales ni subterráneas, lo que podría indicar que los ríos no son la vía principal de dispersión de ellos.

Un caso distinto es el que ocurre con los fertilizantes, afectando la concentración de nitratos en las aguas subterráneas, la cual aún no ha alcanzado el límite admisible por la baja concentración base de estos compuestos. Sin embargo, se ha estado monitoreando el incremento en el uso de fertilizantes que alcanza tasas comparables a países con agudos problemas de contaminación por esta vía.

El grado de aplicación de estos productos agroquímicos en el área de riego de las regiones VI y VII es indiscriminado, situación que se ve agravada por el mal uso de los productos y de sus envases. Incluso han existido denuncias por el riesgo a la salud humana en la Provincia de Curicó, por el riesgo laboral de las trabajadoras temporeras.

No existe un control sobre estos productos en forma intensiva, sólo existen indicaciones sobre productos prohibidos por riesgo a la salud humana; el Ministerio de Agricultura, a través del SAG, prohíbe la importación, fabricación y uso de los plaguicidas: Monofluoracetato de sodio o compuesto 1080; DDT; Dibromuro de etileno; Dieldrin, Endrin, Heptacloro y Clordan; Aldrin; Diaminozide; Sales orgánicas o inorgánicas de mercurio; Mevinfos. El Servicio Agrícola y Ganadero prohíbe, además, la



importación, fabricación, venta y distribución para uso y fines agrícolas, a nivel nacional, de los plaguicidas 2,4,5-T, Clordimeform, Toxafeno o Confechor y Lindano y todas las formulaciones que los contengan. Aun no se controla efectivamente el uso de agroquímicos, y se necesita promover prácticas culturales como la agricultura orgánica y el control integrado de plagas.

El uso de agua para ganadería está muy ligado a la agricultura, en el sentido de que existe una relación entre cabezas de ganado y praderas para pastoreo. En Chile no existe una cuantificación de la cantidad de agua que se consume en ganadería, debido a que en la mayoría de los casos los animales beben directamente de fuentes naturales, derrames de riego o de extracciones especiales que el hombre realiza de estas mismas fuente, aunque se puede ligar al total de praderas naturales y artificiales, usadas para el alimento del ganado. Estas corresponden a un promedio de 53,8% del total de la superficie plantada durante el período 1989 - 1998.

El VI Censo Nacional Agropecuario de 1997 señala la existencia de 4.098.438 bovinos, 3.754.114 ovinos, 1.770.575 porcinos, 324.436 equinos y 30.192 miles de aves. La forma usual de manejar a los rebaños es manteniéndolos dentro de las praderas para su pastoreo, por lo que su consumo se mezcla con el del mismo riego. En el caso de las aves, gran parte de éstas se desarrolla a nivel industrial en criaderos, por lo que su demanda esta cuantificada junto a este grupo económico.

La obtención de agua potable constituye uno de los desafíos de la demanda más significativos en los estudios que se realizan sobre la proyección de recursos hídricos. La tabla 9 resume la demanda bruta de recursos hídricos demandados por región para los usos consuntivos de agua potable e industria, apreciándose la heterogeneidad en el consumo, fundamentalmente concentrado en las regiones V, VIII y Metropolitana.

Tabla 9
Demandas brutas de recursos hídricos para agua potable e industria

Región	Agua Potable [l/s]	Demandas brutas	
		Industria [l/s]	Minería [l/s]
I	767	512,2	497,3
II	753	364,8	2.009,3
III	412	161,9	4.077,9
IV	756	65,2	489,7
V	3.472	1.434,0	340,1
R. M.	14.945	3.079,0	140,2
VI	1.015	291,1	3.073,0
VI I	1.058	808,4	0,0
VIII	3.745	13.937,3	468,8
IX	882	141,5	0,0
X	1.035	790,5	639,2
XI	116	17,0	2.525,7
XI I	313	1.160,4	77,1
Total País	29.272	22.763	14.338

Fuente: Basado en estimaciones de consume realizadas por DGA y SISS.

En la mayor parte del país la calidad de los recursos para agua potable es apta para este propósito; no obstante, las aguas son de mala calidad para el consumo en las regiones I y II, debido a la salinidad de los escasos recursos superficiales; se emplean principalmente aguas subterráneas para este fin. Cabe además nombrar casos de contaminación natural por exceso de minerales, como la cuenca del Aconcagua, que presenta altos niveles de hierro y cobre en su parte alta, o la cuenca del Rapel, en la parte superior del río Cachapoal. Mención aparte merecen las cuencas con altos índices de contaminación de origen humano, como las del Maipo, Aconcagua y Biobío, en sus cauces aguas abajo de las descargas de residuos de grandes centros industriales y urbanizaciones (ver tabla 3), donde el tratamiento de las aguas de cauces naturales se ha hecho imprescindible. Las posibilidades de uso para agua potable se extienden a fines industriales, sin embargo los requerimientos de calidad dependen del tipo de industria.

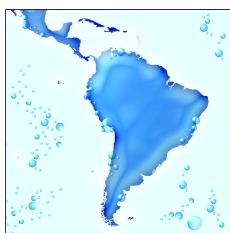
El hecho de que exista una disponibilidad de agua de buena calidad para su utilización en el consumo humano disminuye los costos de tratamiento de las aguas, que están más orientados a la sedimentación de sólidos suspendidos en forma natural que al tratamiento bioquímico. Sin embargo, el aumento de la demanda de la población hará que se recurra a fuentes de agua actualmente contaminadas, motivando la construcción de nuevas plantas de tratamiento. En resumen, actualmente la obtención de recursos para agua potable no es costosa por su relativa abundancia, aunque con el aumento de la demanda adquirirá un valor adicional por su escasez y se deberá implementar infraestructura de tratamiento más completa y eficiente.

En el capítulo de legislación de aguas se describen los estándares empleados para definir la calidad del agua distribuida a la población, basados en la norma N.º 409 sobre el agua de consumo humano, indicándose además los organismos a cargo del control de esta normativa.

3.3.2 Usos no extractivos

Los recursos hídricos fueron en Chile la base de la generación eléctrica, concentrando hace 10 años el 70% de la potencia instalada, participando actualmente con valores cercanos al 50% a nivel nacional y 60% en el Sistema Interconectado Central, el cual abastece de energía eléctrica desde Taltal por el Norte hasta la Isla Grande de Chiloé por el Sur. La potencia restante corresponde a plantas térmicas, instaladas antes para dar seguridad al sistema frente a la variabilidad hidrometeorológica, pero que en los proyectos presentes y futuros constituyen la alternativa más recurrente. Se estima que existen recursos que permiten sextuplicar la potencia instalada actual en centrales hidroeléctricas (ver tabla 10).

El detalle de las principales centrales hidroeléctricas se muestra en la tabla 11, y es a la vez ilustrado en el mapa de la figura 8, destacándose la concentración de estas instalaciones en las cuencas entre Maipo y Biobío.



Las demandas hidroeléctricas son compatibles con otros usos por su naturaleza no consuntiva, pero pueden resultar competitivas por la distinta distribución temporal de las demandas agrícolas y eléctricas, lo que puede significar un descenso en los caudales de generación por usos consuntivos aguas arriba o una merma en los caudales agrícolas por el control de las aguas que realiza un embalse con fines hidroeléctricos. Es lo que ocurre con los embalses Rapel, Lago Laja y Laguna del Maule, entre otros, donde en períodos de escasez se hace crítico el conflicto entre ambos usos, siendo particularmente vulnerables los sectores sin protección ni derechos para el aprovechamiento de las aguas, como el turismo y la mantención de la biodiversidad.

Tabla 10
Nivel de explotación de recursos hídricos con fines hidroenergéticos

Región	Potencia [MW] Explotada	Total Inventario	Demanda bruta actual [m³/s]
I	10,2	104	0,8
II	0,3	4	0,0
III	6,0	22	1,6
IV	16,0	94	1,2
V	84,8	168	16,4
R.M.	298,1	1.260	113,5
VI	484,5	1.049	272,6
VII	1.244,4	2.620	741,8
VIII	836,0	3.350	206,0
IX	0,0	473	0,0
X	232,1	4.372	238,4
XI	10,2	5.040	13,0
XII	0,0	220	0,0
Total	3.222,6	18.776	1.605,3

Fuente: Peña, Humberto, "Efectos ambientales derivados del uso de recursos hídricos en Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, 1995

Tabla 11
Centrales hidroeléctricas en Chile, con potencia instalada sobre 10 MW

Nombre Central	Cuenca	Tipo de central		Potencia instalada [MW]
		Pasada	Embalse	
Chapiquiña	San José	X		10,2
Los Molles	Limarí	X		16,0
Aconcagua	Aconcagua	X		46,0
Los Quilos	Aconcagua	X		39,0
Alfalfal	Maipo	X		160,0
Florida	Maipo	X		15,0
Maitenes	Maipo	X		31,0
Puntilla	Maipo	X		13,9
Queltehues	Maipo	X		41,0
Volcán	Maipo	X		13,0
Coya	Rapel	X		29,0
Pangal	Rapel	X		19,2
Rapel	Rapel		X	350,0
Sauzal	Rapel	X		76,8
Cipreses	Maule		X	101,0
Colbún	Maule		X	400,0
Curillínque	Maule	X		85,0
Isla	Maule		X	68,0
Loma Alta	Maule	X		38,0
Machicura	Maule		X	90,0
Pehuenche	Maule		X	500,0
Abanico	Biobío	X		136,0
Antuco	Biobío	X		300,0
El Toro	Biobío		X	400,0
Pangue	Biobío	X		450,0
Rucúe	Biobío	X		160,0
Pullínque	Valdivia	X		48,6
Pilmaiquén	Bueno	X		35,0
Canutillar	Chamiza		X	145,0

Fuente: Basado en información Nacional de Energía

Además de los embalses generados para la producción de energía, existen otras serie de usos de grandes embalses que han sido catastrados por ICOLD, de los cuales se han extraído los de capacidad bruta mayor a 5 millones de m³ y se ha confeccionado la tabla 12.

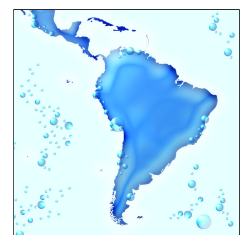
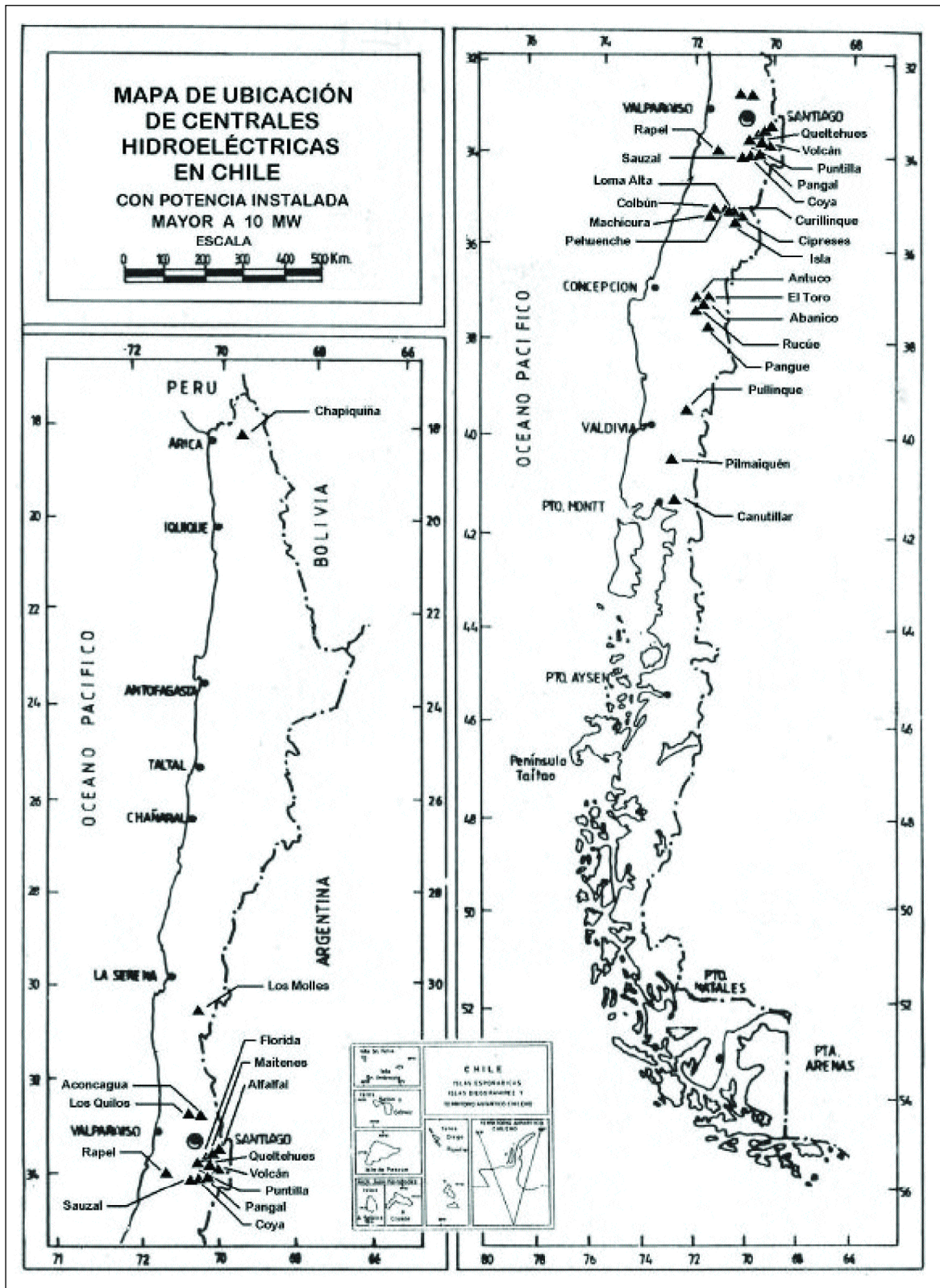


Figura 8
Mapa de ubicación de centrales hidroeléctricas en Chile



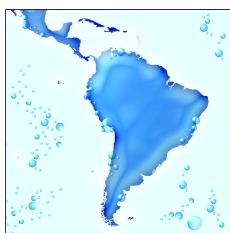
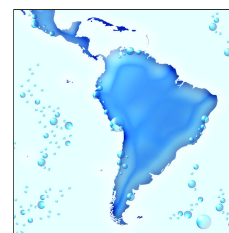


Tabla 12
Grandes embalses según ICOLD, capacidad bruta sobre los 5 Hm³

Nombre	Río	Cuenca	Región	Capacidad Bruta [Hm³]	Area Inundada miles de m²	Propósito
Caritaya	Caritaya	Camarones	I	42	-	R
Conchi	Loa	Loa	II	22	1250	R
Candelaria	-	Copiapó	III	260	5000	M
Lautaro	Copiapó	Copiapó	III	37	3300	R
Santa Juana	Huasco	Huasco	III	160	4100	R
Laguna del Huasco	Tránsito	Huasco	III	14	-	R
Austral	Pampa Austral	Salado	III	100	10000	M
Puclaro	Elqui	Elqui	IV	200	7250	R
La Laguna	La Laguna	Elqui	IV	40	-	R
Paloma	Grande	Limarí	IV	740	30000	R
Cogoti	Huautulame	Limarí	IV	150	8500	R
Recoleta	Hurtado	Limarí	IV	100	5500	R
Culimo	Quilimarí	Quilimarí	IV	10	750	R
Los Leones - 2da etapa	Los Leones	Aconcagua	V	140	2400	M
Aromos	Limache	Aconcagua	V	65	6000	S
Los Leones - 1ra etapa	Los Leones	Aconcagua	V	42,5	1350	M
Catopilco	Catopilco	Catopilco	V	8	-	R
El Sauce	Peñuelas	El Sauce	V	7,28	-	H
Peñuelas	Las Tablas	-	V	95	-	S
Lo Ovalle	Lo Ovalle	-	V	13,5	3100	R
Los PeraTes de Tapihue	Perales	-	V	11,6	2400	R
Orozco	La Playa	-	V	5,5	880	R
Las Mercedes	Estero La Viña	-	V	5	800	R
La Viñilla	Zapata	-	V	4	-	R
Yeso	Yeso	Maipo	RM	250	8200	R-S
Huechún	Chacabuco	Maipo	RM	30	6600	R
La Marquesa	La Marquesa	Maipo	RM	6	-	R
La Dehesa	Las Hualtatas	Maipo	RM	3,8	-	R
Carén	Carén	Rapel	RM	150	8000	M
Rapel	Rapel	Rapel	VI	680	80000	H
Cauquenes N° 3 (A)	Cauquenes	Rapel	VI	280	7750	M
Colihues A	Cauquenes	Rapel	VI	170	7000	M
Barahona N° 3 (A)	-	Rapel	VI	47	1600	M
Convento Viejo	Chimbarongo	Rapel	VI	27,7	7100	R
Los Cristales	Claro	Rapel	VI	8,5	370	R
Alcones	El Peral	-	VI	14	-	R
Lolol	Fortaleza	-	VI	6,4	920	R
Carrizal	El Carrizal	-	VI	4,5	-	R
Laguna del Maule	Maule	Maule	VII	1420	86000	R-H
Colbún	Maule	Maule	VII	1100	46000	H
Digua	Cato	Maule	VII	220	6800	R
Cipreses (La Invernada)	Cipreses	Maule	VII	173	7500	H
Bullileo	Bullileo	Maule	VII	60	2500	R
Machicura	Estero Caballo Bl.	Maule	VII	55	8000	R-H
Melado	Melado	Maule	VII	35	3400	H
Tutuvén	Tutuvén	Maule	VII	13	1800	R
Lago Laja	Laja	Bio-Bio	VIII	4000	120000	H-R
Pangue	Bio-Bio	Bio-Bio	VIII	65	5000	H
Coihueco	Pullami	Itata	VIII	29,2	2400	R
Huelehueico	Los Coipos	-	VIII	5,2	1200	R

Fuente: Basado en CIGB - ICOLD, "Large Dams In Chile", 1996

Nota: R: Riego H: Generación Hidroeléctrica S: Suministro de agua potable y/o industrial M: Relaves mineros



Existen otra serie de efectos asociados a la generación hidroeléctrica, tanto positivos como negativos. Dentro lo favorable se destaca el desarrollo de infraestructura de control de caudales cuando se construyen embalses, obras que pueden ayudar a mejorar la disponibilidad de recursos por la forma más planificada que tiene una central para dejar pasar agua; bajo otro punto de vista o en otras circunstancias esto resulta negativo cuando la estacionalidad de las demandas genera los conflictos ya descritos. Otras consecuencias del uso hidroeléctrico tienen relación con el impacto ambiental en la construcción de embalses, sobre todo cuando se inundan zonas que contienen ecosistemas que desaparecen o comunidades que deben ser trasladadas, dejando atrás un patrimonio histórico. Sin ir más lejos, es el caso de la futura central Ralco, actualmente en construcción.

Los usos in situ de las aguas no están protegidos por la legislación, por tanto no existen siquiera estimaciones de las demandas con estos fines. Esto incluye la navegación, los fines recreativos y los caudales mínimos ecológicos o ambientales. Salvo las nuevas restricciones para aquellas cuencas cuyos derechos aún no son totalmente otorgados, las normativas sólo apuntan a los derechos con fines consuntivos, lo cual no garantiza disponibilidad de agua para otros fines.

La navegación fluvial en Chile no tiene mayor importancia debido a que las condiciones de gran pendiente y corto recorrido transforman a los cauces en poco profundos y de poca utilidad como medio de transporte, en contraste al transporte terrestre que está vastamente desarrollado y permite gran accesibilidad. Los únicos casos de ríos navegables se presentan entre las regiones IX y XI (Cautín, Toltén, Imperial, Bueno, Valdivia y Baker). En todos ellos sólo es posible la navegación de embarcaciones de pequeño calado y dentro de tramos relativamente cortos, sin representar un gran aporte económico más que un soporte a la pesca y al turismo. No existe la posibilidad de proyectar un incremento de esta actividad.

La Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), ente a cargo de la Armada de Chile, es la autoridad que lleva a la práctica la función de determinar la factibilidad de navegar por ríos y lagos, según los requerimientos usuarios para tales efectos. Las herramientas que cuentan para ello es la modelación de los cauces en función de una nave de ciertas dimensiones, sobre lo cual se permite o no la navegación en dicho cuerpo de agua.

El turismo en Chile es una actividad económica emergente, aportando en promedio un 5,8% a las exportaciones totales, ayudando a diversificar los rubros que compiten en mercados internacionales. Además genera un valor agregado al Producto Interno Bruto producto del consumo de los turistas, estimándose en un 3,5% del PIB, dentro de las actividades de restaurantes, hoteles, transporte y otros servicios. También generó empleos que alcanzaron a un 4% de la fuerza de tra-

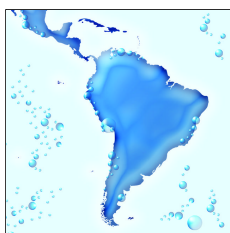
bajo, sin considerar los efectos del empleo indirecto asociado a otras actividades económicas. Por último, anualmente se están realizando inversiones del orden de 140 millones de dólares, principalmente en la construcción y ampliación de la oferta de alojamiento turístico en el país. Todas las cifras anteriormente mencionadas dan cuenta del último balance del Servicio Nacional de Turismo que se refirió al período 1990-1993.

Considerando el desarrollo experimentado durante los últimos años por el turismo, los recursos hídricos asociados a estas actividades resultan de gran importancia como proyección de inversiones y aportes a la economía nacional. Las principales actividades turísticas ligadas a recursos hídricos son:

- Usos deportivos: práctica de velerismo, boga, natación y ski acuático, entre otras, en el lago Rapel (VI Región); lagos Villarrica, Caburgua y Huilipilún (IX Región); lagos Calafquén, Panguipulli, Piriñueico, Riñihue, Pullinque, Puyehue, Rupanco y Llanquihue (X Región);
- Baños y aguas termales, destacándose Chusmiza (I Región); Jahuel y Baños del Corazón (V Región); Termas del Flaco (VI Región); Panimávida (VII Región); y Termas de Chillán (VIII Región)
- Escenarios naturales y ecosistemas protegidos: presentes en todo el país. Se destaca el Lago Chungará y los bofedales de Parinacota y Las Cuevas (I Región), río Claro, 7 Tazas y Lago Vichuquén (VII Región), Salto del Laja (VIII Región), Saltos del Petrohué, Lago de Todos Los Santos y Cascadas de La Novia (X Región). Es necesario además incluir los ríos de las XI y XII regiones, la mayoría de los cuales combinan los aspectos de bosque nativo y cauces naturales.

El aumento de la actividad antrópica mediante la producción agropecuaria y forestal en las regiones del centro y sur del país, ha disminuido a tal punto la diversidad biológica de las zonas, que en la actualidad persisten escasos ecosistemas representativos, que están siendo seriamente amenazados no sólo por la actividad silvoagropecuaria, sino también por la turística. En el resto del país también se aprecia un efecto negativo sobre los ecosistemas, pero la intensidad de estos problemas ambientales está concentrada en las zonas de mayor densidad de población, entre las regiones V y VIII, y sobre las zonas de mayor explotación de recursos naturales, agregándose las regiones II y III por las actividades mineras y la incipiente agricultura, y la X región por la explotación de bosques nativos.

A nivel nacional se ven desestabilizados los ecosistemas marinos por la explotación excesiva de recursos hidrobiológicos, generados por las actividades pesqueras - industriales, pesquera artesanal y las extracciones de algas en los sectores costeros.



3.4 Balance y situaciones ambientales críticas y extremas

3.4.1 Balance entre disponibilidad - oportunidad y demanda de agua

Las condiciones hidrometeorológicas descritas en capítulos anteriores transforman a algunas zonas de Chile en blanco frecuente de sequías. Se han distinguido tres tipos de sequía, obedeciendo al tipo de demanda: agrícola si no hay disponibilidad de agua en las raíces de las plantas, meteorológica si hay déficit de precipitaciones, e hidrológica si hay déficit de caudales en los ríos. Estas últimas dos presentan una relación directa que se manifiesta, sin embargo, con un retardo entre ellas.

Los déficits de agua se presentan en forma distinta según la oferta y demanda involucradas. En el caso de la oferta, ésta puede provenir de regímenes pluvial, nival, glacial o mixto. Según la descripción de la disponibilidad de recursos hídricos en Chile, los regímenes pluviales presentan un máximo en cierta temporada del año, dependiendo de la zona que se estudie. Los nivales presentan mínimos en invierno y máximos en primavera y verano. Los glaciales son similares a los nivales pero con un poco de retraso. Las demandas, en tanto, son principalmente el regadío, con valores muy pequeños en invierno y máximos en verano, la generación hidroeléctrica, con máximos en otoño e invierno, y el abastecimiento urbano, con un máximo también en verano.

Las combinaciones de estas ofertas y demandas originan distintos tipos de déficit, considerando la naturaleza de las variables involucradas. La tabla 13 muestra estos tipos de sequías, además señalando su frecuencia. Debe notarse que el análisis está realizado en la zona de Chile Central y al extremo norte del Sistema Pacífico Sur, ya que en ella se concentran las demandas de riego, generación hidroeléctrica y abastecimiento urbano más importantes del país.

Tabla 13
Tipos de sequías y su frecuencia en Chile

Oferta (Régimen Fluvial)	Demanda	Temporada de sequías	Frecuencia
Pluvial	Regadío	Verano	Frecuentes
	Hidroeléctricas	Otoño	Esporádicas
	Abast. Urbano	Verano	Frecuentes
Nival/Glacial	Regadío	Fines de Verano	Esporádicas
	Hidroeléctricas	Invierno	Frecuentes
	Abast. Urbano	Otoño/Primav.	Esporádicas

Fuente: Pontificia Universidad Católica de Chile, "Las sequías en Chile: causas, consecuencias y mitigación", 1999

La región más crítica en la que se manifiestan estos déficits está ubicada en lo que representa la zona de transición climática, entre los 30° y 42° de latitud sur. Sin embargo, entre los 33° y 35° interviene el efecto regulador de los glaciares, y entre los 39° y 42° ocurre una situación análoga con los importantes lagos. En estos casos, las condiciones de sequía llevan a los caudales a valores de alrededor de un 60% del caudal normal, llegando a un 30% en el resto de las zonas.

Con esto, las zonas más desfavorecidas son las comprendidas entre los 30° y 33°, correspondientes a las regiones IV, V y Metropolitana, y entre los 35° y 39°, correspondientes a las regiones VII, VIII y IX. Para combatir estas circunstancias se han construido numerosos embalses en estas zonas, con el fin de regular el agua disponible para riego y acumular agua con fines de generación hidroeléctrica y abastecimiento a la población. Incluso, en aquellas zonas de secano de las VIII y IX regiones, se han desarrollado planes de riego con el fin de salvaguardar el desarrollo de la agricultura frente a las variaciones de la disponibilidad de recursos.

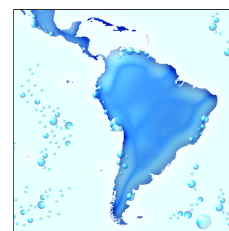
3.4.2 Inundaciones y fenómenos torrenciales

Las inundaciones en Chile tienen en la mayoría de los casos un origen meteorológico, manifestándose en invierno en la zona central y en verano en el extremo norte, bajo la influencia del altiplano. Se caracterizan por el alto valor de caudales con relación a sus valores medios. Además, debido al corto recorrido de los ríos, los tiempos de concentración resultan menores, originando hidrogramas de corta duración. Las variables que más inciden en estos hidrogramas son:

- Las precipitaciones, que, sin tener valores muy altos, presentan una gran fluctuación interanual, afectando a su vez las condiciones de humedad del suelo;
- El tamaño de la cuenca, el cual varía su área aportante pluvial según la cota de la línea de nieves, pudiendo variar esta superficie en gran medida con pequeñas variaciones de temperatura;
- Las condiciones iniciales de humedad, ya que frente a situaciones de aridez o semi - aridez el suelo no favorece la escorrentía.

Tomando como referencia estudios hechos a la cuenca del río Mapocho, afluente del río Maipo en la zona central del país, los factores detonantes de las inundaciones pueden ser tales como:

- Inundación por desborde de cauces naturales;
- Inundación por acumulación de aguas lluvias y desborde de canales de regadío;



- Inundación por afloramiento de aguas subterráneas confinadas.

Las crecidas de origen no meteorológico no son frecuentes, y pueden corresponder a fenómenos torrenciales originados por desprendimientos de laderas o glaciares, o efectos de volcanismos como lahares. También pueden obedecer a fallas estructurales en la infraestructura de contención y conducción como canales, embalses, pozos, etc. Por su escasa ocurrencia, las instituciones que coordinan la mitigación de eventos extremos se preocupan casi exclusivamente de las crecidas meteorológicas.

La importancia de las crecidas en el caso chileno se ve reducida por las ventajas que presenta el territorio y la naturaleza de las variables hidrometeorológicas, ya que se tienen crecidas de baja intensidad y elevada pendiente de los valles que favorece una rápida evacuación. No obstante se presentan pérdidas considerables, no por los valores que alcanzan los caudales, sino por la alta variabilidad de éstos, la inestabilidad del lecho y la torrencialidad del escurrimiento, produciendo daños a las obras construidas en el lecho y riberas.

3.4.3 Otras situaciones de degradación ambiental

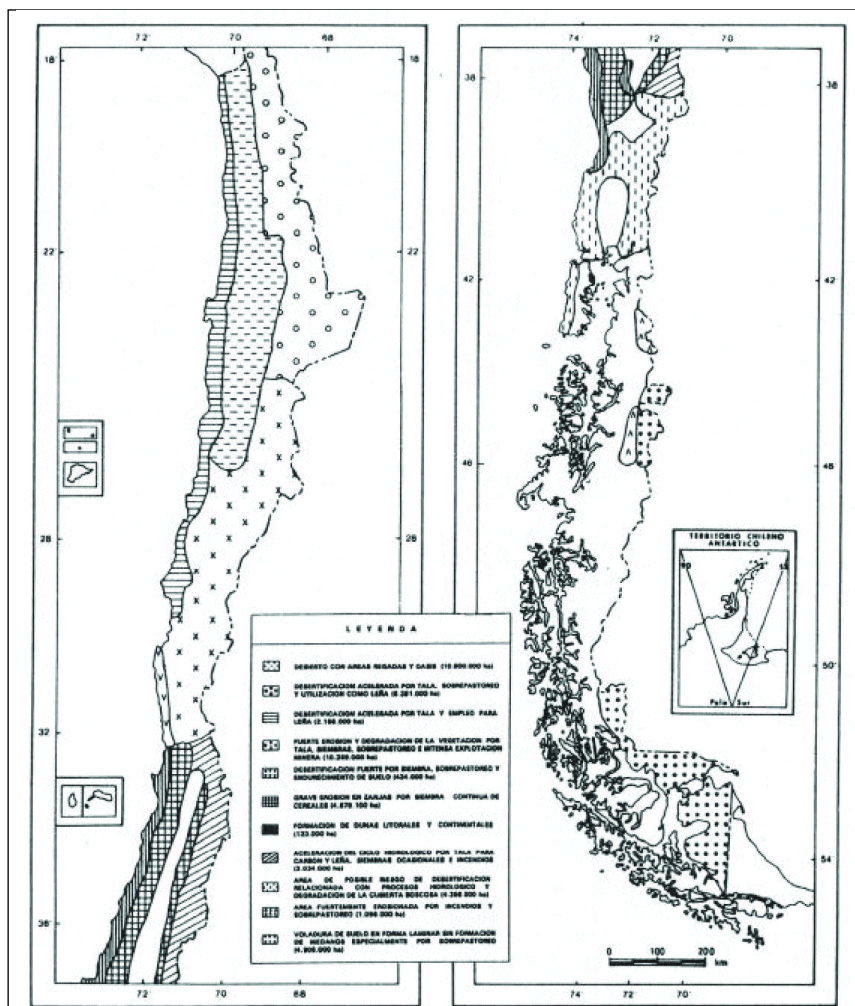
En los espacios montañosos de baja altitud en Chile, la transformación antropogénica ha implicado fuertes procesos erosivos, pérdida de suelos productivos y empobrecimiento de las comunidades humanas (ver figura). La huella más marcada de estas situaciones está en las cordilleras longitudinales y el Norte Chico (III y IV regiones).

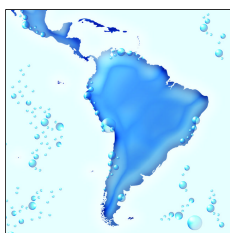
En Chile Central los procesos de erosión por lluvia se ven acentuados por las fuertes pendientes de los espacios montañosos y el uso masivo de las tierras, logrando una gran intensidad de degradación.

Los fenómenos erosivos ocurren en 3 pisos altitudinales:

- Piso alto: ubicado en la zona alta de la cordillera andina (sobre los 2000 msnm), este sector acumula un extenso manto de nieve, el cual desaparece durante el deshielo de primavera - verano. La interacción directa de estas precipitaciones sobre el suelo, frente a la poca o ninguna vegetación, provocan la erosión, reflejada en los niveles de sedi-

Figura 10
Mapa de áreas y procesos erosivos y de desertificación





mentos medidos aguas abajo de los cauces efluentes de la zona.

- Piso intermedio: se caracteriza por la presencia de matorrales y bosques esclerófilos que, junto a la acción de las lluvias de invierno y las fuertes pendientes (15° a 35°), son los principales causantes de la pérdida de suelos.
- Piso bajo: corresponde a los sectores planos ubicados en los grandes valles y depresión intermedia, donde el hombre más ha modificado el paisaje por sus actividades. Debido a las bajas pendientes, la erosión se limita a socavamiento en la caja de los ríos y erosión por riego. Sin embargo, los problemas surgen de la alta acumulación de sedimentos en esta zona, reduciendo las capacidades de evacuación de las cuencas y poniendo en peligro al desarrollo de las actividades humanas.

Algunos escenarios de procesos erosivos destacables en Chile son:

- La zona central de Chile, debido a la estacionalidad y monto de las precipitaciones, y a la existencia de una vegetación arbustiva y herbácea en desaparición;
- El sector costero de las regiones VII y VIII, con un alto porcentaje de suelos desnudos que los hacen sensibles a una fuerte erosión, principalmente generándose zanjas profundas;
- El sur de Chile, por causa de las abundantes precipitaciones que caen durante todo el año, la deforestación, el mal manejo de praderas y los incendios.

Dentro del tema de la pérdida de productividad de los suelos, los centros urbanos se han expandido producto del aumento de la población, invadiendo las áreas de suelo agrícola, en lugar de ocupar aquellas tierras estériles y cerros que no presentan beneficios para la agricultura. El caso más dramático de esto se localiza en Santiago, donde entre 1955 y 1984 se ocupó el 70% de los suelos de mayor productividad para destinarlo a las necesidades de localización de la población. También se ha observado en torno a Rancagua, añadiéndose el desarrollo de áreas industriales y la parcelación para hijuelas de agrado.

Por último, el tema de la desertificación se destaca por la extrema fragilidad de algunas zonas, particularmente las áridas y semiáridas del norte y centro de Chile, donde se están intensificando las condiciones desérticas y paulatinamente está decreciendo la productividad de los ecosistemas.

Los factores de desertificación observados en Chile son principalmente: el sobrepastoreo (cordones prealpinos, zona costera central y Patagonia chilena), salinización progresiva de valles (principalmente en el norte con elementos como sodio, boro y arsénico), tala para leña de las formaciones vegetales existentes (explotación de cactáceas entre la I y III regiones), cultivo de cereales (entre la V a X regiones, ocasionando la formación de dunas y zanjas) y reemplazo de suelos forestales por usos ganaderos (de gran magnitud en la XI región).

3.4.4. Nivel de impacto

Tanto los fenómenos de inundaciones como sequías producen un conjunto de impactos sobre la producción del país, principalmente sobre la agricultura, debido a que involucran a sus dos factores constituyentes: el agua y el suelo.

Los impactos asociados en Chile a las inundaciones son:

- Pérdidas de vidas humanas;
- Inundación de zonas urbanas, con destrucción de viviendas, pérdidas de enseres y paralización de la actividad económica y del tránsito, causando incluso situaciones de aislamiento en algunas localidades en lugares particularmente desventajosos;
- Inundación de zonas agrícolas, con destrucción de cultivos, pérdidas de suelo, destrucción de viviendas e infraestructura, pérdida de animales y maquinarias;
- Destrucción de obras viales e inundación de caminos, los cuales quedan fuera de servicio.

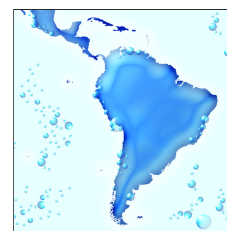
En cuanto a las sequías, los principales impactos son:

- Deterioro de la productividad agrícola, forestal y ganadera, junto al impacto en actividades comerciales e industriales, además del incremento de los índices de desempleo;
- Reducción de la capacidad de generación hidroenergética;
- Aumento del costo de tratamiento y provisión de agua potable;
- Impactos en la higiene y salud personal y pública;
- Deterioro o pérdida de espacios para recreación;
- Erosión de suelos, incendios forestales, degradación de la calidad del agua, desertificación y otras situaciones de degradación ambiental;
- Disminución de los caudales bajo los mínimos ecológicos, afectando gravemente a la flora y fauna.

La Oficina Nacional de Emergencia estimó durante el período 1974-1987 la magnitud de los daños que causaban anualmente las inundaciones, determinando los siguientes valores:

Muertos y desaparecidos:	31,4	personas/año
Damnificados:	51.004	personas/año
Viviendas destruidas:	1.394	viviendas/año
Ríos o canales desbordados:	51,3	desbordes
Puentes dañados:	53,2	puentes/año
Pérdidas directas:	US\$ 33,3	millones/año

En tanto, las sequías han producido pérdidas de miles de hectáreas de cultivos, miles de cabezas de ganado, millones de dólares en cosechas, ayudas para forraje, créditos a pequeños agricultores y proyectos de estimulación de lluvia artificial y déficits de miles de Kilowatts-hora en la generación hidroeléctrica, además de llevar a sectores a la extrema pobreza, principalmente a pequeños ganaderos y agricultores.



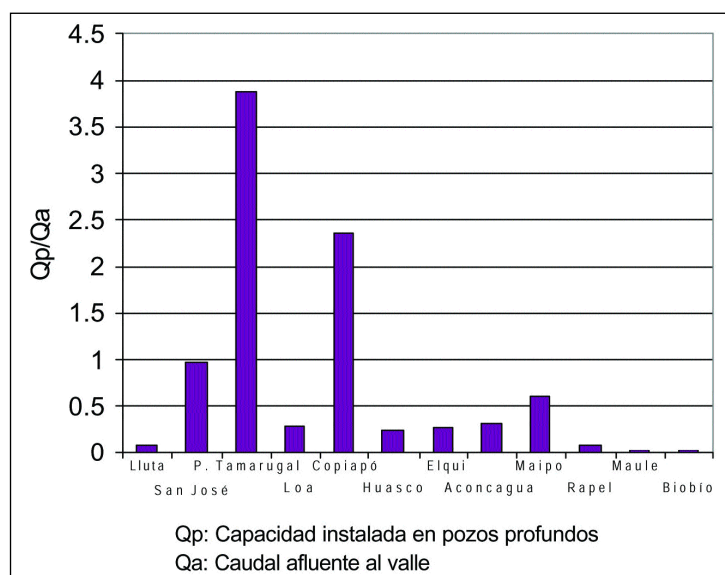
Aún frente a la escasez de recursos, la extracción de caudales no ha respetado ningún margen mínimo, causando el agotamiento, en algunas épocas del año, de los caudales en la mayoría de los cauces de la VIII Región al norte; existen humedales en la zona norte que se han secado; y, usos no consuntivos que han significado variaciones importantes en los niveles de algunos lagos (Lago Chapo, Laguna de la Laja, entre otros). Asimismo se han deteriorado los escenarios naturales y los ecosistemas que incluyen al recurso hídrico como parte de su subsistencia. Estas situaciones se presentan de manera más crítica en las regiones IV y V, donde la escasez tiene más relevancia por la gran superficie productiva que incluye.

Otro aspecto que incide en el déficit de recursos es la eficiencia del uso del agua, que aumenta durante los períodos de sequía, disminuyendo los sobrantes y generando escasez aguas abajo, afectando derechos de aguas de otros cauces, pro-

ducto de la gestión no integrada del recurso hídrico. Es decir, además de presentarse sequías en las cuencas enteras, también hay situaciones heterogéneamente distribuidas en la extensión de éstas.

Las aguas subterráneas, por la importancia que tienen esencialmente las regiones I a III del norte del país, donde no se puede contar con los recursos superficiales por su mala calidad, están siendo sobreexplotados en algunas cuencas, a un nivel mayor que sus recargas naturales. Tal como se puede ver en la figura 10, estas situaciones son críticas en la Pampa del Tamarugal y la cuenca del Río Copiapó, además de otros lugares no ilustrados como el Valle de Azapa, en la cuenca del río Lluta y la subcuenca de Chacabuco-Polpaico en la cuenca del Maipo, donde los caudales extraídos de pozos superan a la recarga afluente. No obstante, el resto del país da signos de una evidente subexplotación.

Figura 10
Niveles de uso de agua subterránea



3.5 Aspectos institucionales de la gestión de los recursos hídricos

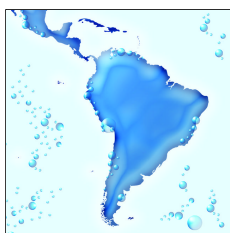
3.5.1 Administración del agua

En Chile, el Código de Aguas establece las formas de administración del agua, estando vigente la última revisión desde 1996. Según estas disposiciones, las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, el cual es un derecho real de dominio de su titular, quien puede usar y disponer libremente de él.

El rol regulador y normativo del Estado está centralizado en el organismo denominado Dirección General de Aguas,

un servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas. Sus principales funciones y atribuciones son:

- Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento;
- Otorgar los derechos de aprovechamiento de aguas;
- Investigar y medir el recurso. Para ello deberá:
- Mantener y operar el servicio hidrométrico nacional y proporcionar y publicar la información correspondiente;
- Encomendar a empresas u organismos especializados los



estudios o informes técnicos que estime convenientes y la construcción, implementación y operación de las obras de medición e investigación que se requiera;

- Propender a la coordinación de los programas de investigación que corresponda a las entidades del sector público y a las privadas que realicen estos trabajos con financiamiento parcial del Estado;
- Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin autorización;
- Supervigilar el funcionamiento de las Juntas de Vigilancia y Organizaciones Usuarias que se señalan más adelante;
- Prevenir o mitigar catástrofes naturales como sequías e inundaciones;
- Entregar directrices a los usuarios para el mejor uso de los recursos y efectuar recomendaciones sobre su conservación.

Se han propuesto algunas modificaciones al Código de Aguas, de modo de fortalecer algunas funciones de la Dirección General de Aguas y propender a un uso más eficiente y equitativo del recurso, y asimismo asegurar la sustentabilidad del uso del agua en el largo plazo, y la sustentabilidad de ecosistemas relacionados con el agua. Cabe destacar que al ser este organismo un ente no sectorial e independiente de los usuarios, y además al no ejecutar por sí obras de aprovechamiento, permite que su rol regulador y normativo pueda desempeñarse con gran independencia.

Sin embargo, la institucionalidad del agua en Chile no está configurada de manera tal que propenda a una gestión integrada de los recursos agua, suelo, vegetación y medio ambiente asociado. En efecto, a la Dirección General de Aguas, la ley no le entrega atribuciones en esta materia. Por otro lado, existen otras instituciones del Estado que se preocupan, por un lado de los recursos suelo y vegetación; y por otro lado del tema medioambiental. Más aún, en lo que se refiere a contaminación del agua, el Estado le entrega labores de fiscalización a otra institución diferente, cual es el Servicio Nacional de Salud. Y eso no es todo, existen aún otras instituciones del Estado que también intervienen en materias que tienen que ver con los cauces superficiales, o con los cuerpos de agua continentales, etc. Asimismo, el Estado tiene otros organismos que fomentan proyectos sectoriales de aprovechamiento de aguas, como lo son la agricultura y el riego. Finalmente, cabe mencionar a los organismos de control y reguladores del Estado, en temas sectoriales que tienen que ver con el agua, como lo son la Superintendencia de Servicios Sanitarios, en lo que se refiere a agua potable y evacuación y tratamiento de aguas residuales domésticas; y, la Comisión Nacional de Energía, que entre otras materias tiene injerencia en la generación hidroeléctrica.

Aparte de los organismos e instituciones del Estado ya señalados, existen otros actores que se preocupan de la gestión y repartición de las aguas en cada cuenca, cuales son las organizaciones de usuarios que contempla la ley chilena, y que se

describen más adelante.

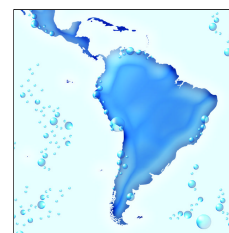
En las cuencas chilenas se ha visto dificultado el proceso de gestión integrada, sin poder tener control sobre los efectos de los distintos sectores usuarios ni establecer un camino definido de desarrollo a mediano y largo plazo.

La ausencia de la gestión integrada genera problemas específicos, como:

- Administración de recursos hídricos a nivel de tramos de ríos en vez de a nivel de cuencas, lo que limita la posibilidad de abordar tareas en materias relacionadas con el aprovechamiento que por su naturaleza propia afectan al conjunto de las secciones;
- Interferencias entre el uso de las aguas subterráneas y superficiales, las cuales se manejan en forma independiente sin aprovechar las ventajas de un uso conjunto;
- Gestión independiente de los aspectos relativos a la calidad y a la cantidad de las aguas, impidiendo el control evidente que supone la interdependencia entre ambas, relacionando cargas contaminantes y caudales de dilución requeridos;
- Análisis sectorial de uso de recursos hídricos, suelos y cobertura vegetal, dificultando el desarrollo de planes de acción sobre problemas ambientales como erosión, degradación de suelos, modificación del patrón de escorrentía, salinización de aguas y contaminación difusa de origen agrícola;
- Ausencia de planes adecuados de descontaminación y conservación ambiental, los cuales requieren una visión integrada en sus distintas fases: diagnóstico, formulación, implementación, financiamiento y operación;
- Imposibilidad de dar respuestas adecuadas a los problemas relativos al control de crecidas e inundaciones, y en general al manejo de los cauces, originado en la falta de la interacción entre los sectores involucrados en el aprovechamiento de los recursos hídricos, como usuarios de agua, agricultores, municipios, poblaciones, empresas forestales, inmobiliarias, etc., teniendo en cuenta la magnitud de la interdependencia entre ellos por su efecto sobre los cauces;
- Limitaciones para enfrentar sequías extremas, cuyos efectos abarcan todos los sectores que actúan en los recursos hídricos y requieren programas integrales para su mitigación;
- Integración deficiente entre políticas de oferta y demanda de recursos hídricos, es decir, entre lo que significa constituir nuevos derechos de aguas, construir obras de infraestructura, etc., y el ordenamiento de los diferentes usos del agua.

Las iniciativas vigentes para solucionar el tema de gestión integrada están orientadas a modificar el marco institucional y legal vigente.

Dentro de las acciones de corto plazo sobre el marco



vigente, existen iniciativas de modificaciones legales del Código de Aguas que incidirían en favorecer la gestión integrada (por ejemplo, el reconocimiento explícito de la interrelación entre aguas superficiales y subterráneas en una cuenca). Por otra parte, se presenta la elaboración, aprobación e implementación de Planes Directores, que coordinan al sector público regulador e inversionista y el sector privado, buscando generar iniciativas con propósitos múltiples entre los diferentes sectores participantes.

Asimismo, la Dirección General de Aguas, en coordinación con otras instituciones del Estado ha estudiado en algunas cuencas las posibilidades de implementar Corporaciones Administradoras de Cuencas. La implementación de éstas podría pensarse en el mediano plazo.

Todas las formas de administración existentes están contenidas en la estructura nacional; no existe una administración internacional en las cuencas compartidas con otros países. Esto ha generado algunos conflictos en la zona de mayor escasez del recurso, en las regiones I y II, donde existen ríos que nacen en Bolivia y van a desaguar a Chile, o viceversa.

■ 3.5.2 Mecanismos de participación de los usuarios

Los usuarios se encuentran organizados en distintos tipos de organismos, dependiendo de la fuente y uso que hagan de los recursos hídricos. Son estas organizaciones las que administran y distribuyen las aguas, cumpliendo la Dirección General de Aguas una labor de tuición general y regulación. Estas organizaciones, en la búsqueda del uso conforme a derecho del agua por parte de sus miembros, pueden cobrar derechos o cuotas para la construcción, mantenimiento y administración de la infraestructura de repartición del agua.

Los distintos tipos de organizaciones de usuarios son:

- Juntas de Vigilancia: organización de usuarios que aprovechan aguas de una misma corriente superficial, con el fin de administrar y distribuir las aguas sobre cuyos miembros tengan derechos, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común, entre otros fines. Como sus atribuciones giran en torno a los cauces naturales, también tienen funciones como la declaración de escasez de los recursos, pudiendo reasignar las aguas según lo estime su directorio.
- Asociaciones de canalistas: grupos de usuarios que son responsables de la administración de la infraestructura primaria como embalses y canales, y poseen personalidad jurídica.
- Comunidades de aguas: idénticas a las anteriores, aun cuando no tienen personalidad jurídica.
- Comunidades de obras de drenaje: constituye el grupo de usuarios que aprovechan obras de drenaje o desagüe en beneficio común.

Aún cuando debe considerarse que las organizaciones de usuarios existentes, en general, han sido eficaces para cumplir su rol, debe reconocerse que presentan algunas limitaciones que pueden entorpecer su accionar. En efecto, por ejemplo, la legislación chilena no distingue una participación segmentada de usuarios de derechos consuntivos y no consuntivos, en las Juntas de Vigilancia; de esta forma, por ejemplo, un gran usuario hidroeléctrico en un río puede tener derecho a dominar la gestión de una determinada Junta de Vigilancia.

■ 3.5.3 Legislación de aguas

En el artículo 19 de la Constitución Política de la República de Chile, que rige desde 1980, se garantiza el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y se consagra el deber del Estado de velar porque dicho derecho no se afecte y de tutelar la preservación de la naturaleza. Incluso se faculta al legislador para restringir en forma específica el ejercicio de determinados derechos o libertades con el fin de proteger el medio ambiente. Sin embargo, sólo a partir de 1994 se han comenzado a establecer los lineamientos básicos a seguir, al dictarse la Ley N.º 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

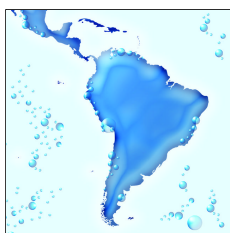
Con respecto a esta última, "las materias abordadas por esta ley son las más relevantes y centrales para implementar la gestión ambiental, carentes de tratamiento legal previo, con mayor grado de consenso en cuanto a su carácter de temas fundamentales a ser abordados, y factibles de ser aplicados dados los mecanismos y regulaciones contenidas en ella. Su objeto no es, por consiguiente, efectuar una regulación exhaustiva de todos los temas y problemas ambientales, lo que será materia propia de leyes sectoriales y sus respectivos reglamentos" ¹.

Los instrumentos de gestión que reconoce la ley son: el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, las Normas de Calidad Ambiental, las Normas de Emisión, los Planes de Manejo de recursos naturales renovables, los Planes de Prevención y los Planes de Descontaminación.

Las actuales normas de Estudios de Impacto Ambiental (o Declaraciones de Impacto Ambiental a obras de menor envergadura) son exigencias a proyectos que puedan producir impacto en la salud humana, en los recursos naturales o ecosistemas, o en grupos étnicos protegidos. Estas condiciones son aplicadas, entre otras, a los siguientes tipos de obras relacionadas con el recurso agua:

- Acueductos, embalses o tranques, sifones, presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración de cursos naturales de agua;
- Centrales generadoras de energía (de potencia instalada mayor a 3 MW);
- Urbanizaciones;
- Oleoductos, gasoductos, ductos mineros o similares;

¹ Praus, Sergio, "Derecho y Medio Ambiente en Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, Santiago de Chile, 1995, pag. 513-532



- Alcantarillado o agua potable, y plantas de tratamiento de aguas o residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos y sólidos;

Para la fiscalización del cumplimiento de las normas y condiciones de las declaraciones de impacto ambiental, la aplicación de multas o el estudio de la revocación de los permisos de un proyecto en particular, se ha creado la CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), un organismo descentralizado, entre cuyas funciones se encuentran:

- Proponer políticas ambientales al ejecutivo;
- Informar respecto del cumplimiento de las normas y condiciones de las declaraciones de impacto ambiental;
- Servir como órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación sobre el medio ambiente;
- Aportar con un sistema de información nacional;
- Administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental;
- Coordinar la generación de normas ambientales y determinar la programación para su cumplimiento;
- Colaborar y coordinar a la ciudadanía y a los organismos en la legislación del medio ambiente;
- Financiar proyectos y actividades orientadas a la protección del medio ambiente.

La labor realizada por la CONAMA ha sido eficiente por cuanto ha logrado mejoras significativas en los proyectos con trascendencia ambiental. Para dar una idea de la labor realizada, puede señalarse que entre abril de 1997 y diciembre de 1999, la CONAMA ha aprobado un 60,5% de los proyectos presentados, rechazando 5,4%. El resto de los proyectos están clasificados como desistidos o en proceso de mejoramiento.

Además de los tópicos relacionados con la calidad del agua, en los últimos años se ha venido experimentando un reconocimiento a la existencia de una demanda ambiental de agua, motivando al estudio de una asignación más adecuada de los recursos hídricos demandados por los sectores productivos. Los principales objetivos en estas medidas de protección ambientales son los ecosistemas (ríos y océanos), los usos recreacionales (ríos y lagos), la pesca, la navegación, la preservación escénica, el turismo, el mantenimiento de la capacidad de transporte de contaminantes de los cauces y la preservación de humedales en el norte del país (regiones I y II). Hasta ahora, estos proyectos no cuentan con soporte legal y se están realizando estudios para determinar caudales ecológicos no sólo basados en criterios hidrológicos, sino también biológicos.

La metodología actualmente utilizada por la DGA, para fijar un "caudal ecológico" mínimo, corresponde a un criterio de un 10% del Caudal Medio Anual, evaluado con datos de al menos 5 años, pudiendo rebajarse hasta un 5% en ríos de más de 80 m³/s como caudal medio mensual. Sin embargo, la aplicación de éste criterio es factible sólo en las cuencas al sur del río Biobío. Desde esta cuenca hacia el norte, en general,

los derechos ya existentes permiten secar los cauces en algunos tramos y en algunas épocas del año.

Los nuevos estudios apuntan al estudio en cuencas piloto de especies objetivo para determinar los caudales ecológicos en función de la habitabilidad de los ecosistemas. Para ello se requiere determinar alguna especie representativa, y luego de lograr establecer los requerimientos, se necesita de un monitoreo que confirme las estimaciones respecto de las condiciones adecuadas para la supervivencia de la flora y fauna protegida.

Parte del trabajo de la CONAMA ha estado centrada en la determinación de estándares de calidad de las aguas, para lograr una calidad deseada para los usos a que se asignen los cauces y cuerpos de agua. La principal norma en torno a los recursos hídricos es la Norma Chilena Oficial N.º 1.333, denominada "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos". En ella se establecen requisitos para los siguientes usos de las aguas:

- Agua para consumo humano
- Agua para bebida de animales
- Riego
- Recreación y estética
- Vida acuática

Las normas para agua de consumo humano y de bebida para animales están remitidas a la Norma N.º 409 que se refiere a los requisitos de agua potable. Los requisitos que establece son de orden físico, químico, radiactivo y bacteriológico y se aplica al agua potable de cualquier fuente de abastecimiento. Se destacan los requerimientos de ausencia de olor y sabor, la ausencia de coliformes fecales, el control de la turbiedad, color y contenido de sales, y los límites permitidos para el cloro y flúor.

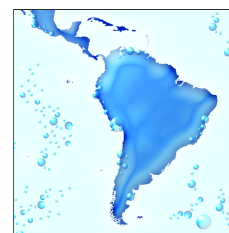
Para el riego, los requisitos químicos se refieren a los siguientes aspectos:

- pH, el que debe estar entre 5,5 y 9,0;
- Restricción a varios elementos químicos;
- Pesticidas, incluyendo herbicidas e insecticidas;
- Conductividad específica y sólidos disueltos totales;
- Razón de adsorción de sodio.

Asimismo, los requisitos bacteriológicos para riego establecen un máximo de 1000 coliformes fecales en 100 ml, en cultivos a ras de suelo y que habitualmente se consumen crudos.

Para el agua de uso estético, se establecen las sustancias de que debe estar exenta el agua:

- Materias que sedimenten formando depósitos objetables;
- Desechos flotantes, aceites, espuma u otros sólidos;
- Materias en concentraciones o combinaciones que sean tóxicas o que produzcan reacciones indeseables en personas, animales y plantas;
- Sustancias y condiciones que produzcan vida acuática indeseable.



Para el agua para recreación con contacto directo, se establecen los siguientes valores:

- Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales: ausentes;
- Aceites flotantes y grasas: 5mg/l como máximo;
- Aceites y grasas emulsificadas: 10 mg/l como máximo;
- Sustancias que produzcan olor o sabor inconvenientes: ausentes.

Para los usos recreacionales con contacto directo, se agregan a los anteriores los siguientes requisitos:

- pH: 6,5 a 8,3 (pudiendo variar entre 5,0 y 9,0 si hay variaciones en condiciones naturales);
- Temperatura: 30 °C como máximo;
- Claridad: visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad;
- Color: 100 unidades Escala Pt-Co como máximo y ausencia de colorantes artificiales;
- Turbiedad: 50 unidades Escala Sílice como máximo;
- Coliformes fecales: 1000/ml como máximo;

Con respecto al agua dulce para la vida acuática, se disponen los siguientes requisitos:

- Oxígeno disuelto: 5mg/l como mínimo;
- pH: 6,0 a 9,0
- Alcalinidad total: 20 mg/l de CaCO₃ como mínimo;
- Turbiedad debido a descargas: no debe aumentar el valor natural en más de 30 unidades Escala Sílice;
- Temperatura: no debe aumentar el valor natural en más de 3 °C;
- Ausencia de colores filtrantes
- Ausencia de sólidos flotantes visibles y espumas no naturales,
- Sólidos sedimentables: no deben exceder el valor natural;
- Ausencia de petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo

Además, existen otros límites de naturaleza toxicológica para pesticidas, metales pesados, cianuros, tóxicos acumulativos y detergentes.

Además de los estándares de calidad, sólo se han promulgado Normas de Emisión que apuntan a controlar la calidad de los vertidos industriales o aguas servidas domiciliarias sobre cuerpos superficiales. Sin embargo, hacen falta Normas de Calidad Primarias y Secundarias, las cuales definirán los valores máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, radiaciones, vibraciones o combinaciones de éstos que constituyan un riesgo a la población (Normas Primarias) o a la protección y conservación del medio ambiente y la naturaleza (Normas Secundarias). Esto impide la declaración de Zonas Saturadas y Latentes, lo cual es fundamental para el diseño y aplicación de Planes de Descontaminación y Prevención. Además, el comienzo dado por la generación de normas de emisiones antes que de calidad podría generar dificultades para establecer los niveles de tratamiento requeridos.

El control del cumplimiento de estas normas, y en general, de la emisión de residuos líquidos industriales y domiciliarios, lo cumple la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), el cual es un organismo descentralizado funcionalmente. Este ente asegura el cumplimiento de la ley N.º 3.133, obligando a neutralizar y depurar los residuos nocivos a la bebida o al riego. Para ello controla la existencia de sistemas de tratamiento, preocupándose en especial de los parámetros a controlar, y de las características de las descargas.

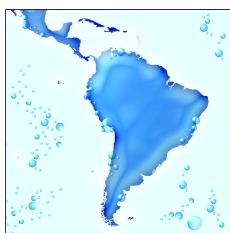
La SISS revisará los proyectos que consideren realizar descargas e inspeccionará la ejecución de las obras de tratamiento, realizando un control durante su vida útil para asegurar su adecuado funcionamiento. De esta forma, se vela por la calidad de las aguas en cauces naturales y artificiales, como también se cuida de que no existan interferencias al tratamiento de aguas servidas en caso de que las descargas se realicen al alcantarillado público. La SISS tiene atribuciones para cancelar permisos de descargas, ordenar la modificación de proyectos de tratamiento y aplicar las multas que corresponden en caso de infracción a la ley o a su reglamento.

La evaluación del desempeño de los organismos fiscalizadores de las descargas señala que se están experimentando lentos avances desde la situación inicial, que presentaba un número de vertidos autorizados mucho menor a los existentes hoy día, y una mínima proporción de aguas servidas tratadas. Los recursos insuficientes asignados al sector y la dispersión en las funciones de fiscalización y vigilancia, siguen siendo las grandes dificultades que se deben sortear para llegar a conocer el verdadero impacto sobre el medio ambiente.

El control de la contaminación difusa, ha sido muy escaso por no presentarse como un problema generalizado y ser más complejo que las fuentes puntuales para su fiscalización. Sin embargo, se debe tener presente la irreversibilidad que estos procesos significan en recursos tales como las aguas subterráneas, por lo que aún se necesitan acciones de prevención y evaluaciones de las situaciones identificadas.

En Chile, la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas tiene atribuciones para intervenir en la resolución de situaciones críticas de escasez de agua, tomando a su cargo la distribución de agua para mitigar sus efectos. Asimismo dicta resoluciones sobre situaciones de conflicto entre partes usuarias del recurso, de oficio, o a partir del requerimiento de una de las partes en conflicto. Sin embargo, cualquier resolución de este organismo, puede ser sometida a las instancias judiciales de resolución de conflictos. Vale decir, en última instancia es el Poder Judicial del país, el que, utilizando las diversas etapas del procedimiento que se contempla para dirimir sobre cualquier asunto civil, resuelve.

Esto no es en general muy eficiente, tanto en cuanto a oportunidad como a justicia, de las resoluciones que se adoptan. Es en primer lugar lento, porque las etapas de un proceso judicial en Chile son de lenta evolución. En segundo lugar, los tribunales de Chile no son especializados en determinadas materias, y los conflictos sobre aguas son complejos, por lo tanto ocurren fallos que muchas veces no concuerdan con las opiniones de la mayoría de los especialistas en la materia.



3.6 Aspectos económicos - sociales de la gestión de los recursos hídricos

3.6.1 Sistema tarifario

En Chile el Estado otorga derechos de agua, a solicitud del interesado, siempre que exista la disponibilidad en la fuente de que se trate. El interesado debe pagar algunos gastos correspondientes a los trámites administrativos, pero no paga por el agua que corresponde al derecho otorgado en la generalidad de los casos. No existen tampoco prioridades ni preferencias para asignar el uso del agua, u obligaciones de construcción de obras de aprovechamiento, o normas explícitas sobre requerimientos ecológicos. No existe una tarifa por el agua usada o extraída, cualquiera sea su fuente.

Si no existe disponibilidad en la fuente, el Estado deniega la solicitud del interesado, y éste puede recurrir a comprar derechos a los particulares que los posean y siempre que éstos estén dispuestos a vender.

Otros costos en que debe incurrir un usuario son los que corresponden a las cuotas que cobran las organizaciones de usuarios, como pago por la gestión y el financiamiento de las obras que se requieran. Según las disposiciones del Código de Aguas, los gastos de construcción, explotación, limpia, conservación, mejoramiento y demás que benefician a los usuarios, se costean a cuenta de éstos, a prorrata de sus derechos de aprovechamiento. El no pago puede significar la privación de sus derechos y/o acciones judiciales en su contra, además de las multas o intereses que la organización haya fijado.

El sistema de subsidios para el riego está determinado por los términos de la Ley N.º 18.450 sobre el fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje. Fija a la Comisión Nacional de Riego como el organismo que asignará los recursos destinados. La ley permite la bonificación de hasta 75% del costo total de construcción y reparación de obras. Los fondos para los proyectos son concursables, y se pueden presentar proyectos individuales de hasta US\$ 335.000 y comunitarios de hasta US\$ 670.000.

Las cifras más recientes sobre los subsidios de la Ley N.º 18.450 dan cuenta de un total de 8.774 usuarios beneficiados durante 1998, sobre una superficie bonificada de 54.024 [há], para los cuales se destinaron 23,4 millones de US\$. El presupuesto para 1999 contempló 35,2 millones de US\$ para estos mismos fines.

Existe además el programa de Riego Campesino, dirigido por el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario, orientado a pequeños agricultores. Bajo este programa se financian estudios y obras de riego y drenaje, tanto intra como extrapredial, pudiendo obtenerse un subsidio máximo de 4.200 US\$ por usuario y 56.000 US\$ por demanda grupal (bonificando un máximo del 75% de los proyectos). Los postulantes deben cumplir una serie de requisitos y deben postular

en forma asociativa y se debe trabajar en la gestión de construcción.

Los derechos de aguas en Chile están regidos por el sistema establecido en el Código de Aguas, bajo normas que resguardan, por un lado, la estabilidad y flexibilidad de los derechos, y por otro, regulan las características físicas, químicas y biológicas del recurso y aseguran su uso eficiente y su adecuado control.

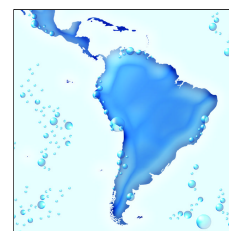
El Código de Aguas define una permanente y total libertad para el uso del agua a que se tiene derecho, pudiendo usarlos o no en las finalidades que se deseen, transferir los derechos de agua en forma separada de la tierra y comercializar sus derechos en operaciones de venta, arriendo, hipoteca, etc. Estas amplias atribuciones sobre las aguas se otorgan con poca regulación, ya que no están sujetos a ningún tipo de cobro o tarifa por la titularidad del agua, a excepción de los impuestos de transferencia que procedan, como en la compra-venta de cualquier bien.

La protección constitucional sobre la propiedad de los derechos de agua, si bien ha tenido la gran ventaja de otorgar a los titulares una gran seguridad para desarrollar negocios que tienen al agua como un factor de producción, también ha inducido algunos comportamientos que se perciben como negativos para un bien nacional de uso público. En efecto, se han observado tendencias a la especulación y acaparamiento por parte de algunos usuarios, motivados por sus intereses económicos particulares, intereses de monopolizar mercados de ciertos productos, etc. A raíz de esto último, existe en la actualidad un proyecto de modificación del Código de Aguas, que pretende tarificar el no uso de derechos de agua por parte de los titulares.

Sin embargo, el mercado de las aguas de Chile ha mejorado la asignación de las aguas desde el punto de vista económico. Las transacciones se realizan movidas por beneficios económicos potenciales según la rentabilidad de las finalidades, lugar o tiempo de uso de las aguas. Así se llega a un equilibrio que maximiza el valor económico que se obtiene del recurso, dadas sus condiciones de escasez.

Aun así se reconocen un conjunto de limitaciones operativas para el mercado de aguas, que permitan aumentar su eficacia como instrumento de reasignación del recurso. Entre éstos cabe mencionar:

- Rigideces de los sistemas de distribución y repartición del agua, que introducen costos importantes a cualquier cambio que genera una transferencia, y externalidades negativas para terceros;
- Falta de información pública sobre transacciones y precios de éstos;



- Incertidumbres con respecto a la definición precisa del bien que se está transando;
- Incertidumbres introducidas por la variabilidad natural de la disponibilidad del agua en las fuentes, lo que induce un comportamiento conservador de los titulares de derechos, para cubrirse de los riesgos de sequías.

3.6.2 Mecanismos de financiación

Los proyectos hídricos con financiamiento por parte del Estado, en su mayoría obras de riego, están sometidos al Decreto con Fuerza de Ley N.º 1.123, el cual entrega a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas, la labor de confeccionar los anteproyectos de dichas obras y encargar los proyectos definitivos de contar con el interés por parte de la comunidad inmediatamente afectada por las obras de infraestructura proyectadas. Los requisitos de dichos proyectos son:

- El costo de las obras no debe superar el valor comercial de los terrenos regados similares de la misma región;
- Los proyectos definitivos se realizarán con el 33% de aprobación de los nuevos terrenos regados o de los derechos de aprovechamiento en caso de obras múltiples.

El reglamento define casos especiales para la confección de los proyectos, cuando:

- La confección del proyecto definitivo y la ejecución de las obras es socialmente recomendable o si se beneficia a zonas económicamente deprimidas;
- El Presidente de la República ordene fundadamente su ejecución;
- La confección del proyecto definitivo y la ejecución de las obras es aconsejable por razones de fomento de la producción;
- Las obras tengan por objeto regularizar una corriente de régimen natural o parte de ella.

Luego, el Ministerio de Obras Públicas lo incluirá en sus programas de construcción si existe interés de interesados que representen un 50% de las nuevas disponibilidades de agua, aceptando reembolsar su costo de acuerdo al reglamento y conformando una Junta de Vigilancia. Después de construidas, las obras son explotadas bajo observación de la DOH, con el fin de ejecutar reparaciones u obras complementarias.

El Ministerio de Obras Públicas es el ente del Gobierno que está a cargo de la mayor parte de los organismos reguladores de los recursos hídricos. Como parte de su presupuesto ha dedicado durante la última década un promedio de 5,21% a la Dirección de Obras Hidráulicas y un 0,42% a la Dirección General de Aguas (ver tabla 14).

Tabla 14
Presupuesto de organismos del Ministerio de Obras Públicas entre 1990 y 1999

Año	Presupuesto de organismos del MOP (1990-1999) miles de US\$		
	DOH	DGA	SISS
1990	1844	1483	152
1991	8669	1656	383
1992	23713	1985	478
1993	32943	2293	306
1994	37628	2917	631
1995	33211	3593	1291
1996	37950	4450	643
1997	61139	4913	639
1998	74711	4680	961
1999	74700	3002	763
Total	386507	30970	6246

DOH: Dirección de Obras Hidráulicas DGA: Dirección General de Aguas
SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios

Fuente: Basado en MOP, "1990 - 1999: La década de la Infraestructura", 1991

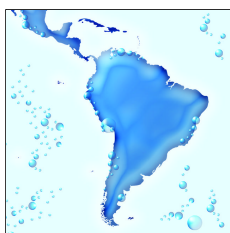
Como resumen de los indicadores económicos nacionales de trascendencia para la proyección del sector, se presentan las siguientes cifras (en millones de dólares):

- PIB (promedio 1990-1998): MM US\$315.943
- Gasto de gobierno (promedio 1990 - 1998):
MM US\$ 26.756
- Presupuesto M.O.P. (promedio 1990 - 1998):
MM US\$ 3.856
- Presupuesto D.O.H. (promedio 1990 - 1998):
MM US\$ 200
- Presupuesto D.G.A. (promedio 1990 - 1998):
MM US\$ 16,1
- Presupuesto S.I.S.S. (promedio 1990 - 1998):
MM US\$ 3,2

Adicionalmente a los mecanismos ya descritos para el estudio y ejecución de obras de riego, se ha comenzado a emplear el Sistema de Concesiones, para incorporar al sector privado a la construcción de infraestructura, como ya se hizo antes con las obras de vialidad. De esta forma, se cobrará una tarifa a los usuarios por parte del concesionario de la obra, de modo de financiar estos proyectos al mediano o largo plazo. Aún no se han probado las bondades del sistema, porque sólo a partir de este año se comenzará la licitación de la primera obra bajo esta modalidad.

3.6.3 Aspectos sociales

En Chile no se aprecian con claridad sectores que estén excluidos del consumo de agua bajo argumentos exclu-



sivamente sociales, existiendo incluso protección sobre varios sectores que podrían verse perjudicados por mecanismos tales como el mercado de derechos de aguas (por no tener poder de adquisición para obtenerlos). Vale consignar que si se llega a implementar por completo el mercado de derechos y se le da el dinamismo esperado deben existir siempre medidas que apoyen a los sectores de mayor riesgo social, como por ejemplo subsidios o programas especiales para pequeños usuarios.

Además de las eventuales desigualdades para el aprovechamiento de los recursos hídricos, existe otra clase de inconvenientes que surgen, ya no de la administración del agua, sino de la naturaleza propia de ésta; su variabilidad y sus características de mecanismo transmisor de enfermedades. Con respecto al primer aspecto, su impacto fue indicado en el capítulo sobre eventos extremos, debiendo el Estado hacerse cargo en numerosas ocasiones de la ayuda a los afectados, a través de líneas de crédito a agricultores, subsidios o repartición de ayuda para solventar los períodos más críticos, sobre todo frente a las sequías. Sobre el segundo aspecto, ha existido un peligro latente de contraer enfermedades infecciosas por la ingestión de vegetales regados con aguas servidas; sin embargo, en la última década se ha controlado este foco infeccioso mediante la educación de la ciudadanía, ya que aún no se realiza el tratamiento de dichas aguas. En esta labor ha colaborado esencialmente el Ministerio de Salud, a través de campañas que han hecho frente a brotes de cólera que han surgido en el norte del país y ocasionalmente han alcanzado la zona de mayor densidad poblacional del centro del país, en torno a la Región Metropolitana.

Con respecto a los grupos sociales considerados de manera particular, en 1993 se promulgó la Ley Indígena, cuya discusión se inició en 1990 y que involucró a todos los pueblos indígenas del país. La implementación y la fiscalización de las disposiciones contenidas en la ley y de la incorporación de consideraciones particulares en el diseño de las políticas públicas le corresponde a la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), que inició sus funciones en 1994, siendo su objetivo general promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado en favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas, especialmente en lo económico, social y cultural, y de impulsar su participación en la vida nacional.

En cuanto a los agricultores, se ha determinado que una condición básica para asegurar la viabilidad y permanencia de los procesos de modernización de la agricultura campesina es la presencia de organizaciones de pequeños productores, funcionales a sus intereses y requerimientos y con capacidad de gestión que les permita incorporarse competitivamente a los mercados. El Gobierno, a través del Ministerio de Agricultura, promueve y fomenta el mejoramiento de las capacidades de gestión y operación de las organizaciones campesinas, colocando a su disposición distintos instrumentos de acuerdo al nivel de desarrollo que éstas presentan (centros de gestión, capacitación en gestión empresarial, gestión y fortalecimiento de organizaciones campesinas y apoyo técnico orga-

nizacional, capacitación y apoyo a la constitución de cooperativas, créditos para forestación en propiedades de pequeños productores).

En el ámbito de las prácticas de agricultura sostenible se realizan proyectos orientados al mejoramiento de las condiciones económicas, sociales y ambientales de comunidades agrícolas pobres. También se han implementado programas específicos para organizaciones agrícolas productivas de mujeres y microempresas de jóvenes del sector rural.

Un último grupo social beneficiado por normativas especiales es el de los usuarios consuetudinarios, es decir, aquellos que hacen uso del agua por más de 5 años sin contradicción de terceros, a los cuales se les reconocen derechos permanentes. Se destaca en la aplicación de esta normativa la protección que ofrece a grupos indígenas cuyo uso del agua ha sido explotado por generaciones.

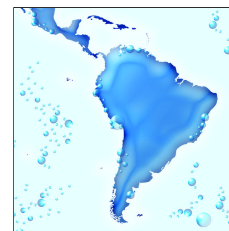
3.7. Análisis de los desafíos, conflictos y elementos críticos para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos en el largo plazo

En términos generales, en cuanto a la satisfacción de las demandas de agua para los distintos usos (doméstico, riego, industria e hidroelectricidad) no se prevén en el país problemas mayores. Cabría esperar eso sí que en las localidades costeras de la zona norte (Pacífico seco), los aumentos de demanda para uso doméstico, pudieran tener que ser satisfechos, en el horizonte de proyección, parcialmente, por desalinización de agua de mar. Por otro lado, también en la zona norte, las demandas de agua para minería pudieran tener que satisfacerse con sistemas de alta eficiencia, o bien, este sector pudiera quedar limitado en su ritmo de desarrollo, por falta de fuentes de agua ambientalmente sustentables.

El país, por otro lado, ya ha echado a andar un plan estratégico que consiga, a corto o mediano plazo, descontaminar sus cursos de agua superficiales y sus costas, tratando los efluentes domésticos previo a su disposición final. Para esto, ha procedido a licitar parte de las principales Empresas de Servicios Sanitarios del país, que estaban en poder completo del Estado (y seguirá licitando algunas otras de estas Empresas en el futuro), de tal manera que las inversiones requeridas en tratamiento sean hechas por los capitales privados que las adquirieron, pero manteniendo el Estado su participación en las Empresas, aunque ya no como propietario único.

En cuanto a residuos industriales líquidos, se ha dictado la normativa correspondiente referente a vertidos, de tal manera que se ha hecho exigible para las empresas, conforme a la Ley de Bases del Medio Ambiente ya mencionada, incorporar el tratamiento de sus efluentes.

A pesar de los aspectos recién señalados, las mayores demandas previstas durante el período de proyección, implicarán que todos los sistemas hídricos del país (especialmente la zona norte y Chile Central) estarán explotados a niveles mucho más cercanos a sus disponibilidades. Esto, incrementará las

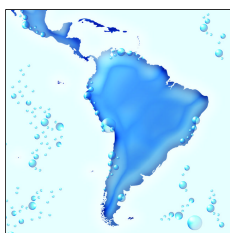


posibilidades de conflictos entre sectores usuarios, e irá requiriendo cada vez más de una gestión más afinada de los recursos hídricos disponibles. Consecuentemente, cabría esperar que a nivel de las cuencas hidrográficas más críticas en estas materias, se vaya necesitando de la intervención más frecuente de las autoridades del Estado, para resolver los conflictos que se planteen; lo que a su vez, podría en forma natural gatillar la necesidad de establecer organismos contralores o de coordinación, descentralizados, a nivel de cuencas hidrográficas. Con mayor razón la situación podría evolucionar tal como se ha dicho, si se dejan sentir mermas tendenciales en los recursos hídricos disponibles, debidas a cambios climáticos globales.

Aun así, no resulta del todo claro que estos organismos de coordinación a nivel de cuencas, que pudieran crearse, se constituyan propiamente en Corporaciones de Cuencas, y se involucren en un plazo breve en materias que correspondan a un manejo integrado y sustentable de recursos de agua, suelo, vegetación y medio ambiente en las cuencas. Es claro que en estos organismos tendrían participación los sectores usuarios y el Estado; sin embargo, no parece que el público en general

pueda tener una participación orgánica, salvo que se generen otras presiones por parte de la sociedad, que hoy día prácticamente no existen. Hace falta para esto último, ciertos cambios de actitud y valores de la población que podrían lograrse a través de, fundamentalmente, la educación.

La necesidad de la existencia de organismos de coordinación a nivel de cuencas, generaría la necesidad de modificar los cuerpos legales existentes, con el objeto de fijar atribuciones, responsabilidades y procedimientos para éstos. En el momento que se produjeran estas modificaciones legales, podrían también contemplarse instancias de participación del público, en la medida que la sociedad manifieste y fundamente su interés en participar. Esto último no parece estar muy próximo en el futuro. Por otro lado, si el Estado pretendiera representar al público general en las materias de interés general (paisaje, preservación de biodiversidad, turismo, recreación, etc.) y estos intereses afectan a los usuarios del agua, es posible que no se lograra avanzar mucho en estos aspectos, y, más bien, se entrabara la acción de los organismos coordinadores.



4. Agua Potable y Saneamiento

4.1 Estructura organizativa

4.1.1 Formulación de políticas y planificación

Los organismos del Gobierno que detentan funciones vinculadas al sector son los siguientes:

a) Ministerio de Obras Públicas: Organismo Superior de la Administración del Estado, dependiente del Presidente de la República encargado, entre otras materias, del rol normativo tanto en materias de otorgamiento de concesiones para la prestación de los servicios, como lo relacionado con disposiciones técnicas, calidad de la prestación y de atención de usuarios y en general toda la reglamentación que regula el sector.

El Ministerio de Obras Públicas es también el responsable de la planificación, ejecución y desarrollo del programa de Agua Potable Rural, que busca entregar el servicio de agua potable a la población rural concentrada del país;

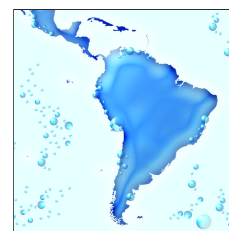
- b) Ministerio de Economía: Organismo Superior de la Administración del Estado, dependiente del Presidente de la República encargado, entre otras materias, de la determinación de las tarifas o precios máximos que tienen derecho a cobrar los concesionarios de los servicios de agua potable y saneamiento. Conjuntamente con ello posee facultades normativas en áreas de calidad de atención de usuarios y procedimientos de fijación tarifaria;
- c) Ministerio de Hacienda: Organismo Superior de la Administración del Estado, dependiente del Presidente de la República encargado como responsable del Tesoro Público, del estudio y determinación anual del presupuesto de inversión y operación de las Compañías o empresas prestadoras de los servicios que posee el Estado;
- d) Ministerio de Salud Pública: Organismo Superior de la Administración del Estado, dependiente del Presidente de la República que, entre otras materias, tiene roles normativos en lo relacionado con la salubridad pública y en consecuencia con la calidad del agua que se distribuye a la población, así como con el cumplimiento de los estándares de abatimiento de contaminantes en materia de saneamiento;
- e) Superintendencia de Servicios Sanitarios: Servicio funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y

patrimonio propio, sujeto a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio de Obras Públicas. Tiene facultades normativas y fiscalizadoras. Es la encargada de la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios, del cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios y el control de los residuos líquidos industriales. Además, es la responsable de determinar - conforme al procedimiento que establece la ley - las fórmulas tarifarias que se utilizan para calcular las tarifas a que están sujetos los servicios de agua potable y de alcantarillado de aguas servidas;

- f) Comisión Nacional del Medio Ambiente: Organismo Colegiado integrado por diversos Ministros de Estado con competencia ambiental, cuyo rol es fundamentalmente normativo en lo relacionado con calidad y emisiones. También tiene competencia en la evaluación de impacto ambiental de proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases;
- g) Corporación de Fomento de la Producción: Organismo Colegiado integrado por diversos Ministros de Estado con competencia en el área del fomento y desarrollo productivo y tecnológico. CORFO es el propietario de las empresas - sociedades anónimas - prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento en las localidades urbanas. Desde esta perspectiva es CORFO el Organismo Estatal responsable de la planificación y desarrollo del sector, en términos de dar cumplimiento a las políticas de cobertura del Supremo Gobierno;

Cabe hacer notar que durante el año 1999 el Gobierno ha desarrollado un programa de asociación con el sector privado en la propiedad de las empresas estatales, que ha significado que a la fecha cerca del 50% de la población urbana del país sea atendida por empresas en que la propiedad esta repartida entre el Estado y los privados, pero en que la operación y administración de ellas es de responsabilidad del socio privado. La política del Gobierno es continuar durante el año 2.000. con este programa de asociación por lo que el rol de CORFO en el sector irá perdiendo progresivamente importancia;

- h) Empresas Prestadoras de Los Servicios: Para prestar los servicios de agua potable y saneamiento en localidades urba-



nas es imprescindible contar con una concesión, que siendo de carácter indefinido, es otorgada por el Estado. Esta concesión sólo puede ser atribuida a Empresas organizadas conforme al régimen de Sociedades Anónimas. Las empresas, con patrimonio y personalidad jurídica propia y administración autónoma pero dependiente del Gobierno a través de CORFO, son las responsables del cumplimiento de las normas de calidad continuidad y seguridad de servicios. Asimismo son ellas las que desarrollan y ejecutan los planes que permiten dar cumplimiento a los programas de cobertura. Como se dijera, hasta el año 1999, cerca del 93% de la población era atendida por empresas que pertenecían al Estado de Chile. Hoy han sido transferidas al sector privado 4 empresas que representan el 55,9% de la población atendida, que sumado a las empresas que siempre han sido privadas, se traduce en que cerca del 62% de la población servida lo es por empresas que son controladas por el sector privado.

■ 4.1.2 Regulación y control

4.1.2.1 Modelos regulatorios: El marco legal vigente establece en primer lugar que para establecer, construir y explotar servicios públicos destinados a producir y distribuir agua potable y recolectar y disponer aguas servidas es imprescindible contar con una concesión que es otorgada por el Estado. Esta concesión que otorga el Estado es indefinida, se otorga a sociedades anónimas que solo tienen por objeto la prestación de los servicios sanitarios y da derecho a prestar los servicios en forma exclusiva y excluyente en un territorio o área operacional determinada, en la que por lo demás el concesionario está obligado a prestar el servicio a todo aquel que se lo solicite. La concesión puede ser caducada por el Estado, es decir regresará a él, si es que la empresa no cumple con las condiciones de servicio comprometida. La ley dispone que el concesionario está obligado a cobrar y recaudar de los usuarios, el valor de las prestaciones correspondientes a los servicios prestados.

Enseguida, el marco legal establece que los servicios sanitarios están sujetos a fijación tarifaria, las que tendrán el carácter de precios máximos y que serán calculadas aplicando fórmulas tarifarias determinadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Esta determinación se hará sobre la base de Costos Incrementales de desarrollo o sobre costos marginales de largo plazo dependiendo de la existencia de planes de expansión. La ley dispone expresamente que para la determinación de las fórmulas tarifarias, la Superintendencia realizará estudios que deberán basarse en comportamiento de eficiencia en la gestión y en los planes de expansión de los prestadores, por lo que sólo se deben considerar los costos indispensables para producir y distribuir agua potable y para recolectar y disponer aguas servidas.

Finalmente el marco regulatorio dispone la existencia de un ente regulador de los servicios con competencia

nacional, cual es la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

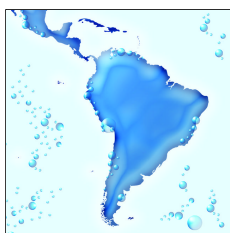
4.1.2.2 Entes reguladores: El principal ente regulador a nivel Nacional es la Superintendencia de Servicios Sanitarios, el cual es una entidad funcionalmente descentralizada, con patrimonio y personalidad jurídica propia, sometida a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio de Obras Públicas. Tiene funciones normativas y fiscalizadoras. Está constituida por tres divisiones: Estudios, encargada del área normativa, medioambiental y de análisis de la información; Concesiones, responsable del seguimiento de la concesión, destacando dentro de sus responsabilidades la de dirigir el proceso de determinación tarifario; y Fiscalización encargada del control del cumplimiento de las normas tanto por los prestadores sanitarios como por los Establecimientos Industriales en materia de Residuos Líquidos industriales.

La Superintendencia cuenta con 142 funcionarios, una oficina central situada en Santiago y recientemente ha abierto una primera oficina regional, localizada en la ciudad de Concepción. Durante el año 2.000 se abrirá una segunda oficina en regiones. Cabe destacar que en 1998 se promulgó una ley que modificó el marco regulatorio del sector sanitario, fortaleciéndose de manera muy importante a la Superintendencia, dotándola de mayores recursos, facultades y aumentando de manera significativa su potestad sancionadora.

El financiamiento del ente regulador proviene directamente del tesoro público, otorgado mediante presupuestos anuales que son aprobados por el Congreso Nacional. Cabe hacer notar que en el proyecto de ley del Presidente de la República que se aprobó el año 1998, al que se ha hecho referencia precedentemente, el Gobierno propuso que se estableciera un sistema de financiación del ente regulador proveniente de los propios usuarios. Desgraciadamente la oposición - que tiene mayoría en la Cámara de Senadores - no dio su aprobación a esta idea.

Además de la Superintendencia existen otros organismos estatales con facultades normativas y reguladoras ya sea en ámbitos nacionales como locales. Entre ellos cabe señalar al Ministerio de Salud Pública, la Comisión Nacional del Medioambiente, los servicios Regionales de Salud, e incluso los Municipios.

4.1.2.3 Participación de los usuarios en la regulación: En términos generales la legislación Chilena no contempla elementos de participación de los usuarios en el sector del abastecimiento de agua potable y saneamiento. Sin perjuicio de ello, existen algunas excepciones destacables. La primera de ellas dice relación con el proceso de fijación tarifaria, en el que la nueva legislación incorporó la posibilidad de que los usuarios manifiesten su opinión y hagan observaciones dentro de una de las etapas del proceso tarifario, cual es la del establecimiento de las bases sobre las cuales las partes efectuarán los estudios.



Otra manifestación de participación de los usuarios la encontramos en el área del Agua Potable Rural, en la que en nuestra institucionalidad se establece que serán los mismos usuarios de los sistemas los responsables de su operación y administración.

4.1.3 Gestión de los servicios

4.1.3.1 Modalidad de gestión: Como ya se señalara precedentemente, la gestión o prestación de los servicios de agua potable y saneamiento está entregada en forma prácticamente exclusiva en las localidades urbanas a empresas prestadoras, que son dueñas - sujetas al régimen del derecho de propiedad - de las concesiones, las cuales - como también se dijera - son indefinidas. Las empresas deben estar organizadas bajo la modalidad de sociedades anónimas cuyo objeto único es la prestación de servicios sanitarios.

4.1.3.2 Organismos y empresas operadoras: En la actualidad, el 6,4% de la población es abastecida por empresas exclusivamente privadas, un 55,9% es abastecido por empresas en que el capital está distribuido entre el Estado y un socio privado, siendo siempre administradas por el socio privado, un 33,2% es abastecido por empresas que son de propiedad íntegramente estatal. Finalmente hay un servicio que atiende al 4,5% de la población urbana del país que es Municipal.

En términos generales las empresas estatales o en las que el Estado conserva participación, más no la gestión, atienden la totalidad de las ciudades de una región. Dicho de otra forma, el ámbito de acción de cada empresa es la región. Así en la I, II, III, IV, VII, VIII, IX, XI y XII regiones hay una empresa 100% estatal para cada una de ellas. En las regiones V, VI y X hay empresas privatizadas en las que el Estado conserva parte de la propiedad y en la Región Metropolitana se encuentra la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias, que atiende el 36,9% de los clientes del país que recientemente ha sido privatizada, conservando el Estado parte de su propiedad pero habiendo transferido la totalidad de la Gestión, además se encuentra el servicio Municipal de Maipú que atiende el 4,5% del total de la población del país y un conjunto de pequeñas empresas privadas que sumadas atienden al 3,3% aproximadamente del total de usuarios del país.

4.1.3.3 Participación del sector privado: A fines de la década de 1980 se dictó la regulación que hemos descrito precedentemente. Esta regulación es la que ha permitido que el sector del agua potable y saneamiento alcance los indicadores de cobertura, calidad y condiciones de servicio que se muestran en los puntos 4.2.1 y 4.2.2 de este informe. De igual forma la entrada en vigencia de un sistema tarifario que ha pretendido generar una tarifa que permita a las empresas obtener los recursos necesarios para operar, administrar, mantener, invertir, y desarrollar los servicios, además de permitirle al propietario una rentabilidad razonable, es lo que ha posibilitado los resultados financieros que muestran el punto 4.2.4 que enseguida se detallan.

Sin perjuicio de ello, el nivel de desarrollo que ha alcanzado nuestro país, la inserción de su economía en el mundo, así como la existencia de un sistema tarifario que da garantías de que se cobrará una tarifa justa tanto para los usuarios como para los empresarios, asociado a la nueva regulación que se ha dictado, ha permitido al Gobierno definir una política en la que - con la finalidad de hacer las inversiones que el tratamiento de las aguas servidas exige - el Estado se asocie con los privados en la propiedad de las Empresas, dejándole a estos últimos la administración de ellas.

Cabe hacer presente, que al año 1995, el Gobierno de Chile estimaba que las necesidades de inversión en el tratamiento de las aguas servidas alcanzaban alrededor de US\$ 1.200.000, recursos que - también estimaba - el Estado podía dedicar preferentemente a resolver los déficit existentes en infraestructura de salud, educación y vivienda, dado que - como ya se señalara - el sistema regulatorio desarrollado permitía la asociación con los privados, y estos estaban notoriamente interesados en ingresar a la propiedad de las empresas.

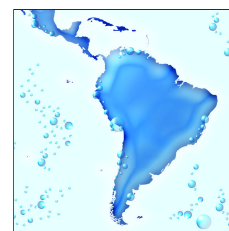
En conclusión podemos señalar que la decisión de privatizar las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento está relacionada con la concepción subsidiaria del Estado, conforme con la cual éste sólo se debe dedicar a aquellas tareas en que los particulares no pueden o no quieren involucrarse, unido a un muy decidido fortalecimiento del rol regulador del Estado, y a las crecientes necesidades de inversión en saneamiento que se encontraban pendientes, que de no abordarse pronto podían hacer perder gran parte de lo ganado en materia de índices de salubridad pública e incluso en materia de competitividad internacional de la economía chilena.

4.2 Análisis operacional

4.2.1 Cobertura de abastecimiento de agua potable y saneamiento

4.2.1.1 Ámbito urbano y rural concentrado: Conforme

a la información oficial emanada de la Superintendencia de Servicios Sanitarios para el año 1998, la cobertura de agua potable es de un 99,3%, prestándose servicios de distribución a una población estimada de 12,53 millones de un total de



12,62 millones que se estiman residen en los centros urbanos a la fecha. Con respecto al acceso a las redes de alcantarillado existe una menor cobertura a nivel país ya que el 8% de la población de centros urbanos habita o reside en inmuebles sin unión domiciliaria de alcantarillado. Por su parte la cobertura de tratamiento de las aguas servidas o efluentes cloacales alcanza solo al 16,7%, estimándose que a fines del año 2000 llegará al 43%.

No existen indicadores que permitan evaluar el grado de satisfacción de los usuarios con los servicios. Lo único que se podría utilizar dice relación con los reclamos recibidos por los prestadores que para el año 1998 arroja un resultado a escala nacional de 28 reclamos por cada mil clientes, habiéndose registrado un total de 98,661 reclamos en el año.

En lo relativo a la calidad del agua, la información de la Superintendencia de servicios sanitarios permite evaluar el grado de cumplimiento por parte de los prestadores de las diversas normas de calidad. Así tenemos que para el año 1998 hubo un cumplimiento de un 99,4% de las normas referidas a calidad bacteriológica, un 99,9% en lo relacionado con las normas de desinfección, un 96,5% para los parámetros físicos y un 98,8% para los parámetros químicos.

En materia de continuidad de suministro cabe destacar que la legislación vigente establece la obligación de las concesionarias de prestar los servicios en forma continua e ininterrumpida, salvo casos de fuerza mayor o caso fortuito. Durante los años 1998 y 1999 no se registraron eventos que significarán interrupciones en el suministro en forma periódica o habitual en alguna localidad. Por el contrario el año 1998 se concretaron inversiones por parte de la empresa estatal que atiende las ciudades de Arica e Iquique, al norte del país, que significó que ellas contaran con abastecimiento las 24 horas del día durante todo el año por primera vez en su historia.

Sin perjuicio de lo anterior, no existe un mecanismo o metodología para determinar qué porcentaje del tiempo los usuarios no reciben suministro como consecuencia de roturas, interrupciones, reparaciones o trabajos de mejoramiento de redes.

Por su parte en cuanto a cobertura de agua potable en el ámbito rural concentrado la información oficial del Ministerio de Obras Públicas indica que al año 1999 se habrá alcanzado una cobertura de un 96% beneficiándose a aproximadamente 1,2 millones de personas. Cabe hacer presente que entendemos por ámbito rural concentrado aquellas localidades en que existen a lo menos 15 viviendas por kilómetro lineal.

No existe información confiable sobre cobertura de saneamiento en el ámbito rural. En todo caso lo que hay en la materia, entendiendo como tal la población que utiliza servicios de red, es muy poco.

4.2.1.2. Ámbito rural (no concentrado): No existen programas estatales que se ocupen del abastecimiento de agua potable y/o del saneamiento por medio de redes en el ámbito rural desconcentrado. Sin perjuicio de lo anterior podemos estimar que dada la población total del país, existe aproxima-

damente 1 millón de habitantes que viven en áreas rurales no concentradas que carecen de servicios de agua potable y saneamiento por medio de redes, abasteciéndose fundamentalmente de sistemas individuales.

■ 4.2.2 Calidad y condiciones del servicio

Con relación a calidad del agua suministrada y continuidad del servicio nos remitimos a lo informado en el punto 4.2.1 precedente.

Producción y pérdidas registradas en la red: La capacidad de producción de la totalidad de las empresas prestadoras para localidades urbanas alcanzó durante 1998 a 7.595,36 litros por segundo. El día de máximo consumo la demanda nacional en los centros urbanos fue de 58.662 litros por segundo. Las pérdidas del sector a nivel nacional alcanzaron durante el año 1998 a un 29,4% del total del agua producida.

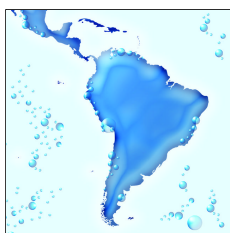
Grado y tipo de tratamiento. Como se señalara precedentemente la cobertura de tratamiento de las aguas servidas o afluentes cloacales a 1998 alcanzó al 16,7% de la población servida. Por su parte, cerca del 10 de la población total atendida - toda la cual reside en ciudades o localidades costeras- recibe tratamiento de sus aguas cloacales mediante el sistema de plantas de tratamiento primario y posterior descarga al mar a través de emisarios submarinos. A su vez al restante 6% de la población se les da el servicio de tratamiento de sus aguas cloacales mediante diversas tecnologías que van desde lagunas anaerobias hasta plantas de lodos activados, todas las cuales deben cumplir con la normativa chilena que exige que los efluentes puedan ser utilizados para riego libre de restricciones.

■ 4.2.3 Gestión comercial de las empresas operadoras

4.2.3.1 Regímenes tarifarios: Existe un solo régimen tarifario para todas las empresas concesionarias de los servicios de agua potable y saneamiento. El marco legal establece que los servicios sanitarios están sujetos a fijación tarifaria, tal como se señalara antes, que serán calculadas aplicando fórmulas tarifarias determinadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Se define que los costos involucrados en la determinación de las fórmulas tarifarias se estimarán basándose en una empresa modelo, concebida como una empresa prestadora de servicios sanitarios diseñada con el objeto de proporcionar en forma eficiente los servicios sanitarios requeridos por la población, considerando la normativa y la reglamentación vigente y las restricciones geográficas, demográficas y tecnológicas en las cuales deberá enmarcar su operación.

Las tarifas se fijan cada cinco años conforme a un procedimiento determinado en la ley que establece -básicamente - que tanto la Superintendencia como la empresa deben efectuar sus propios estudios a partir de las mismas bases, las que



son definidas por la Superintendencia, teniendo la empresa la posibilidad de efectuarle observaciones. En el momento definido por la ley se procede al intercambio de estudios en un acto público. Posteriormente la empresa tiene derecho a formular discrepancias al estudio de la Superintendencia. Si no se formulan discrepancias rigen las formulas tarifarias establecidas en el estudio de la Superintendencia.

Formuladas las discrepancias, existe un plazo para efectuar una negociación directa. Si en ese plazo no hay acuerdo las discrepancias deben ser dirimidas por una comisión de tres expertos nombrados especialmente.

Este procedimiento se repite para cada una de las empresas concesionarias y en cada estudio se determinan las formulas tarifarias de cada uno de los sistemas atendidos por la empresa. De esta forma no existe una sola tarifa por empresa sino que tantas como localidades atiende.

En materia de facturación es imprescindible tener presente que la ley chilena establece que sólo se pueden cobrar los metros cúbicos efectivamente consumidos o descargados y que por ello prácticamente la totalidad del consumo es medido mediante medidores individuales. Por ello la ley establece una asociación entre la facturación y la medición señalando plazos máximos entre que se efectúa la medición y el cliente recibe la factura, plazo que no debe exceder de 15 días. Por otra parte y conforme con lo mismo - y dado el carácter mercantil de las compañías- se factura prácticamente la totalidad del agua consumida. El período de facturación es de un mes y excepcionalmente las compañías pueden facturar por períodos de dos meses.

En caso de morosidad (deudas pendientes) las compañías tiene la facultad de cobrar intereses por el retraso en el pago, y si este se prolonga pueden cortar el abastecimiento, primero en el medidor, luego en la conexión y finalmente en la matriz. En este caso la autoridad de salud pública puede clausurar la vivienda.

4.2.3.2 Tarifas: No existen tarifas mínimas. Existen tarifas máximas. Las empresas pueden cobrar tarifas inferiores a las máximas, siempre que se haga a la totalidad de los clientes de una localidad. No puede efectuar discriminaciones arbitrarias.

Para cada empresa existen dos regímenes tarifarios básicos, el régimen de período estival o de verano (período punta) y el régimen normal (período no punta) por lo tanto no existe una tarifa media mensual. Es necesario hacer presente que la tarifa estival se aplica a aquellos clientes que tiene un consumo mensual superior a los 40 metros cúbicos. Además cabe recordar que existen en cada empresa tantas tarifas como localidades atiende, por lo cual lo que informa es la tarifa para la localidad más importante:

EMOS, Gran Santiago: Período no punta agua potable y alcantarillado, 35 centavos de dólar americano por metro cúbico; Período punta, para un consumo mayor de 40 metros cúbicos, 78 centavos de dólar americano por metro cúbico;

ESVAL, Gran Valparaíso: Período no punta agua potable y alcantarillado, 80 centavos de dólar americano por metro cúbico; Período punta, para un consumo mayor de 40 metros cúbicos, 2,05 dólares americanos por metro cúbico;

ESBIO, Concepción. Período no punta agua potable y alcantarillado, 52 centavos de dólar americano por metro cúbico; Período punta, para un consumo mayor de 40 metros cúbicos, 92 centavos de dólar americano por metro cúbico;

SERVICIO MUNICIPAL DE MAIPU, Período no punta agua potable y alcantarillado, 32 centavos de dólar americano por metro cúbico; Período punta, para un consumo mayor de 40 metros cúbicos, 52 centavos de dólar americano por metro cúbico;

Se han indicado los valores de cada metro cúbico consumido por clientes de las cuatro mayores concesionarias del país, que representan aproximadamente el 63,4% del total de clientes del país.

A continuación se indicarán el valor del agua y alcantarillado para las dos empresas geográficamente más extremas del país.

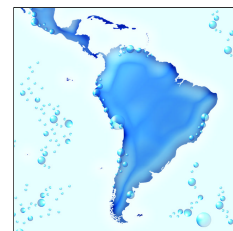
ESSAT; Iquique: Período no punta agua potable y alcantarillado, 1,5 de dólares americanos por metro cúbico; Período punta, para un consumo mayor de 40 metros cúbicos, 3,35 dólares americanos por metro cúbico;

ESMAG, Punta Arenas: Período no punta agua potable y alcantarillado, 35 centavos de dólar americano por metro cúbico; Período punta, para un consumo mayor de 40 metros cúbicos, 78 centavos de dólar americano por metro cúbico;

4.2.3.3 Cobrabilidad: No existe un índice oficial general para todo el sistema. Sin embargo se puede estimar que a nivel nacional, como promedio, el nivel de eficiencia entre el valor facturado y el valor cobrado debe rondar el 97% o más. En cuanto a los mecanismos que se emplean para perseguir el cobro cabe destacar lo ya señalado en cuanto a que los prestadores tienen la facultad de cortar el suministro por no pago oportuno, e incluso, habiendo cortado el suministro tienen la facultad de cobrar judicialmente lo adeudado ya que la factura constituye título ejecutivo para el cobro.

4.2.3.4 Nivel de satisfacción del cliente - Mecanismos de atención de usuarios: La legislación dispone que las empresas deben disponer en cada localidad donde prestan el servicio de una oficina de atención de usuarios, reglamentándose detalladamente los procedimientos destinados a asegurar la adecuada atención de los usuarios ya sea frente a consultas asociadas con el servicio o reclamos por la calidad del mismo. Se llega a detallar de tal forma que se establece por ejemplo que la oficina debe disponer de espacios separados para atender reclamos o consultas.

Se dispone de un procedimiento que exige que debe dejarse constancia escrita de todo reclamo personal que se efectúe, el que debe ser contestado en un plazo no superior a diez días, etc. Todo ello es fiscalizado por la Superintendencia.



4.3 Financiamiento del sector

4.3.1 Necesidades de financiamiento

Como ya se ha indicado precedentemente los índices de cobertura en abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas son de un 99,3 % y un 91,6% respectivamente. En materia de tratamiento de aguas servidas el índice de cobertura alcanza a un 16%, por lo que a simple vista se aprecia que las necesidades de financiamiento se concentran en este último rubro. Sin perjuicio de ello indudablemente existen necesidades de financiamiento para asegurar que los índices logrados se mantendrán y que se efectuará la adecuada reposición y mantención de la infraestructura productiva.

Las estimaciones del Gobierno Nacional determinan que el sector sanitario nacional debe invertir en los próximos 10 años del orden de los dos mil quinientos millones de dólares americanos, de los que mil seiscientos corresponden a necesidades de inversión en tratamiento de aguas servidas.

4.3.2 Principales fuentes de financiamiento

Como también ya se ha dicho, el régimen institucional del sector comprende la existencia de un sistema tarifario que busca garantizar a las empresas o compañías prestadoras que las tarifas que se cobren a los usuarios les permitirán obtener los recursos necesarios para operar, mantener y desarrollar la prestación del servicios, además de obtener una utilidad míni-

ma garantizada por la ley. En consecuencia las principales fuentes de financiamiento del sector son las tarifas pagadas por los mismos usuarios.

Cabe hacer presente que el sistema contempla un subsidio estatal directo a la demanda de los usuarios más pobres, que contempla el pago de hasta el 80% de la factura de un consumo de hasta 20 metros cúbicos. En estos casos las empresas facturan directamente a los municipios que pagan las cuentas de los beneficiarios del subsidio con recursos provenientes del Gobierno Central.

Dada esta estructura tarifaria a que se ha hecho referencia, las empresas pueden participar directamente en los mercados financieros nacionales e internacionales con la finalidad de obtener los recursos que necesitan a fin de efectuar las inversiones que les permitan cumplir con sus obligaciones de servicios. En este sentido el sector sanitario chileno no difiere de ningún otro sector de la actividad económica que requiere reunir recursos para su desarrollo.

En cuanto al abastecimiento de agua potable en las zonas rurales, sean concentradas o desconcentradas, el financiamiento de las inversiones ha sido tradicionalmente responsabilidad del Estado, habiéndose alcanzado los índices de cobertura ya mencionados. Indudablemente el Estado a fin de financiar estos los programas de agua potable rural ha recurrido a financiamiento internacional, especialmente de organismos multilaterales.

4.4 Fortalezas y debilidades

4.4.1 Fortalezas y debilidades institucionales

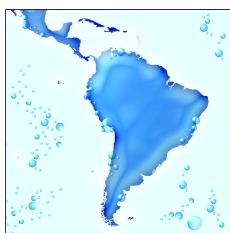
En primer lugar es necesario recordar que la institucionalidad vigente del agua potable y del saneamiento tiene solamente diez años de vigencia y que en términos generales la evaluación que se hace de ella tanto nacionalmente como internacionalmente es muy positiva y se encuentra avalada por un conjunto de indicadores, muchos de ellos contenidos en este informe.

Adicionalmente a lo anterior cabe recordar lo ya dicho en cuanto a que el gobierno de Chile adoptó la política de asociar a las empresas del Estado con el sector privado a fin de liberar recursos y estatales y obtener que fueran los privados los

que hicieran las inversiones necesarias para cumplir con las metas de cobertura, especialmente de tratamiento de las aguas servidas, y que conjuntamente con ello decidió que primeramente debía fortalecerse la capacidad reguladora del Estado en el sector.

Conforme con lo anterior, hace solamente dos años se dictó un conjunto de nuevas regulaciones, tanto legales como reglamentarias, que significaron potenciar fuertemente, tanto la institucionalidad como a la autoridad reguladora misma.

En consecuencia creemos prematuro efectuar un análisis de fortalezas y debilidades de la institucionalidad, puesto que ella se encuentra en plena implementación.



5. Situación Esperada de los Recursos Hídricos al año 2025

Los recursos hídricos escasean en una gran porción del territorio nacional, incluyendo desde el extremo norte del país hasta la Región Metropolitana inclusive. En años de mayor rigor de las condiciones hidrológicas, esta zona se puede extender hasta las regiones VI y VII. Un indicador grueso resulta la disponibilidad de agua per cápita (ver tabla 15).

Las proyecciones que es posible realizar sobre el uso de los recursos hídricos en las diferentes actividades económicas se deben hacer a base de antecedentes macroeconómicos, políticas de desarrollo actuales y proyecciones de aumento poblacional. Sin embargo, las decisiones que se puedan generar por el mismo contenido de este informe o alguna alerta sobre situaciones críticas de cantidad y/o calidad de las aguas, no tendrán efecto hasta varios años después, producto de la necesidad de tiempo para evaluar y actuar sobre los problemas vinculados al agua. Para Chile, este tiempo significa llegar hasta el año 2005 sin que haya suficientes argumentos para asegurar que la situación sea distinta a la que se proyecta tendencialmente hoy en día. Incluso, algunos sectores pueden contar con dilaciones aún mayores por las características de los planes y propuestas vigentes.

Una vez alcanzada esa fecha, será posible considerar distintos escenarios, a partir de los cuales se producen diversas situaciones con respecto a la actitud frente a los recursos hídricos. Los escenarios propuestos, en Chile, se vislumbran de la siguiente forma:

a) Business - As - Usual Scenario (BAU):

En este escenario se proyecta tendencialmente la situación actual de Chile, que es proclive a la introducción de elementos económicos de gestión y tiene una moderada tendencia a la inversión en tecnología; además presenta algunos elementos en estudio sobre sustentabilidad ambiental y protección de usos no convencionales del agua.

b) Escenario de Libre Mercado (S1):

Dependiendo de las acciones tomadas durante los años que dure la transición hacia el nuevo plano de gestión del agua, Chile podría tratar de sobrellevar su eventual escasez de recursos mediante la mayor incorporación de instrumentos económicos que sirvan de incentivo a la valoración del agua, y que lleven a su uso eficiente, y asimismo, incentiven la inno-

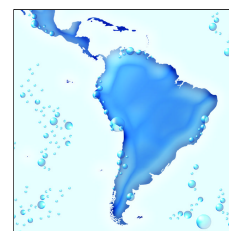
Tabla 15
Disponibilidad de agua per cápita, proyecciones 2000 - 2025.

Región	Escorrentía Superficial [m ³ /s]	Proyecciones de Población miles de hab.			Disponibilidad de recursos renovables de agua per cápita* [m ³ /año/hab]		
		2000	2005	2025	2000	2005	2025
I	16,2	399	429	550	1.280	1.190	929
II	4,62	468	498	608	311	293	240
III	5,69	274	295	383	356	608	468
IV	44,9	578	618	770	2.452	2.295	1.841
V	60,6	1.561	1.646	1.944	1.224	1.161	983
RM	141	6.102	6.528	8.179	730	682	544
VI	219	789	838	1.019	8.759	8.247	6.779
VII	801	915	952	1.062	27.589	26.521	23.773
VIII	1.665	1.936	2.034	2.364	27.116	25.814	22.202
IX	1.041	874	918	1.065	37.551	35.764	30.814
X	5.155	1.061	1.115	1.298	153.150	145.743	125.274
XI	10.134	95	102	127	3.362.822	3.143.550	2.508.208
XII	10.124	158	163	178	2.023.658	1.955.320	1.795.419
TOTAL PAIS	29.412	15.211	16.136	19.548	60.977	57.482	47.449

* Corresponde al Indicador de Falkenmark

Valores bajo 1700 [m³/año/hab] indican presión sobre el recurso hídrico, y bajo 1000 [m³/año/hab] implican una presión severa

Fuente: Elaboración propia, basado en " Balance Hídrico de Chile ", 1987; INE, "Compendio Estadístico ", 1999; y World Water Commission, " World Water Vision: Report ", 1999



vacación tecnológica; este escenario puede llegar a confundirse en algunas proyecciones con el anterior (BAU), debido a que existe algo de este escenario en las tendencias actuales, pero difiere en la percepción del horizonte de las medidas tomadas, caracterizándose el escenario S1 por un optimismo por los resultados económicos a obtenerse.

c) Escenario de Valores y Estilos de Vida (S2):

Una distinta visión nace de la recuperación de un enfoque social de respeto por el medio ambiente y de cambios de estilo de vida hacia una convivencia solidaria y cooperativa. Esta perspectiva cambia en forma más importante las proyecciones sobre cantidad y calidad del agua, ya que encarna el creciente interés por la preservación de los ecosistemas y la biodiversidad, evolucionando a través de políticas de desarrollo sustentable. En la mayor parte de las proyecciones presenta tendencias distintas a los otros escenarios, salvo cuando se trata de cifras de crecimiento económico del país, aún cuando en este aspecto no se introducen proyecciones demasiado optimistas en cuanto al desarrollo económico, puesto que no es la prioridad de esta perspectiva.

A continuación se analizarán las perspectivas de los principales usos del agua, junto a las proyecciones realizadas y las consideraciones que surgieron para el desarrollo de éstas.

■ Riego

Los planes de construcción de obras de riego evidencian la posición de las autoridades actuales para una rápida expansión de las superficies bajo riego seguro, contemplando la incorporación de 114.270 [hás.] nuevas y mejorando el riego de 236.000 [hás.] más, en el período 1995 - 2005. Estos planes, aún en etapa de propuestas de inversión y estudio, se supondrán realmente finalizados el año 2010, debido a las naturales dilaciones en el proceso de generar nueva infraestructura. Si se considera que el 40% de la superficie afectada por las obras de mejoramiento constituye áreas actualmente sin infraestructura de riego, entonces se puede decir que 208.670 [hás.] se agregarán a las áreas regadas hasta el 2005, completando un total de 1.209.853 [hás.] en todo el país.

Se considerará que la tasa de riego se conservará, es decir, que se continuarán con los cultivos actuales, y que la eficiencia del uso del agua se incrementará gradualmente en todos los escenarios. Con respecto a esto último, se prolonga la tendencia actual de aumento de eficiencia, alzándose desde un 40%, hoy en día, hasta un 42% en el escenario BAU. Producto de la acción del mercado es adecuado considerar que en el escenario S1 debería producir un incremento ligeramente mayor de la eficiencia. La más marcada alza en la eficiencia deberá ocurrir en el escenario S2, considerando que las demandas experimentarán un incremento aproximadamente igual a la mitad del aumento estimado para el escenario tendencial; esto lleva a una eficiencia de un 45% en el 2025.

Sin embargo, las principales variaciones a futuro residen en el aumento de la superficie regada. Bajo las condiciones del escenario S2 se ha estimado un aumento del 21% en el área regada en el período 1995 - 2025, logrando un incremento en la producción de alimentos de un 40% mediante el esfuerzo concentrado en mejorar el rendimiento de los cultivos. En tanto, los escenarios BAU y S1 debieran considerar un aumento del 30% en la superficie regada, como tendencia de lo observado durante los últimos años.

El ritmo de crecimiento de las superficies regadas recién descrito no tendrá lugar en Chile hasta aproximadamente el año 2010, luego de terminar con los planes actualmente propuestos; en los siguientes 15 años las superficies se incrementarán en un 0,9% anual en los escenarios BAU y S2, en tanto que sólo lo harán en un 0,6% anual en el escenario S2, llegando a los resultados de la tabla 16.

■ Agua potable

La más importante de las proyecciones puede ser la del agua para consumo humano, debido a su estrecha relación con la calidad de vida de las personas. Bajo esta visión se debe considerar que si prolongamos la tendencia de los últimos años se incrementará la dotación media, por lo que los escenarios BAU y S1 considerarán un aumento en la dotación de un 10%. Vale destacar que el escenario S1, a pesar de que genera un

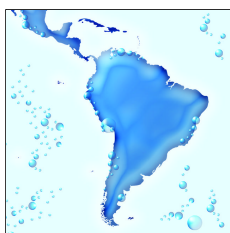
Tabla 16
Proyecciones de demandas para riego (2000 - 2025)

		Situación Año Base*	Situación 2005	Situación 2010	BAU Situación 2025	S1 Situación 2025	S2 Situación 2025
Superficie Regada	[ha]	1.001.183	1.105.518	1.209.853	1.383.885	1.383.885	1.323.434
Demanda bruta	[Hm ³ /año]	17.275	18.532	20.133	20.557	20.070	18.916
Demanda neta	[Hm ³ /año]	6.831	7.543	8.254	8.634	8.634	8.506
Eficiencia		39,5	40,7	41,0	42,0	43,0	45,0
Tasa de riego media	[l/s/ha]	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216

Corresponde a 1995

Fuente: Elaboración propia, basada en DGA, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", 199

World Water Commission, "World Water Vision: Report", 1999; DOH, "Proposición de plan maestro de obras de riego", 1997



mayor optimismo en lo que concierne a la situación económica de las personas, no podrá llegar más allá que las tendencias actuales por los problemas existentes de calidad y cantidad, que probablemente persistirán bajo ese escenario. Por el contrario, desde la perspectiva del cambio de hábitos y valores del escenario S2 se proyecta una disminución de la dotación en un 10%, valorando el recurso y educando en torno al uso adecuado del agua. Cabe recordar que estos cambios sólo ocurrirán una vez que se hayan presentado las condiciones para cambiar las tendencias actuales, estimándose que el año 2005 se podrá alcanzar un nuevo escenario.

Definidas las dotaciones proyectadas al futuro, y conociendo estimaciones de la población por región publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se pueden proyectar las demandas hasta el año 2025, cifras señaladas en la tabla 17.

■ Industria y minería

Debido a su rol como componente fundamental de la economía chilena, el crecimiento de la demanda de la industria y la minería evoluciona en forma similar al producto interno bruto, por lo que previamente se deben estudiar las proyecciones de los indicadores macroeconómicos. Bajo una perspectiva tendencial y considerando las proyecciones de Chile como país poseedor de materias primas y potencial manufacturero, se puede estimar que Chile incrementará su producto interno bruto a un ritmo del 6% anual. Por otro lado, un escenario optimista en cuanto al desarrollo económico y el funcio-

namiento adecuado de los mercados, podría significar un crecimiento un poco más acelerado, llegando al 7% anual. Dada la ya nombrada influencia de la industria y minería sobre estos indicadores, se supondrá que esta tendencia será también la que seguirá el sector. Sin embargo, se distinguirá entre las distintas regiones, ya que la escasez de recursos hídricos de algunas regiones pueden hacer más lento el crecimiento, así como será mucho más rápido en las zonas actualmente poco industrializadas pero con abundantes recursos. Estos distintos ritmos de crecimiento y las distintas proyecciones del uso industrial y minero del agua figuran en la tabla 5.4.

■ Hidroelectricidad

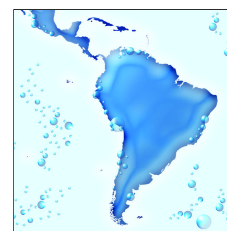
Tal como se indicase al describir los recursos hídricos puestos al servicio de la generación eléctrica, existe una dependencia parcial en torno a éstos, por cuanto corresponden a nivel nacional al 50% de la potencia instalada del parque generador. Durante la década pasada se insistió en la necesidad de aumentar en gran medida la cantidad de centrales hidroeléctricas, subestimando la capacidad de obtener gas natural suficiente para instalar centrales eléctricas empleando este combustible. Sin embargo, en la actualidad los planes de obras de la Comisión Nacional de Energía han considerado la instalación de numerosas centrales de ciclo combinado a gas natural hasta el año 2008, excepto los casos de las centrales Ralco (570 MW) y Los Cóncores (105 MW) como únicas hidrogeneradoras en dichos planes.

Tabla 17
Proyecciones de demandas para agua potable (2000-2025)

Reg.	Población Regional (Hab)			Demanda Año Base*		Dotación Media (l/día/Hab)			Proyecciones de demanda de agua potable (Hm ³ /año)			
	Año Base*	2000	2025	(Hm ³ /año)	Año Base*	2000	2025	2025	2000		2025	
									Todos los escenarios		BAU y S1	
I	359.412	398.947	549.691	24,20	201	205	221	181	27,04	30,20	33,37	36,30
II	430.087	468.411	608.024	23,76	169	172	186	152	26,55	29,91	33,27	33,76
III	245.097	273.576	383.070	13,01	167	170	184	150	14,90	17,69	20,48	21,02
IV	527.778	577.881	770.003	23,85	168	171	185	151	27,23	30,14	33,06	42,49
V	1.448.806	1.561.406	1.943.629	109,5	151	154	166	136	120,2	129,2	138,2	96,41
RM	5.542.660	6.102.211	8.179.315	471,3	237	242	261	213	536,7	615,1	693,5	636,80
VI	726.414	788.814	1.019.321	32,02	197	201	217	177	36,47	41,42	46,38	65,96
VII	862.775	915.246	1.062.170	33,35	176	179	194	158	37,69	42,76	47,83	61,41
VIII	1.807.513	1.936.271	2.364.391	118,1	201	205	221	181	129,8	141,6	153,5	156,1
IX	815.941	874.245	1.065.404	27,83	153	156	168	138	31,15	35,94	38,94	53,55
X	992.195	1.061.496	1.297.697	32,63	156	159	172	140	36,49	40,61	44,74	66,50
XI	86.037	95.035	127.416	3,66	166	169	183	149	4,19	4,88	5,56	6,95
XII	149.640	157.769	177.825	9,87	207	211	228	186	10,93	11,90	12,88	12,09
Total	13.994.355	15.211.3087	19.547.956	923,11	201	205	221	181	1.039,25	1.170,45	1.301,64	1.289,35

*Corresponde a 1994

Fuente : Elaboración propia, basada en estudios tarifarios vigente



A pesar de estas propuestas y recomendaciones de la Comisión Nacional de Energía, se debe considerar que el aumento de la demanda será muy significativo durante el período 2000 - 2025, estimándose un incremento anual del 7% en el caso de un escenario tendencial o regulado por el mercado, y un incremento del 6% en un escenario de mayor conciencia ambiental, bajo el supuesto de un cambio en el estilo de vida que implique un uso eficiente de la energía eléctrica (ver tabla 19). Este último escenario no se podrá apreciar hasta que se generen las condiciones adecuadas, lo cual se prevé que no ocurrirá antes del año 2005.

La forma en que se satisfarán estas demandas deberá seguir en parte lo propuesto en la actualidad, pero se debe aprovechar el potencial de generación hidroeléctrica que posee el país, sobre todo los recursos escasamente explotados ubicados en las regiones X y XI (ver tabla 10). Para esto se supondrá que al año 2025 se llegará con un 40% de participación de centrales hidroeléctricas en el parque generador, aunque sin poder tener medida de las demandas de agua ya que dependen directamente del tipo de central que se proyecte instalar. De esta forma se deberá incrementar la potencia instalada en centrales hidroeléctricas en cerca de 11000 [MW] en el

Tabla 18
Proyecciones de demandas para industria y minería (2000 - 2025)

Región	Demanda Bruta Año Base* (Hm ³ /año)	Crecimiento Anual 1995-2025		Proyecciones de demanda industrial y minera			
		BAU y S2 (%)	S1 (%)	Todos los escenarios (Hm ³ /año)		BAU y S2 (Hm ³ /año)	S1 (Hm ³ /año)
				2000	2005	2025	2025
I	31,84	4,5	5,5	39,68	49,44	119,24	144,26
II	74,87	4,5	5,5	93,30	116,27	280,41	339,25
III	133,71	4,5	5,5	166,62	207,64	500,77	605,85
IV	17,50	5	6	22,33	28,50	75,62	91,41
V	55,95	5	6	71,40	91,13	241,80	292,27
RM	101,52	5	6	129,57	165,36	438,76	530,35
VI	106,09	6	7	141,97	189,99	609,32	7.35,20
VII	25,49	6	7	34,12	45,66	146,43	176,67
VIII	454,31	6	7	607,97	813,60	2.609,33	3.148,38
IX	4,46	8	9	6,63	6,56	9,223	53,99
X	45,09	8	9	66,25	97,34	453,71	545,55
XI	80,19	8	9	117,82	173,12	806,89	970,22
XII	39,03	6	7	52,23	69,89	224,15	270,46
País	1.170,04			1.549,82	2.057,59	6.551,34	7.903,86

*Corresponde a 1995

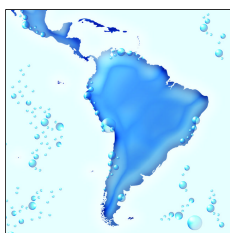
Fuente: Elaboración propia, " demanda año base" basado en DGA, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chiloé, 1996.

Tabla 19
Proyecciones de demanda de energía eléctrica y requerimientos de potencia (2000 - 2025)

Sistema	Proyecciones de ventas de Energía eléctrica (GWh)				Potencia Instalada Hasta 1999 (MW)			Proyecciones de potencia requerida (MW)		
	Año Base*	2005	2025 BAU y S1	2025 S2	Hidro	Otras	Total	2005	2025 BAU y S1	2025 S2
Sistema Interconectado Norte Grande (SIC)	6.616	9.929	38.421	31.843	13,4	1.520	1.534	2.151	8.323	6.898
Sistema Interconectado Central (SIC)	24.327	36.508	141.275	117.087	3.872	2.911	6.783	9.513	36.813	30.510
Sistema de Aysén	61,0	91,5	354	294	4,1	13,1	17,1	24,0	92,8	76,9
Sistema de Magallanes	166	249	964	799	0,0	51,7	51,7	72,5	280	232
Total	31.170	46.778	181.015	150.023	3.890	4.496	8.385	11.761	45.510	37.718

*Corresponde a 1999

Fuente: Elaboración propia, basado en información publicada por la Comisión Nacional de Energía



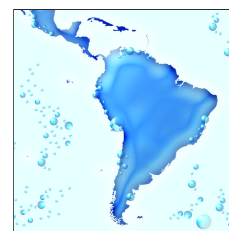
escenario S2, y en alrededor de 14000 [MW] en los restantes escenarios, para lo cual se estima que se deberá construir una central grande (sobre los 400 [MW]) cada 3 años, más todas las centrales de menor potencia que sean necesarias. El único inconveniente es la magnitud del impacto ambiental que provoca la construcción de estas centrales, lo cual está generando un creciente cuestionamiento desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental.

Una vez generadas las proyecciones, se puede verificar la validez del indicador usado para determinar la situación de presión sobre el recurso. Si se hace el ejercicio de llevar las demandas totales a demandas per cápita, se obtendrán valores que se pueden contrastar con la disponibilidad del recurso (ver tabla 20).

Tabla 20
Demandas de agua per cápita nacionales
(año 2025 en tres escenarios)

Uso	Demanda de agua per cápita - Año 2025 [m³/año/hab]			
	2000	2025		
		BAU	S1	S2
Riego	1.177	1.051,60	1.027,15	967,66
Industria-Minería	101,89	335,14	404,33	335,14
Total Usos Consuntivos	1.348,31	1.484,25	1.535,25	1.399,68

Fuente: Elaboración propia en base a los datos anteriormente listados

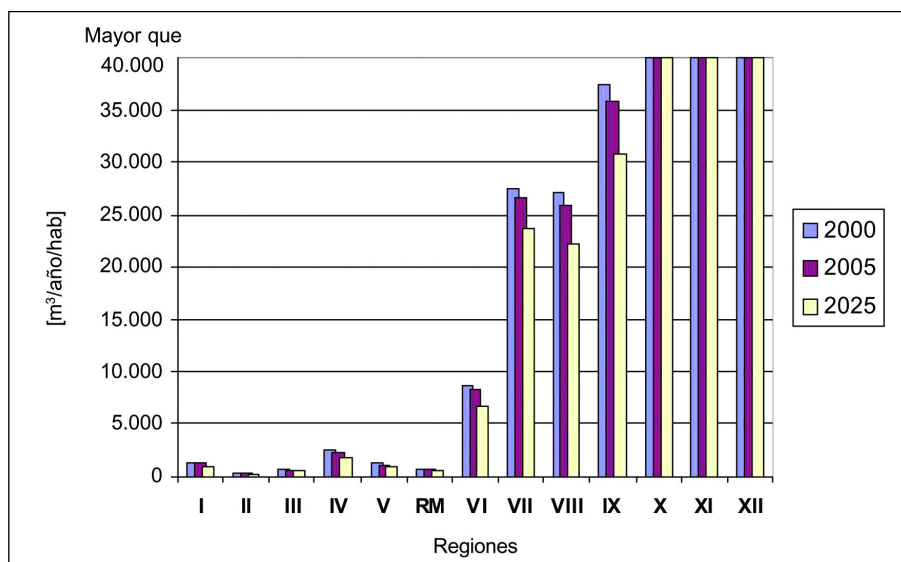


6. Conclusiones y Recomendaciones Generales

En la figura 11 se grafica la disponibilidad de agua per cápita en las distintas regiones de Chile, actuales y para los cortes de tiempo correspondientes a los años 2005 y 2025. Tal como se observa de esta figura, desde el extremo norte del país, y hasta la Región Metropolitana (latitud aproximada 33° S), existe una

disponibilidad de agua realmente crítica. Desde la VI Región hacia el sur, se observa un progresivo aumento de la disponibilidad, de tal manera que el agua no debería constituirse en problema hacia futuro, sin perjuicio de la necesidad de cuidar un desarrollo sustentable en el aprovechamiento de este recurso.

Figura 11
Disponibilidad per cápita de recursos hídricos por región



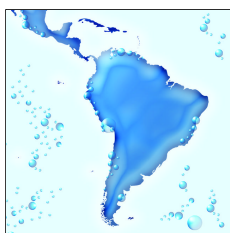
En la figura 13, se grafica la oferta de agua por regiones del país, y las demandas brutas actuales, al año 2005, y al año 2025 para los distintos escenarios contemplados en la Visión. Cabe señalar que estas demandas no incluyen los usos no consuntivos del agua. Puede observarse que en las regiones II y III la oferta de agua es inferior a la demanda bruta actual y es mucho menor que las demandas futuras previstas. Esto se explica en la actualidad, por un gran reuso del agua en la minería y también en el riego. Por otro lado explica que en estas zonas podría tener que recurrirse a la desalinización de agua de mar para satisfacer las demandas de agua potable, y podrá quedar limitada en sus desarrollos potenciales mineros, especialmente cuando también en esta zona también deben preservarse ecosistemas únicos de extrema fragilidad. Aún cuando la I región exhibe una oferta superior a las demandas previstas, muchos de los recursos disponibles son de difícil aprovechamiento, por corresponder a remotas zonas andinas, con ecosistemas y etnias de gran interés, y además, muchos de

estos recursos corresponden a cuencas internacionales compartidas con otras naciones. Por otro lado, desde la IV región hacia al sur, la oferta media de agua es superior a la demanda; sin embargo, el gráfico enmascara el hecho que la variabilidad interanual de la oferta es tremendamente significativa, y que, los valores medios de la oferta están fuertemente influidos por algunos años húmedos.

Según los antecedentes entregados en este informe, pueden señalarse las siguientes conclusiones principales:

a) Sistema Hidrográfico Pacífico Seco

En la zona de Chile comprendida dentro del sector denominado Pacífico Seco, vale decir, entre el límite con Perú y la latitud 31° S aproximadamente, los recursos de agua no explotados son muy escasos. Esto significa que en algunas localidades urbanas de esta zona, los aumentos de demanda



para uso doméstico deberán satisfacerse por medio de la desalinización de aguas provenientes de fuentes salobres o directamente desalinizando agua de mar.

No se prevé que en esta zona pueda haber incrementos sustantivos en cuanto a la superficie de riego. Mas bien esto debería lograrse a través del tratamiento de las aguas servidas domésticas, y la recuperación de éstas en aquellos casos en que esto sea económicamente factible. Aún más, en esta zona en general las eficiencias de riego son bastante altas, excepción hecha de los valles de los ríos Huasco, Elqui y Limarí, en los cuales el aumento de la eficiencia podría en alguna medida generar algunos aumentos en la disponibilidad de agua. En estas últimas tres cuencas también, el agua subterránea es una fuente que está siendo utilizada significativamente; sin embargo, cabría esperar todavía alguna explotación adicional sustentable de los acuíferos.

La minería, que es la gran industria propia de esta zona, tiene ya eficiencias bastante grandes de uso del agua en sus procesos. Cualquier aumento de necesidades que pretenda aumentar el ritmo de desarrollo de este sector económico, tendrá grandes dificultades para no afectar aquellas fuentes de agua aún subexplotadas en la zona andina, y que tienen una particular importancia en cuanto a preservar la biodiversidad en ecosistemas que en muchos casos son únicos. En esta materia, la ley de Bases del Medioambiente, con toda probabilidad, impedirá la mayor explotación de estas fuentes, y asimismo impedirá el cambio de destino del agua que en la zona andina usan las etnias propias de la zona.

En esta zona del país casi no existen aprovechamientos hidroeléctricos, y no se prevén usos del agua para este objetivo.

b) Sistema Hidrográfico Chile Central

En la zona de Chile denominada Chile Central, es decir, entre las latitudes 31° S y 38° S, la situación es la siguiente:

En una primera subzona norte, entre la cuenca del río Choapa por el norte y la del río Maipo (Región Metropolitana) por el sur, los recursos de agua disponibles están siendo intensamente explotados y prácticamente no hay excedentes de agua aprovechables.

En esta subzona, sin embargo, existen mayores posibilidades de mejorar la eficiencia del uso del agua en riego, cosa que irá siendo paulatinamente llevada a cabo, mas aún dado que los aumentos de la demanda para uso doméstico han ido quitando recursos al uso en riego, y esto seguirá ocurriendo en el futuro. También, en esta zona cabría esperar que en el horizonte de proyección de los escenarios de este trabajo, se construyeran uno o más embalses de regulación para uso en riego y/o agua potable, que ayudarán a mejorar la disponibilidad de recursos de agua. De hecho, ya existe un embalse en construcción en la cuenca de Choapa, y existen por lo menos 3 estudios de otros embalses en las cuencas de los ríos Choapa, Aconcagua y Maipo.

Por otro lado, en esta subzona, los programas de tratamiento de las aguas servidas domésticas y residuos industriales líquidos, que ya han sido echados a andar en el país, deberían mejorar la calidad del agua y posibilitar el riego sin restricciones en la zonas más bajas de estas cuencas.

A pesar que en esta zona del país el agua subterránea está siendo explotada intensamente, y en algunos sectores sobreexplotada, esta fuente podría contribuir en mayor medida que en la actualidad a satisfacer las mayores demandas, mas aún si se impulsaran proyectos de recarga artificial de los acuíferos.

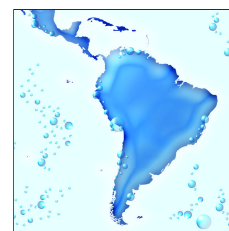
Los proyectos hidroeléctricos más interesantes en esta zona del país, ya han sido construidos, y en general consisten en centrales de pasada ubicadas en las zonas altas de las cuencas, las que, salvo los impactos medioambientales que más adelante se señalan, no interfieren con los usos consuntivos del agua que se manifiestan hacia aguas abajo.

En la subzona sur del sistema hidrográfico Chile Central, vale decir, entre las cuencas del río Rapel por el norte (latitud 34° S) y del río Biobío por el sur (latitud 38° S), se encuentra el primer sector de Chile, en dirección norte a sur, en el que no existe una presión extrema sobre los recursos de agua disponibles. Aún así, los usos que se hacen del recurso agua son muy intensos, especialmente en hidroelectricidad (varias centrales de embalse y pasada) y riego (también con algunas obras de embalse). Existen en la actualidad conflictos entre los dos sectores usuarios señalados, en lo que se refiere a la gestión de los recursos hídricos, especialmente en años de mediana a extrema escasez. Puede preverse que estos conflictos se irán intensificando en el futuro, dado que en esta zona se están planificando nuevos proyectos de riego e hidroeléctricos.

El sector agua potable no debería tener problemas para satisfacer sus demandas, aún mas cuando el uso del agua subterránea en esta zona es poco intensivo. En cuanto a descargas de aguas servidas domésticas, existen problemas de contaminación de cursos de aguas superficiales, aguas debajo de las principales ciudades interiores de la subzona (Rancagua, Talca, Los Ángeles y otras), que se irán solucionando gradualmente a lo largo de los años del período de previsión.

También, existen algunos problemas de contaminación por vertidos industriales, especialmente en cuanto a la industria de la celulosa y el papel, industria química, industrias de alimentos, minería (cuenca del río Rapel) y otras. Como ríos amenazados por este concepto, vale la pena destacar el Biobío. Las nuevas normativas sobre vertidos industriales y la aplicación de la Ley de Bases del Medioambiente, permitirán en el futuro ir corrigiendo gradualmente esta situación, aún cuando es en esta zona de Chile donde cabe esperar mayores aumentos en los usos industriales del agua.

Cabe señalar que en esta zona de Chile, los recursos de agua para fines recreacionales, paisajísticos y de preservación de flora y fauna, se encuentran seriamente amenazados, y puede esperarse que en el futuro se generen conflictos y competencias entre estos aspectos, y otros usos extractivos (consuntivos o no) del agua.



c) Sistema Hidrográfico Pacífico Sur

Desde la cuenca hidrográfica del río Imperial hacia el sur, las disponibilidades de recursos de agua exceden ampliamente las demandas actuales y previstas en el horizonte de 25 años en análisis.

Esta es una zona que en lo principal tiene bajas demandas de riego y cuyas demandas de agua potable son despreciables frente a las disponibilidades del recurso.

Sin embargo, es una zona que aun cuando hoy día esta relativamente inexplorada desde el punto de vista hidroeléctrico, podría en el futuro ser desarrollada en forma importante desde este punto de vista. Por otro lado, los usos recreacionales, paisajísticos y de preservación de la biodiversidad cobran gran relevancia en esta zona, y en alguna medida podría entrar en conflicto con desarrollos hidroeléctricos futuros.

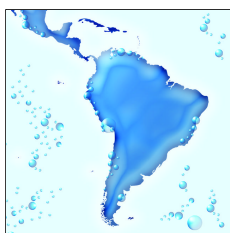
En todo caso, siendo esta una zona en la que, en general, los cauces superficiales no están agotados en cuanto a derechos otorgados, y estando en plena vigencia en la actualidad la Ley de Bases del Medioambiente y normativas relativas a vertidos industriales y domésticos, debería esperarse que estuviese bien protegida en cuanto a toma de decisiones de proyectos futuros y compromisos con un aprovechamiento sustentable del recurso agua.

Hay que hacer presente que en los cuerpos de agua dulce (lagos), que abundan en esta zona, han aparecido en los últimos años algunos problemas de eutroficación. Estos deberán revertirse con un apropiado tratamiento y disposición de efluentes domésticos e industriales.

También es una zona que debería experimentar un crecimiento industrial importante, especialmente en cuanto a la industria maderera y de celulosa, y en cuanto a industrias alimenticias. Por lo tanto, debería cuidarse y controlarse la aplicación de las normativas sobre tratamiento de aguas residuales y vertidos para preservar medioambiente y biodiversidad.

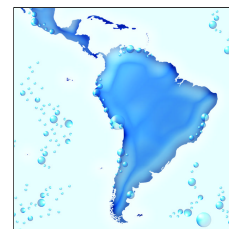
En función del diagnóstico de la situación actual con respecto a los problemas de recursos de agua en Chile, y de las proyecciones efectuadas en este trabajo, es posible formular las siguientes recomendaciones, que son aplicables a todo el país, pero que debería tener un énfasis en aquellas zonas más críticas:

- 1) Insistir en el proyecto de perfeccionamiento del Código de Aguas en Chile, en particular en lo que se refiere: al pago de una patente por no uso del agua correspondiente a derechos otorgados por el Estado; a pedir una justificación para que los caudales solicitados como derechos al Estado, tengan una relación con los fines invocados; a facultar a la Dirección General de Aguas para denegar solicitudes de derechos que puedan afectar a fuentes de agua potable o puedan perturbar el desarrollo regional; a reconocer explícitamente la necesidad de establecer caudales ecológicos mínimos en cuencas no agotadas; a reconocer explícitamente las relaciones existentes entre el agua superficial y el agua subterránea, a fin de no perjudicar a terceros con el otorgamiento de nuevos derechos.
- 2) Impulsar proyectos de investigación orientados al estudio de las interrelaciones en cuencas críticas, de los recursos agua, suelo y vegetación. Esto, con el objeto de detectar las causas de contaminaciones difusas; problemas de erosión hídrica; deterioros del paisaje que afecten al turismo; ecosistemas amenazados; etc.
- 3) Sustentados en los resultados de estudios y proyectos de investigación como los señalados en 2), proponer las modificaciones legales que sean pertinentes para constituir a nivel descentralizado, por cuencas hidrográficas principales, Corporaciones de Cuencas. Éstas, con participación del Estado, de los usuarios del agua y del público en general, podrían constituirse en los organismos de planificación y gestión integrada de la cuenca. Estas Corporaciones deberían también hacerse cargo de normas sobre el uso del suelo y de los cauces en cada cuenca, con el objeto de prevenir la ocurrencia de desastres causados por crecidas y corrientes de detritos.
- 4) Impulsar proyectos de investigación orientados a estudiar métodos de reuso y mejoramiento de la eficiencia del uso del agua, por cuencas y para los diferentes sectores usuarios.
- 5) Estudiar la eficacia de un instrumento tal como la tarificación por el uso del agua, con el objeto de incentivar la eficiencia en el uso del recurso. Estudiar niveles de tarificación por cuencas, o tipos de cuencas. Compatibilizar un instrumento de este tipo con impuestos generales de la nación, de tal forma de eliminar inequidades para distintos sectores usuarios.
- 6) Impulsar la dinamización del mercado de los derechos de agua, y del agua, como medio de reasignación del recurso hacia aquellos usos o sectores económicamente más eficientes, cuidando que los traspasos que así se generen no menoscaben a terceros o perjudiquen al medioambiente. Para esto, se requiere hacer pública la información sobre compraventas de derechos de agua; hacer una apropiada difusión de esta información; difundir la opinión de la autoridad del Estado sobre situaciones en las que traspasos de derechos por esta vía pudieran ayudar a solucionar problemas detectados. Además, el Estado debería promover la regularización legal de los títulos de dominio de los tenedores de derechos, de tal manera que estos queden en condiciones de participar en las transacciones de mercado.
- 7) Mejorar las redes de medición y monitoreo de los recursos, no sólo a nivel de las fuentes, sino también de los usos del agua.
- 8) Fortalecer las capacidades regulatorias y normativas del Estado, en los diferentes sectores usuarios, de tal manera de corregir distorsiones y lograr que se cumplan las metas de eficiencia en el uso, y preservación de calidad ambiental y de biodiversidad.



Referencias Bibliográficas

- AYALA, L. y PEÑA, H., "Inundaciones", extracto, Seminario Desastres Naturales
- BROWN, E., 1996, "Disponibilidad de recursos hídricos en Chile en una perspectiva de largo plazo" en Sustentabilidad ambiental del crecimiento económico chileno, Santiago de Chile, 1996, Osvaldo Sunkel (Editor), Programa de Desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile
- CABRERA, N., 1995, "Estado de las aguas continentales y marinas de Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, Santiago de Chile, pag. 173-195
- CORFO, Departamento de Recursos Hidráulicos, "Mapa Hidrográfico de Chile", Santiago de Chile, 19 p.
- CNE, Comisión Nacional de Energía, 1996, "El Sector Eléctrico en Chile", Santiago de Chile, CNE, 46 p.
- CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1994, "Extractos de la Ley de Bases del Medio Ambiente relacionado con EIA" en "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y antecedentes básicos", Santiago de Chile, CONAMA
- CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1999, "Informe preliminar Implementación Agenda 21 en Chile", Santiago de Chile
- CHILEAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS, 1996, "Large Dams In Chile", CIGB - ICOLD, Santiago de Chile, 271 p.
- DEL FÁVERO, G., y KATZ, R., 1998, "El uso de normas de calidad y de emisión en la gestión de recursos hídricos" en "Estudios Públicos", Nº 69, Santiago de Chile, Centro de Estudios Públicos, pag. 85-104
- DGA, Dirección General de Aguas, 1986, "Mapa Hidrogeológico de Chile, texto explicativo, escala 1:2.500.000", Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 33 p., Santiago de Chile
- DGA, Dirección General de Aguas, 1987, "Balance Hídrico de Chile", Santiago de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 24 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1992, "Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile", volumen II, regiones II, III y IV, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 322 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1992, "Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile", volumen III, regiones V, VI, VII y Metropolitana, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 334 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1992, "Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile", volumen IV, regiones VIII y IX, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 243 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1996, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", Informe Final, Resumen General y Comentarios Finales, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 148 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1996, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", Informe Final, Volumen I, Regiones I - II - III - IV, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 458 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1996, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", Informe Final, Volumen II, Regiones V - R.M. - VI - VII, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 653 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1996, "Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile", Informe Final, Volumen III, Regiones VIII - IX - X - XI - XII, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, 632 p.
- DGA, Dirección General de Aguas, 1999, "Caudales Ecológicos", minuta técnica, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, Santiago de Chile
- DGA, Dirección General de Aguas, 1999, "Política Nacional de Recursos Hídricos", documento de discusión, Santiago de Chile
- DOUROJEANNI, A. y JOURAVLEV, A., 1999, "El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad", Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 100 p.
- ESPINOZA, G. y PERALTA, M., 1995, "Conservación y degradación de suelos en Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, Santiago de Chile, pag. 311-332



FLOTO, E., 1996, "Manejo de recursos hídricos en Chile. Potencialidades y limitaciones del mercado del agua" en Seminario Internacional Gestión del Recurso Hídrico, Santiago de Chile, diciembre 1996, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Dirección de Riego y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, pag. 50-77.

MALDONADO, P., 1996, "Energía y sustentabilidad del desarrollo chileno" en Sustentabilidad ambiental del crecimiento económico chileno, Santiago de Chile, Osvaldo Sunkel (Editor), Programa de Desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile

MIDEPLAN, Ministerio de Planificación y Cooperación, 1994, "Estudio de recuperación de costos en proyectos de drenaje", Informe Final, Santiago de Chile, 85 p.

MOP, Ministerio de Obras Públicas, 1999, "1990 - 1999: La década de la Infraestructura", Santiago de Chile

NARBONA, J. y NAZARALA, B., 1996, "Medición y base de datos como elementos de gestión de recursos hídricos" en Seminario Internacional Gestión del Recurso Hídrico, Santiago de Chile, diciembre 1996, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Dirección de Riego y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, pag. 78-96.

NORERO, A. (editor), 1999, "Las sequías en Chile: causas, consecuencias y mitigación", Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile

O'RYAN, R. y ULLOA, A., 1996, "Instrumentos de regulación económica en Chile" en Sustentabilidad ambiental del creci-

miento económico chileno, Santiago de Chile, Osvaldo Sunkel (Editor), Programa de Desarrollo Sustentable, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile

PEÑA, H., 1995, "Efectos ambientales derivados del uso de recursos hídricos en Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, Santiago de Chile, pag. 419-443

PEÑA, H., 1996, "Modificaciones al Código de Aguas y su aporte a la gestión del agua" en Seminario Internacional Gestión del Recurso Hídrico, Santiago de Chile, diciembre 1996, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Dirección de Riego y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, pag. 29-49.

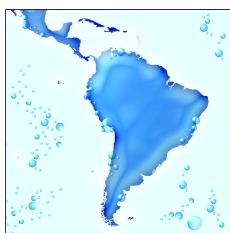
PERALTA, F., 1996, "Enfoque del sector privado respecto a la gestión del recurso hídrico" en Seminario Internacional Gestión del Recurso Hídrico, Santiago de Chile, diciembre 1996, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Dirección de Riego y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, pag. 181-186.

PRAUS, S., 1995, "Derecho y Medio Ambiente en Chile" en "Perfil Ambiental de Chile", CONAMA, Santiago de Chile, 1995, pag. 513-532

SERNATUR, Servicio Nacional de Turismo, 1995, "El turismo: análisis y estadísticas (1990-1994)", Santiago de Chile

SERNATUR, Servicio Nacional de Turismo, 1998, "Cartografía de lugares turísticos relevantes de Chile", Santiago de Chile

WORLD WATER COMMISSION, 1999, "World Water Vision", W. J. Cosgrove y F. R. Rijsberman (editores)



Anexo

Entrevista al Sr. Humberto Peña Torrealba Ingeniero Civil Director General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas República de Chile

En los últimos años se ha incrementado la preocupación acerca del valor estratégico del agua para el desarrollo de la vida en el próximo milenio. Por otra parte, si bien existe una conciencia de esta circunstancia por parte de los gestores y administradores del agua, aún no se han logrado implementar en la práctica de manera cotidiana, las estrategias que permitan una gestión sustentable del agua. ¿Cuáles son, en base a su experiencia, las causas de esta dualidad?

Aquí en primer lugar hay una afirmación: "no se han logrado implementar en la práctica de manera cotidiana, las estrategias que permitan una gestión sustentable del agua".

Se está diciendo que no se ha logrado implementar una gestión sustentable del agua.

Yo creo que a este respecto, hay que matizar bastante las cosas. En el fondo, yo no creo que en el caso nuestro podamos hablar de que, desde el punto de vista de los caudales, de las extracciones, no tengamos una gestión sustentable del agua.

De hecho, en gran parte del país, los recursos hídricos que se explotan actualmente son recursos hídricos que se vienen explotando así desde hace casi 100 años. Entonces no me parece que uno pueda decir así en bloque, que no es sustentable eso. Yo creo que la cosa puede ser distinta si uno piensa, que el término gestión sustentable se vincula a los ecosistemas asociados al agua, que no es lo mismo que gestión sustentable del agua, propiamente tal.

Y en ese sentido, con respecto a ese tema, yo creo que hay que distinguir dos cosas: uno, el tema de lo que hemos llamado pasivo ambiental; de la situación que históricamente se dio y que no ha sido revertida. Ahí entramos en el tema de las extracciones, que es una situación de implicancia económica extremadamente compleja para el país y que difícilmente, pensamos, el país podrá absorberlo en un tiempo breve. Puede ser una meta, pero de mediano a largo plazo en el peor de los casos.

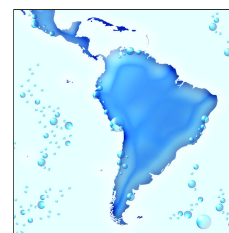
Ahora, otra cosa es el pasivo ambiental asociado a los problemas por contaminación. Con respecto al tema contami-

nación, yo creo que ahí ha habido una dificultad para poner de acuerdo al país con respecto a que tiene que asumir esta tarea y estos costos. Entonces, ese es un proceso que se inició tarde en Chile. Solamente a partir de la Ley de Bases del Medio Ambiente, verdaderamente estamos en mayoría de edad; pero me da la impresión a mí que es algo que en el país va a ser resuelto en forma relativamente rápida, porque ya hay suficiente conciencia de la importancia que tiene y se están paulatinamente incorporando los costos de este tipo de temas. Entonces, yo creo que ha habido un problema, un retraso en la toma de conciencia de este tema en el país, por razones sociales, políticas y económicas, que ha redundado en un retraso institucional en la materia, que, pienso yo, está siendo revertido en estos momentos.

¿Cómo ve Ud. otros usos in situ del agua, por ejemplo usos para fines turísticos, esos los dejaría que se regularan en función de la demanda por ese tipo de necesidad?

No, yo creo que con respecto a las nuevas explotaciones esta situación ha ido cambiando, y de hecho, se ha ido incorporando en todas las nuevas solicitudes y en los nuevos proyectos la mantención de caudales para fines ambientales. Es una política que se ha venido sosteniendo en forma consistente en los últimos 5 años, a lo menos. Ahora bien, el punto es que con respecto a lo que Ud. plantea, yo creo que la definición de los caudales mínimos, es una materia que compete directamente a la función estatal, como representante y administrador de este bien común, bien nacional de uso público, que es el agua.

Yo creo que la participación privada puede ser adecuada y bienvenida para recuperar el pasivo ambiental, lo cual implica costos. Esto podría implicar acciones privadas para acelerar ese proceso. Pero, con respecto a lo nuevo, no me parece que sea la actuación unilateral de los particulares la que deba asumir esa tarea, al menos mientras no haya otras instancias de representatividad formal que pudieran tomarla, en función de un encargo del Estado, como podrían ser las Corporaciones de Cuencas.



¿Cuáles serían las tres prioridades en materia de política hídrica que deberían ser implementadas en su país para lograr una gestión integrada de los recursos hídricos a largo plazo considerando las potencialidades y restricciones actuales?

Yo no sé si se refiere a prioridades de actuaciones de gestiones públicas, o desde el punto de vista físico, de proyectos, de programas.

Yo lo entendería desde el punto de vista de gestión pública, ahora si hay alguna cosa que requiere inversión y medidas estructurales, puede ser también materia de política pública el lograr que esas acciones se tomen.

Yo pienso que la principal dificultad que existe en este momento es de carácter institucional para avanzar en esta materia. Yo creo que es un tema que requiere cierta iniciativa. Ahora, con la situación legal vigente es posible avanzar mucho todavía, si es que existen lineamientos claros de políticas al más alto nivel dentro del Gobierno. Yo creo que se puede avanzar mucho sobre la base de una definición política de Gobierno que maximice las posibilidades de uso de la legislación vigente.

Ahora, en ese sentido también se tiene un segundo tema que es el tema de la falta de conciencia a nivel de los distintos actores, especialmente de los sectores productivos, de la importancia que tiene para su actuación directa, el resolver los problemas asociados a la falta de una gestión integrada de recursos hídricos.

En otras palabras, las situaciones concretas que requieren solución son: cómo se mejora la gestión integrada de los aspectos de aguas superficiales y aguas subterráneas en el país; cómo se mejora la gestión de los aspectos de calidad y cantidad de agua en el país; cómo se abre paso a proyectos de uso múltiple, que normalmente no ha habido espacio institucional para poder desarrollarlos; después, hay problemas que se relacionan con el tema de la planificación territorial y la gestión de la demanda por recursos hídricos, o sea, ahí hay problemas graves, en el sentido que hay inversiones, desarrollos que se hacen, y que entran en conflicto con la gestión del agua. Esto, por falta de cruzamiento entre las dimensiones territorial, vegetación y suelo, en general, y agua. Esos son problemas que hay que resolver.

Ahora, para resolver esto, se requiere mejorar el nivel de comprensión del problema, eso también tiene relación con la voluntad política de implementar la legislación vigente; y, el paso posterior debiera ser un cambio institucional formal. Dentro de eso está la posibilidad de generar entes como las Corporaciones de Cuencas.

Las estructuras gubernamentales encuentran serias dificultades para la gestión eficiente del agua. ¿Cree Ud. que la inserción del financiamiento privado puede mejorar sustancialmente la gestión integrada de los recursos hídricos? ¿Cuál es el límite en la incorporación de empresas de derecho privado en el manejo del agua?

Yo creo que hay que aclarar un poco la pregunta, porque no queda claro de qué gestión se está hablando. En la realidad chilena todos los aprovechamientos prácticamente se manejan desde una perspectiva privada. No hay aprovechamientos públicos prácticamente, y cuando hay empresas con capitales que son del Estado, actúan bajo la figura de Sociedad Anónima, por lo cual actúan, en el hecho, como si fueran empresas privadas.

Así que yo no creo que sea muy pertinente para el caso chileno, este tema, desde el punto de vista de los aprovechamientos de agua. Si es que se refiere a eso.

Pero el tema es ¿se logra con esto una gestión eficiente del agua, o no? Esa es la pregunta básica.

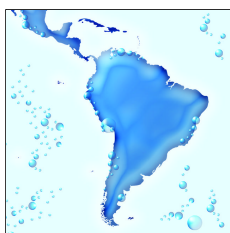
Es que lo que pasa es que no habiendo una gestión propiamente estatal del agua, no hay elemento de comparación objetivo. Ahora, ¿cuál es el límite de la incorporación de la empresa de derecho privado en el manejo del agua? Yo diría que eso se relaciona estrictamente con la función reguladora del Estado. Yo no veo límites en la gestión de los aprovechamientos. Ahora, obviamente que la función de regulación del sector, y de tutela de este bien nacional de uso público, es una función privativa del Estado a través de las formas cómo se organice eso.

Cualquier cambio en el patrón actual del proceso de toma de decisiones en el manejo del agua, y en la asignación de inversiones, necesita un tiempo prudencial de adecuación y adaptación. ¿Cuáles cree que deben ser las actividades prioritarias a ser implementadas desde ahora, para que en un mediano plazo (2005) se pueda contar con un escenario proclive a la incorporación de la dimensión ambiental en las decisiones cotidianas?

Con respecto a la pregunta 4, yo creo que en realidad de hecho ya se está incorporando la dimensión ambiental en las decisiones de inversión de los distintos proyectos. Ahora, seguramente las mayores debilidades están desde el punto de vista de lo que es el conocimiento sobre el comportamiento de los sistemas hidrológicos, muchas veces. Es decir, que se pueden estar tomando acciones que no se conocen que tienen tal o cuál impacto. Pero eso es, más bien, un tema de recursos humanos y de conocimiento.

En los últimos años la población y las agencias gubernamentales se vieron conmovidas por un creciente impacto debido a fenómenos extremos (deslizamientos de tierras, inundaciones, aluviones, sequías y otros). ¿Hasta qué punto pueden ser considerados únicamente desastres naturales? ¿Qué estrategias prioritarias hay que implementar para atenuar las consecuencias negativas en su país?

En cierto sentido, es difícil hablar de desastres naturales en esta materia. De hecho detrás de todos estos desastres



siempre hay decisiones absolutamente desarrolladas por la sociedad, por las personas, en relación a la ocupación del territorio. Así que difícilmente se puede hablar de desastres naturales. Ahora yo diría que lo más crítico ha sido en este sentido la falta de políticas claras de planificación territorial, especialmente en las grandes ciudades. Ha habido una falta de políticas en ese sentido que ha perdurado durante muchos años, con lo cual se han generado situaciones que difícilmente pueden ser revertidas, al menos dentro del marco económico de que disponen los Gobiernos.

¿Pero la causa de eso podría ser que resulta difícil, o muy difícil, hacer una planificación territorial con las presiones que existen para ocupar territorio y con la falta de conocimiento de la sociedad, o de sectores amplios de la sociedad, de los peligros que pueden existir al ocupar ciertos territorios? Ese es un problema bastante difícil de revertir quizás.

Yo creo que hay un tema institucional, en que, en el caso nuestro, la planificación territorial ha sido muy débil. Recién ahora se está tomando más conciencia al respecto, y yo creo que ese es el principal problema.

Aparentemente, los procesos de erosión hídrica, salinización de los suelos, así como la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, son sistemáticamente crecientes a pesar de los innumerables esfuerzos volcados en la implementación de planes de manejo de cuencas, programa de manejo conservacionistas, programas de control de la contaminación. ¿Cuáles son según su opinión las causas de esta brecha creciente?

Yo en realidad difiero un poquitito de la pregunta, en el sentido que no creo que los esfuerzos volcados al tema sean tan innumerables y tan importantes. Creo que más bien ha sido un tema ausente y los esfuerzos que se han hecho han sido aislados, locales, sin mucha fuerza, sin muchos recursos.

Ahora, la visión nuestra es que en esta materia se está avanzando en forma bastante significativa en el país, una vez que se generó la Ley de Bases de Medio Ambiente. Yo creo que ese hito, genera un cambio. Las razones por las cuales hubo tanto retardo en esto, ya lo mencionábamos antes, y para decirlo en forma muy sintética, el tema ambiental es un tema de la democracia. Durante casi los 20 años del gobierno militar no existió el tema ambiental. Si Ud. ve los análisis que se hacían a principios de los 70 en la Universidad de Chile, en el grupo que había de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, y Ud. lo ve el año 90, se da cuenta que lo que se decía el año 70 era exactamente lo que se empezó a decir el año 90, como si entremedio no hubiera pasado nada. Hubo un retraso en eso, pero yo creo que ese retraso se va a empezar a cerrar en forma relativamente rápida, con los planes de descontaminación que están incorporados dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias, y otras actividades de ese tipo.

Ahora un caso distinto es el tema de la erosión hídrica en el cual ahí, yo diría, el país ha tenido una cierta recuperación, a partir del interés económico en desarrollar el sector forestal en el país. Si uno hace un análisis de la situación forestal de hoy día en muchas cuencas y lo compara con la situación pasada, por una pura dinámica económica, yo diría que estamos en condiciones más favorables en ese tema.

Respecto a eso último a la erosión hídrica ¿Ud. cree que basta con ese puro efecto, con el incentivo que significa el aprovechamiento económico desde el punto de vista forestal, para que ese tema se resuelva, o se detenga el proceso de erosión en algunas zonas, o se requiere algo más?

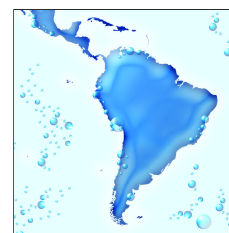
Yo pienso que en ese sentido hay una tarea inconclusa, que creo que se debe dar en el contexto de las organizaciones de cuencas, pero con un elemento que creo que es la falencia que existe hoy día para avanzar más rápido en esto, y se refiere al tema financiamiento. Yo creo que más allá de la pura dinámica económica debieran existir recursos adicionales para orientar y potenciar esa dinámica económica en aquellas áreas en las cuales hay un beneficio común, beneficio social, que no está ligado directamente al beneficio privado.

Una componente esencial en el ciclo de la gestión de los recursos hídricos corresponde al monitoreo y evaluación continua de la oferta del agua, no obstante lo cual, las redes de información y actividades de campo ven sistemáticamente reducido su presupuesto de operación y mantenimiento en la mayoría de los países. ¿Cuáles son, según su opinión, las estrategias a seguir para lograr que esta actividad sea sustentable?

Con respecto a esto yo creo que en el caso nuestro no es válida la aseveración que se hayan venido reduciendo sistemáticamente los presupuestos en este sentido.

Ahora, lo que yo creo es la clave para desarrollar esta actividad es en primer lugar generar una estrategia que pueda revertir el círculo vicioso de menor inversión, peores resultados; en consecuencia, menor interés en invertir en una actividad que, desde el punto de vista de la opinión pública, de los resultados, sea tan poco interesante y relevante. Eso supone tener una especial estrategia, especialmente clara, de vincular la actividad a los beneficios que genera, y tener una estrategia para que esos beneficios sean conocidos y apreciados por los entes que definen los montos de inversión.

Ahora, una cuestión distinta y paralela, tiene que ir en el sentido de vincular los recursos que generan las cuencas asociados al tema hídrico, con los gastos que involucra desarrollar esas actividades, desde el punto de vista de las funciones públicas. En ese sentido es interesante el tema de cobro por el agua, y también vincular los distintos tipos de ingresos a las actividades de inversión en las cuencas, que me parece a mí que es una tendencia general, es decir que los usuarios financien los servicios.



En los últimos años se ha producido un importante avance en el diseño de infraestructuras y en el desarrollo de nuevas tecnologías para un reuso del agua, riego presurizado y no presurizado, etc. ¿Hasta qué punto son difundidos y aplicados estos avances tecnológicos? ¿Son incorporadas alternativas de técnicas no convencionales en el momento de la toma de decisiones? ¿La enseñanza universitaria incorpora en la formación de sus egresados con suficiente anticipación estos temas?

Yo creo que en este sentido hay dos cosas. Con respecto a la incorporación de los avances tecnológicos a la gestión del recurso hídrico, por un lado, el principal elemento dinamizador es obviamente el tema económico. Yo creo que el desarrollo que ha tenido el riego tecnificado en el país, está ligado estrictamente a los beneficios económicos que se derivan de ponerlo en funcionamiento. Yo creo que esa dinámica es la más decisiva.

Hay un segundo elemento que tiene que ver con la plena vigencia de la normativa con respecto a tratamiento y a utilidades de vertidos. Yo creo que es el otro elemento que va a llevar a la implementación de todas las tecnologías de reuso del agua. De hecho la dinámica económica ha permitido mejorar el uso del agua en sectores en que hay mucha escasez, directamente, como es el caso el sector minero en el país, que tiene, yo diría, un récord de eficiencia en el uso del agua.

Entonces, yo creo que en esta materia hay dos cosas: por un lado, está la dinámica económica, que supone unas ciertas reglas del juego que permitan que esa dinámica se dé; y en segundo lugar, creo que es importante la plena aplicación de las normativas en aquellas cosas en las cuales son decisiones que competen al Estado, como es los vertidos, control, y fiscalización.

¿En cuanto a la enseñanza universitaria, qué impresión tiene Ud. en el país sobre la incorporación de temas avanzados en el uso y reuso del agua?

Yo creo que en general falta mucho en este sentido, pero pensando, más que en la enseñanza universitaria, en los niveles medios, básicos (de técnicos) porque no se ha generado, no ha habido instancias, ni preocupación de parte de las estructuras universitarias por desarrollar esas áreas. Entonces nos encontramos con una práctica, en la que normalmente la gente en esos niveles se forma en el trabajo, y creo que ahí hay un déficit importante.

La mayoría de los países cuenta con un cuerpo normativo para la gestión del agua. ¿Hasta qué punto se incorpora y promueve un uso integrado de los recursos hídricos? ¿Cómo se ejecutan las actividades intersectoriales al existir otros marcos normativos para la gestión de los recursos naturales?

Yo diría que en el caso nuestro el sistema legislativo ha sido muy eficiente para distinguir las distintas funciones que competen al Estado y a los particulares, y para que esas fun-

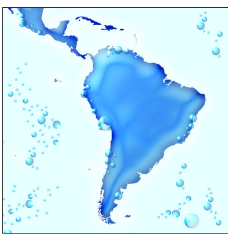
ciones puedan operar en forma eficiente dentro de su ámbito de actuación. El punto es que no existen niveles de integración de toda esa institucionalidad, que funciona eficientemente en cada uno de sus ámbitos, y, en consecuencia, la principal falencia que nosotros detectamos dentro del sistema institucional chileno es la falta de espacios adecuados para que se favorezca una gestión integrada. En ese sentido nosotros estamos intentando revertir aquello, a partir de lo que es la actual legislación y promoviendo la generación de un nivel de coordinación a nivel de los gobiernos regionales. Sin embargo, es una tarea que está recién partiendo, y como señalaba anteriormente, el punto clave es logra una actuación constructiva por parte de todos los actores, lo cual supone una coincidencia clara en cuanto a las ventajas que generaría una gestión integrada.

La última década se ha caracterizado por fomentar la participación de la sociedad en un sinnúmero de actividades. ¿Hasta qué punto se verifica la participación social en la gestión del agua de su país? ¿Las opiniones de la sociedad extraídas de instancias participatorias han cambiado genuinamente una decisión relativa a la gestión del agua? ¿En qué caso?

En realidad en el país el tema de la participación, yo diría que hay ámbitos en los cuales se desarrolla bastante claramente, y otros ámbitos en los cuales no existe un reconocimiento de esa participación. Yo diría que la participación de los usuarios del agua dentro de la distribución de los recursos hídricos, es una cuestión muy antigua en el país, y que se da con algunas limitaciones, pero relativamente cumpliendo su objetivo.

Hay un segundo tipo de participación, que se ha implementado a partir de lo que es la Ley de Bases del Medio Ambiente, y que es una participación en torno a los proyectos de implicancias ambientales. Esta participación, yo diría que su principal dificultad actual estriba en el nivel de capacitación, de formación, de educación, para que sea una participación bien informada.

En tercer lugar, hay un área en la cual no existe prácticamente participación y no está reconocida como tal, y se refiere al rol que le debiera corresponder a los distintos actores de una cuenca en todas aquellas dimensiones del agua que no sean las que tienen que ver con el ejercicio de los derechos de aprovechamiento; o sea, el agua es un bien de carácter social, económico, ambiental. Es social en el sentido que además genera una serie de bienes comunes como puede ser paisajes, aspectos de contaminación, etc., los cuales suponen estructuras de participación de los usuarios en general, de ese tipo de bienes, o sea de los ciudadanos, de las organizaciones sociales, de los usuarios del terreno, del suelo, y otros entes. Eso no existe. Entonces, tenemos una participación trunca, desde el punto de vista que hay una participación dentro de las organizaciones de usuarios de los que tienen derechos de aprovechamiento, hay una participación de la ciudadanía cuando existen proyectos, que pasan por el sentido de evaluación de impacto ambiental, pero, no hay participación con respecto a



los bienes comunes que se generan de la gestión del agua, y eso es inexistente a la fecha. Esto tiene que ver con las respuestas a los temas anteriores, por lo cual creemos que se tiene que favorecer una gestión integrada del agua, y las iniciativas se están tomando en ese sentido.

Hay otro tema que a veces también se considera dentro del tema de participación, cual es la participación de los usuarios de los servicios públicos, como pueden ser los usuarios de los sistemas de agua potable, y en ese sentido, tampoco en el país existe ni cultura, ni una estructura orgánica, que en otros países hay.

¿Ud. cree que en este país podrá avanzarse rápido, o lo ve muy lejano en el futuro, en lo que se refiere a una participación en estos últimos aspectos que hemos estado hablando?

Yo lo veo un tema de mediano plazo, pensando de aquí a unos cinco años, o una cosa así. Yo creo que lo inmediato es avanzar en instancias de coordinación más amplias que lo que son las organizaciones de usuarios, que involucren todos los aspectos que tienen que ver con los recursos hídricos, y que tengan una función, por una parte, de coordinación con respecto a problemas concretos, y que vayan abriendo conciencia con respecto a la necesidad de una gestión integrada. A partir de ahí, esta participación se podrá ir institucionalizando.

¿Hay algún otro tema que a Ud. le gustaría tocar, que no haya sido preguntado?

Yo pienso que lo importante es que hay que tener claro que en el tema de la gestión del agua en el país, hay algunos desafíos que son muy importantes para el futuro. En primer

lugar, el que tiene que ver con la escasez del recurso hídrico frente a demandas que son crecientes, lo cual supone un conjunto de condiciones para que ese recurso sea utilizado eficientemente localizado en aquellas áreas de mayor beneficio económico, social, ambiental. Que en definitiva, se pueda generar inversión con respecto a la explotación de nuevos recursos para resolver ese desbalance oferta demanda, sin daños para el país.

Ahora el segundo desafío tiene que ver con todo el tema ambiental, cosa que además supone niveles de inversión muy significativos. Este es un tema que se está comenzando a resolver a través de determinados mecanismos, pero que todavía queda una duda con respecto a si efectivamente los financiamientos van a estar disponibles para ese objetivo, y qué consecuencia va a traer esto de por medio. Hay que pensar que la apuesta es bastante importante, o sea, que se van a hacer varias inversiones de varios miles de millones de dólares, en los cuales el Estado prácticamente no estaría invirtiendo directamente en ello. Es una apuesta grande y habrá que ver si eso resulta así o no. De hecho, dentro de todo el sector sanitario, un tema que puede ser relevante es, qué niveles de subsidios se van a requerir para los sectores que no están en condiciones de costear las tarifas que permitan el financiamiento de dichas inversiones.

Bueno, el tercer desafío que nosotros identificamos tiene que ver con el tema de la incertidumbre, debido a la variabilidad climática en general. La cuestión no es menor, porque se da en un contexto en el cual uno tiene ya áreas bastante restrictivas. Estos cambios pueden significar disponibilidades de agua que dificulten enormemente las situaciones, y las tornen más conflictivas. Todas estas ideas están recogidas dentro del documento Política Nacional de Aguas que de alguna manera orientan y recogen toda nuestra visión del tema.

La Asociación Mundial del Agua (*GWP- The Global Water Partnership*), establecida en 1996, es una red internacional abierta a todas las organizaciones involucradas en la gestión de recursos hídricos: Instituciones de gobiernos de países desarrollados y en vías de desarrollo, agencias de las naciones Unidas, bancos de desarrollo bi y multilaterales, no-gubernamentales, y el sector privado.

La GWP fue creada para adoptar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), que se orienta a asegurar la gestión y desarrollo coordinado del agua, suelo y recursos relacionados maximizando el bienestar económico y social sin comprometer la sustentabilidad de los sistemas ambientales vitales. La GWP promueve la GIRH creando un foro a nivel global, regional y nacional diseñado para apoyar a los grupos de interés con la implementación práctica de la GIRH

Actualmente la GWP está presente en once regiones, una de ellas es la de Sud América que abarca a Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú, Venezuela y Uruguay. El Comité Técnico para América del Sur se constituye como el Foro Regional de la GWP.



GWP SAMTAC

División de Recursos Naturales e Infraestructura CEPAL,
Naciones Unidas
AV. Dag Hammarskjöld 3477, Vitacura, Santiago de Chile
Teléfono: +56 (2) 210 2164
Fax: +56 (2) 208 0252
Correo electrónico: gwpamtac@cepal.org

GWP SECRETARIAT

Hantverkargatan 5
SE- 112 21 Stockholm, Sweden
E-Mail: gwp@gwpforum.org