

SITUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN CHILE

Carlos Salazar

**Con el apoyo de la
Fundación Nippon**

2003

www.thirdworldcentre.org

PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES DE INVESTIGACION

El **Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C.**, fue establecido en México en el año de 1999. El Centro es una institución única en el sector hidráulico en términos de su filosofía, su enfoque multidisciplinario e intersectorial, y su *modus operandi*. El trabajo del Centro se basa en las siguientes premisas:

- En los próximos años el manejo del agua será cada día más complejo;
- Los problemas hidráulicos del mañana no pueden ser resueltos con base en el análisis de los problemas del ayer y utilizando los mismos enfoques;
- Cada día un mayor número de soluciones para el sector hidráulico provendrá de áreas diferentes al sector y de otras profesiones;
- Las soluciones deben ser específicas. Soluciones que funcionan en Francia, Alemania, Inglaterra o Estados Unidos, pueden no ser útiles en China, India, Egipto o México, debido a las diferencias climáticas, físicas, económicas, sociales, ambientales, legales y/o institucionales;
- Un sólo paradigma puede no ser válido o aplicable para todos los países debido a sus diferentes grados de desarrollo socioeconómico, sin importar que tan atractivo pueda ser el concepto.

Uno de los principales objetivos del Centro es generar y disseminar información cubriendo todos los aspectos del desarrollo y manejo de los recursos hídricos, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Los **Reportes de Investigación** y el **International Journal of Water Resources Development**, el cual es una de las publicaciones líder en aspectos de agua en el mundo, permiten cumplir con el objetivo del Centro. Así mismo, el Centro ha publicado una amplia cantidad de libros en coordinación con importantes casas editoriales de nivel internacional, algunos de estos libros han sido traducidos a varios idiomas. Se espera que esta información sea de utilidad a tomadores de decisiones, científicos, gobierno, instituciones de investigación, organizaciones no gubernamentales, medios de información, y cualquier otra persona interesada en el manejo de los recursos hídricos en el mundo.

El Centro agradece cualquier comentario sobre sus actividades y publicaciones.

Sincerely,

Asit K. Biswas
Presidente

© 2003
Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C.

Se requiere permiso del Centro si alguna oración o párrafos del Reporte son citados.

INDICE

1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Localización	1
1.2 Antecedentes socioeconómicos	2
2. RECURSOS HÍDRICOS	8
2.1 Balance hídrico	11
2.2 Caudales	13
3. USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA	17
3.1 Marco general	17
3.2 Uso agrícola	23
3.3 Uso doméstico	29
3.4 Uso en generación de energía eléctrica	43
3.5 Uso industrial y minero	54
4. CALIDAD DEL AGUA	64
4.1 Caracterización	66
4.2 El problema de la contaminación hídrica	69
5. PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO	75
6. ASPECTOS JURÍDICO - INSTITUCIONALES DE LA GESTIÓN DEL RECURSO	79
6.1 Marco institucional y legal	79
6.2 Los derechos de aguas	82
6.3 Aspectos medioambientales	91
6.4 Gestión y planificación del recurso	93
7. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	97
8. REFERENCIAS	100

INDICE DE FIGURAS

	<i>Página</i>
Figura No. 1. Chile	1
Figura No. 2. Regiones político-administrativas	3
Figura No. 3. Evolución tasa natalidad y mortalidad	4
Figura No. 4. Exportaciones	5
Figura No. 5. Evolución del ingreso de los hogares según decil entre 1990 y 1998	6
Figura No. 6. Distribución ingreso autónomo en los hogares	7
Figura No. 7. Distribución del ingreso por hogares según decil en el año 1998.	7
Figura No. 8. Cuencas principales de Chile	10
Figura No. 9 Balance Hídrico	11
Figura No. 10 Componentes del Balance Hídrico Nacional	12
Figura No. 11 Disponibilidad per capita por Regiones Administrativas	13
Figura No. 12 Variacion del caudal en funcion de la latitud	14
Figura No. 13 Distribución de lagos según superficie	16
Figura No. 14 Distribución según tipo uso	17
Figura No. 15 Usos consuntivos	18
Figura No.16 Demanda actual uso consuntivo a nivel regional	18
Figura No. 17 Disponibilidad y demanda de aguas subterráneas	19
Figura No. 18 Areas con limitaciones a la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento	21
Figura No. 19 Areas con limitaciones a la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento	22
Figura No. 20 Evolución de la superficie de riego	24
Figura No. 21 Volumen embalsamado (millones m ³)	29
Figura No. 22 Participación en servicios sanitarios	33

Figura No. 23	Evolución cobertura del servicio	34
Figura No. 24	Dotación por regiones	34
Figura No. 25	Tarifa media según tamaño de la empresa	35
Figura No. 26	Tarifa promedio (1997-1998) por región	35
Figura No. 27	Evolución Histórica de la Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas Nacional	41
Figura No. 28	Evolución de la cobertura de electrificación rural	52
Figura No. 29	Inversión anual en electrificación rural	52
Figura No. 30	Evolución cobertura electrificación rural por regiones	53
Figura No. 31	Viviendas rurales con electrificación	54
Figura No. 32	Uso industrial	54
Figura No. 33	Evolución de la producción física industrial	55
Figura No. 34	Producción de cobre según participación	57
Figura No. 35	Consumo directo de agua en una fundición de cobre	59
Figura No. 36	Uso maximo de agua en proceso de concentración-fusión-electrorrefinacion (175 m ³ /ton Cu fino)	59
Figura No. 37	Uso mínimo de agua en proceso de concentración-fusión-electrorrefinacion (40 m ³ /ton Cu fino)	60
Figura No. 38	Consumo típico de proceso de lixiviacion-SX-EO (32 m ³ /ton Cu fino)	60
Figura No. 39	Variación del contenido de sólidos disueltos I a XII Regiones en aguas subterráneas	67
Figura No. 40	Evolución calidad aguas en cuerpos lacustres	68
Figura No. 41	Fuente receptora de residuos industriales líquidos	70
Figura No. 42	Demanda ambiental v/s flujos mínimos hidrológicos (m ³ /s)	76
Figura No. 43	Sistema institucional para el recurso hídrico	80
Figura No. 44	Evolución del precio de arriendo. Sistema Paloma, Río Limarí	84

INDICE DE TABLAS

	<i>Página</i>
Tabla No. 1. Distribución de la población	2
Tabla No. 2. Distribución población según tamaño ciudades	4
Tabla No. 3. Exportaciones bienes (US\$ Millones)	5
Tabla No. 4. Balance Hídrico Anual en Régimen Natural	11
Tabla No. 5 Caudales en sistemas hídricos (m ³ /s)	14
Tabla No. 6 Índices de utilización del recurso hídrico	15
Tabla No. 7 Distribución de lagos según regiones	16
Tabla No. 8 Uso del recurso (m ³ /s)	17
Tabla No. 9 Áreas con limitación para otorgar nuevos derechos de aguas subterráneas	20
Tabla No. 10 Incremento en productividad atribuible a la ley 18.450	27
Tabla No. 11 Uso del agua	28
Tabla No. 12 Prestadores de servicios y su participación a 1989	32
Tabla No. 13 Prestadores de servicios y su participación a 1999	32
Tabla No. 14 Cobertura de abastecimiento de agua potable rural	37
Tabla No. 15 Grado de cumplimiento servicios agua potable	38
Tabla No. 16 Abastecimiento agua potable según fuente (m ³ /s)	38
Tabla No. 17 Abastecimiento a localidades rurales según fuente	39
Tabla No. 18 Organismos con participación en la regulación del sector eléctrico	44
Tabla No. 19 Potencia y generación de electricidad por sistemas	45
Tabla No. 20 Generación Total Anual Bruta (Gwh)	46
Tabla No. 21 Crecimiento Potencia Instalada SIC	46
Tabla No. 22 Distribución potencia instalada según tipo	47
Tabla No. 23 Distribución regional del consumo industrial (m ³ /s)	56

Tabla No. 24	Áreas dentro de las faenas mineras	58
Tabla No. 25	Consumo unitario y porcentaje de recirculación en faenas mineras	62
Tabla No. 26	Distribución regional del consumo minero (m ³ /s)	63
Tabla No. 27	Constitución química aguas superficiales	64
Tabla No. 28	Evaluación de grado y tipo de contaminación en Regiones	70
Tabla No. 29	Carga contaminante orgánica sobre ríos	71
Tabla No. 30	Autorizaciones para Sistemas de Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos en 1999	71
Tabla No. 31	Problemas de Contaminación en Aguas Subterráneas	73
Tabla No. 32	Situación Nacional de las Enfermedades de Notificación Obligatoria	73
Tabla No. 33	Número de Defunciones por Leptospirosis	74
Tabla No. 34	Demanda ambiental v/s flujos mínimos	77
Tabla No. 35	Ingresados EIA y DIA a la Dirección General de Aguas (92-98)	92
Tabla No. 36	Número de EIA y DIA por Región ingresados en 1998, tanto en Conama como en la DGA	93

1.- ASPECTOS GENERALES

1.1 Localización

Chile Continental, con una longitud de más de 4.000 km., se extiende en una franja muy estrecha , con un ancho máximo de 375 km. y un mínimo de unos 90 km., comprendida entre dos o tres meridianos y con latitudes que van desde los 17°30' S. hasta los 56°30" S. Chile, en su parte continental, cubre una superficie de 757.000 km², limitando por el norte con Perú y Bolivia; por el este con Argentina y por el oeste y sur con el Océano Pacífico (Fig. N° 1). Esta angosta faja está delimitada por dos largas cordilleras, la Cordillera de Los Andes por el lado este, con elevaciones que superan los 5.000 m; llegando a los 7.000 m. en su parte más alta; que además forma el límite natural con Argentina y Bolivia. Por el lado oeste se desarrolla la Cordillera de la Costa, con alturas significativamente menores con máximos en torno a 3.000 m. en el norte, disminuyendo hacia el sur. En el centro de esta faja se desarrolla la Depresión Intermedia. Estas particularidades hacen que el terreno plano sea escaso en relación al total de la superficie del territorio, alcanzando aproximadamente un 20% de la superficie total.

La gran longitud del país, a la que se agrega la presencia de las cordilleras señaladas y las corrientes marinas subtropicales y polares, producen la existencia de una gran diversidad de climas a lo largo del territorio, que varían entre clima desértico con precipitaciones anuales menores a 1mm hasta climas templados lluviosos en la zona austral con precipitaciones anuales por sobre 5.000 mm; pasando por climas semiáridos, templado cálido, templado frío, entre otros, como se verá mas adelante en el punto 2.

Figura No. 1. Chile



Fuente: Dirección General de Aguas, 2001.

1.2 Antecedentes socioeconómicos

La población de Chile es de 15,3 millones de habitantes (INE, 2000), distribuida en 13 regiones político-administrativas (Fig. N° 2), y se encuentra dividida en 49% de hombres y 51% de mujeres; el crecimiento que ha tenido la población en los últimos años ha sido decreciente en los últimos años pasando de un 1,7% (1985-1990) a un 1,4% (1995-2000). Asimismo la tasa de natalidad y mortalidad están experimentando una disminución sistemática en los últimos años (ver Fig. N° 3), actualmente alcanzan 18,3 y 5,4 por cada 1000 habitantes respectivamente. La esperanza de vida media es de 74,8 años y se divide en 71,8 años para hombres y 77,7 años para mujeres.

La composición por edad de la población muestra una población joven, con el 90% menos a 60 años y el 30% menor a 15 años, aunque se observa una creciente tasa de envejecimiento especialmente en los grupos de niños. Un factor que es necesario señalar es la desigual distribución espacial de la población donde se observa que la población se concentra en forma importante en la zona central del país (regiones V-Región Metropolitana-VI y VII), además el grado de concentración sigue incrementándose (Tabla N° 1). Además existe una alta concentración de la población en zonas urbanas, para el año 2000 se estima que el 85% de la población será urbana manteniéndose en proporción muy similar el año 2002.

Tabla No. 1
Distribución de la población

ZONA	1982		1992		1999	
	% población	Densidad (hab/km ²)	% Población	Densidad (hab/km ²)	% Población	Densidad (hab/km ²)
Norte (I-II Regiones)	5,4	3,3	5,6	4,1	5,7	4,6
Centro Norte (III y IV Regiones)	5,3	5,2	5,5	6,4	5,6	7,2
Centro Sur (V-RM-VI y VII Regiones)	60,4	87,2	61,2	104,2	61,5	117,8
Sur (VII, IX y X Regiones)	27,1	22,6	26,0	25,5	25,5	28,2
Austral (XI y XII Regiones)	1,8	0,8	1,7	0,9	1,7	1,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 2001.

Cabe mencionar que, en la zona centro dos de las principales áreas urbanas (Santiago y Valparaíso) concentran del orden del 40% de la población total; es necesario señalar que el crecimiento en dichas zonas está disminuyendo significativamente de 2,6 % (1970-1982) a 1,7 % (1982-1992). En la Tabla no. 2, se presenta la situación de distribución de la población por tamaño de ciudades y su tasa de crecimiento.

Figure No. 2. Regiones político-administrativas

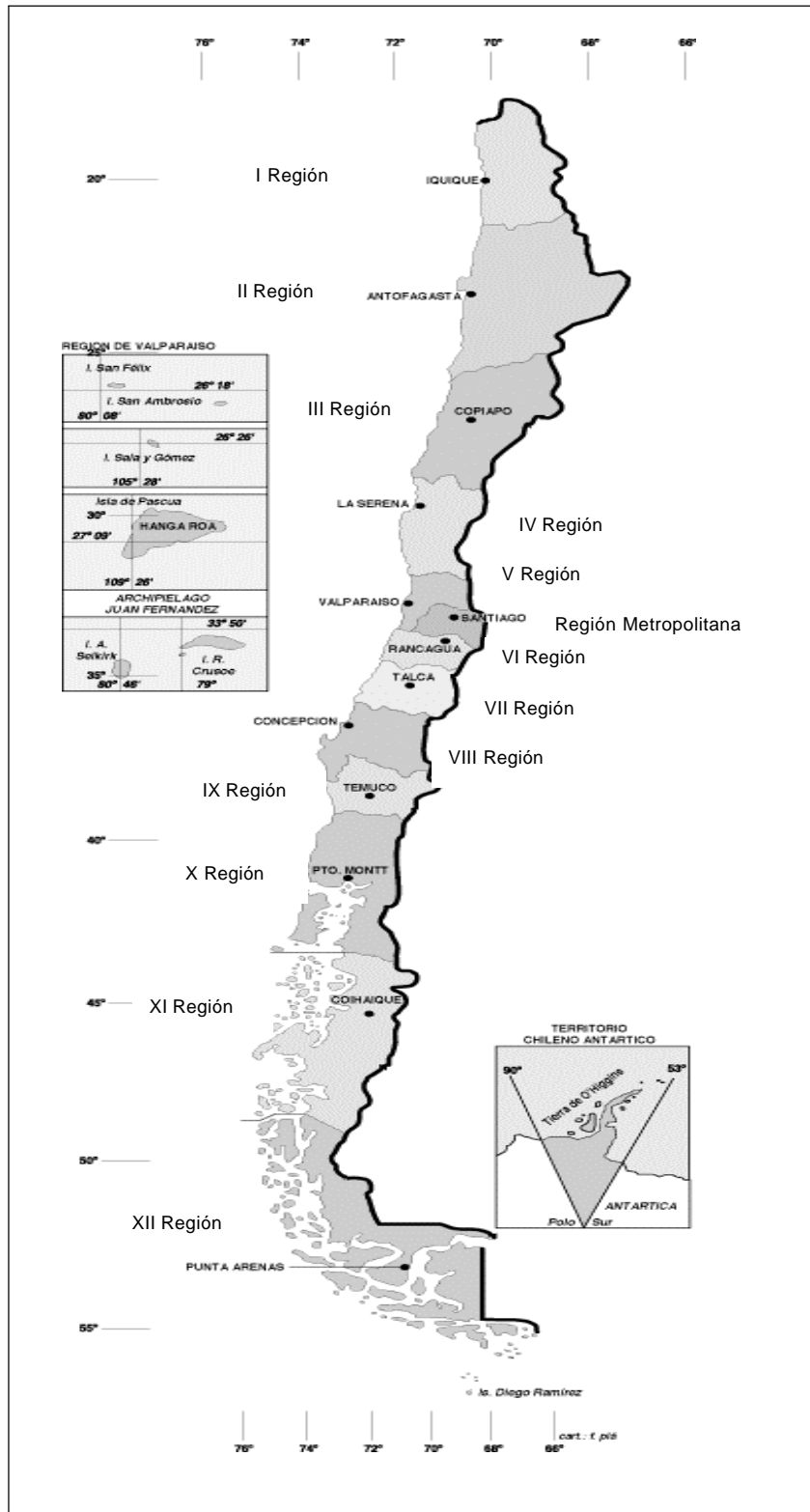
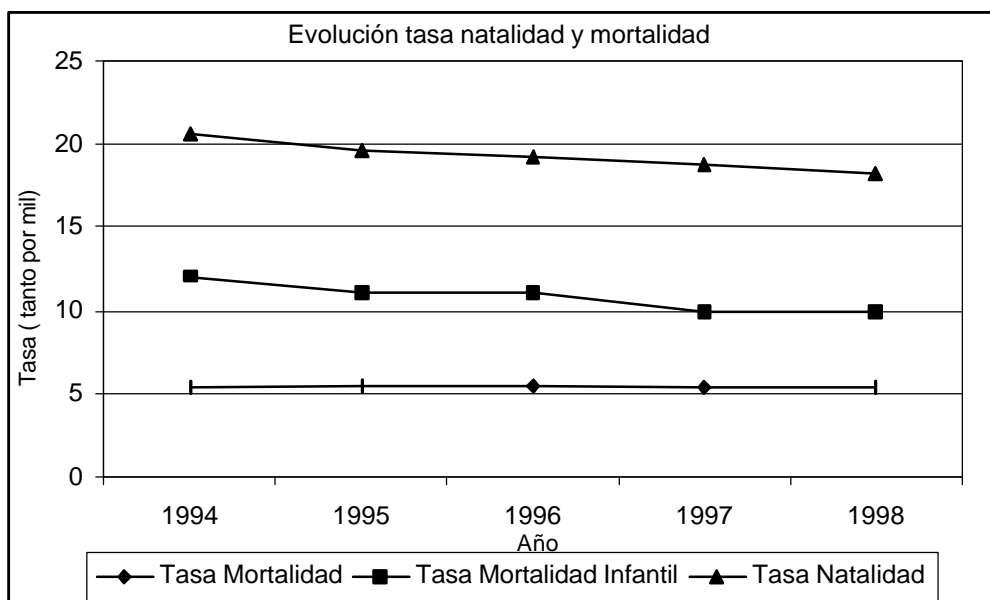


Figura No. 3



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, 2001.

Tabla No. 2
Distribución población según tamaño ciudades

	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL (%)			TASA CRECIMIENTO (%)	
	1970	1982	1992	1970-82	1982-92
Ciudades de más de 20.000 hab.	62,5	68,6	72,2	2,8	2,2
Ciudades de más de 100.000 hab.	46,0	56,0	60,7	3,7	2,5
Áreas Metropolitana de Santiago y Valparaíso	38,3	41,1	40,7	2,6	1,7

Fuente: Informe país, 1999.

En relación con el nivel educacional la escolaridad de la población activa (mayor de 15 años) alcanza a 9,93 años, con 9,58 años para hombres y 10,63 años para mujeres. La cobertura de educación básica se ha incrementado de 93,3% en 1970 a 96,1% en 1998; para la educación media, en términos de población total, pasa de 49,7% en 1970 a 86,9% en 1998. El porcentaje de analfabetismo se ha reducido de 6,3% en 1990 a un 4,6% en 1998. Para la población escolar el porcentaje de abandono en el ámbito de educación básica alcanza a 1,5%; para la educación media sube el 5%. En el ámbito rural el porcentaje de abandono es superior principalmente para la enseñanza media, debido a que los jóvenes alcanzan una edad en la cual resulta casi obligatorio trabajar, situación que se da con mayor fuerza en familias de ingreso bajos. En el campo laboral cabe destacar el incremento de la participación femenina, pasando de 25,4 % de la fuerza laboral en 1990 a 31,4% para el año 2000.

En el plano económico a partir de los años 90, Chile ha tenido un crecimiento importante, el producto interno bruto (PIB) ha crecido casi 240% entre 1986 y 1998, esto representa una tasa de

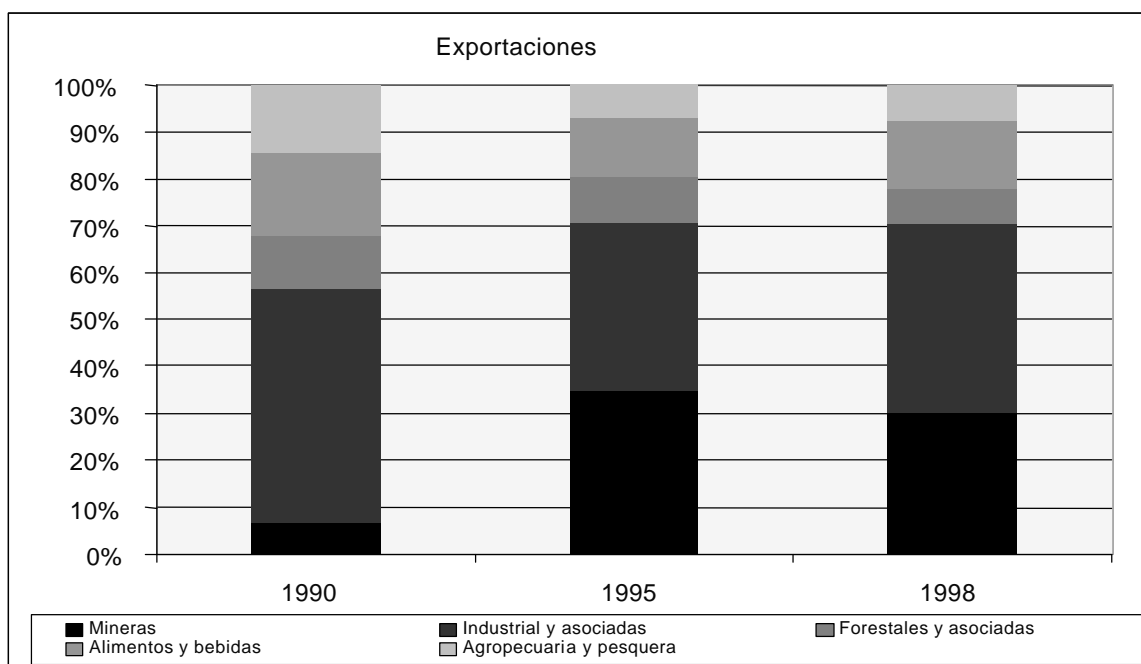
crecimiento promedio de 7,5%. La economía con una clara orientación de mercado tiene un fuerte acento en la exportación basada principalmente en recursos naturales; las exportaciones de recursos naturales (materias primas) o derivados directos se han casi duplicado entre 1990 y 1998. Cabe señalar que también las exportaciones del rubro industrial y alimentario han tenido un incremento significativo; sin embargo en términos relativos el desarrollo minero es el que ha experimentado un mayor desarrollo. (Tabla no. 3, y Figura no. 4).

Tabla No. 3
Exportaciones bienes (US \$ Millones)

	1990	1995	1998
Mineras	4.640	7.850	6.504
Industrial y asociadas	3.442	8.101	8.699
Forestales y asociadas	794	2.227	1.704
Alimentos y bebidas	1.241	2.837	3.096
Agropecuaria y pesquera	995	1.566	1.596

Fuente: Universidad de Chile, 1999.

Figura No. 4



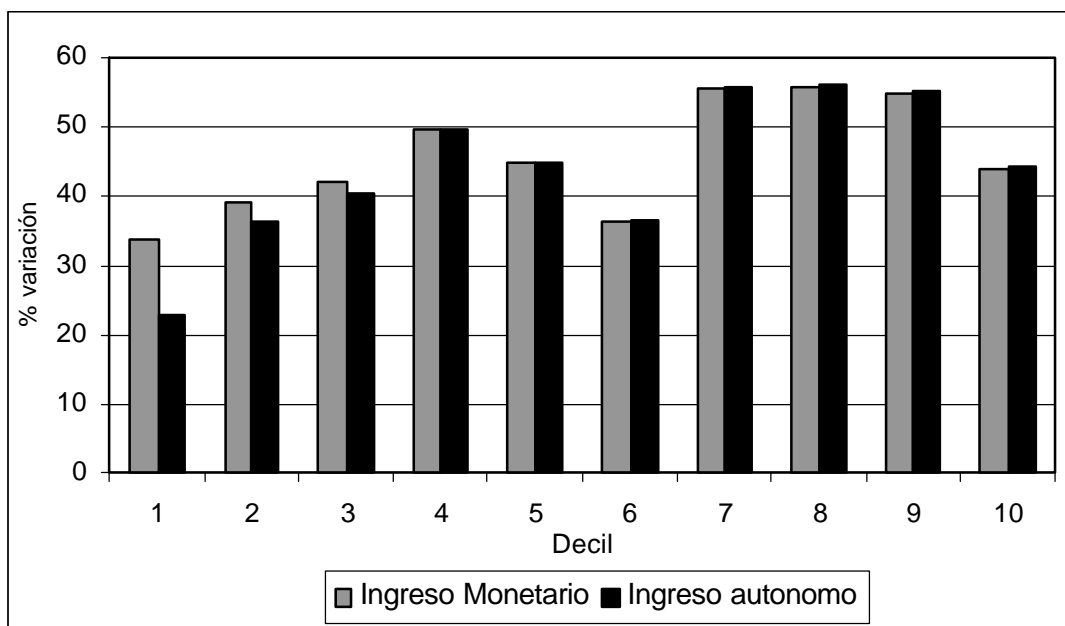
Fuente: Sociedad de fomento fabril, 2001.

El alto crecimiento del país ha permitido reducir los niveles de pobreza desde un 38% en 1990 a 22% en 1998; así también el consumo privado se ha incrementado un 76% entre 1989 y 1996. El ingreso *per capita* ha crecido últimamente en forma apreciable pasando del orden de 2.850 US\$/hab/año en 1990 a alrededor de 5.000 US\$/hab/año en 1998 (World Bank, 1995 y 1998). El incremento del nivel de ingreso puede apreciarse al observar la evolución del ingreso autónomo e

ingreso monetario¹, el cual en promedio nacional ha crecido un 47,2%, observándose que los menores crecimientos se dan en los tres primeros deciles (Figura No. 5)

No obstante lo anterior, el país mantiene una distribución del ingreso, que no ha variado significativamente en los últimos treinta años. De hecho el ingreso autónomo de los hogares entre 1990 y 1998 muestra una alta concentración, en efecto, el ingreso captado por el 20% mas rico supera en alrededor de 14 veces aquel captado por el 20% mas pobre (esta comparación se denomina la razón 20/20); a su vez el ingreso percibido por el 10% mas rico triplica el ingreso percibido por el 40% mas pobre (razón 10/40). (Figura No. 6). Asimismo la distribución del ingreso muestra que sobre el 55% se concentra en los deciles 9 y 10; de esto mas del 40% está concentrando en el último decil (Figura No. 7).

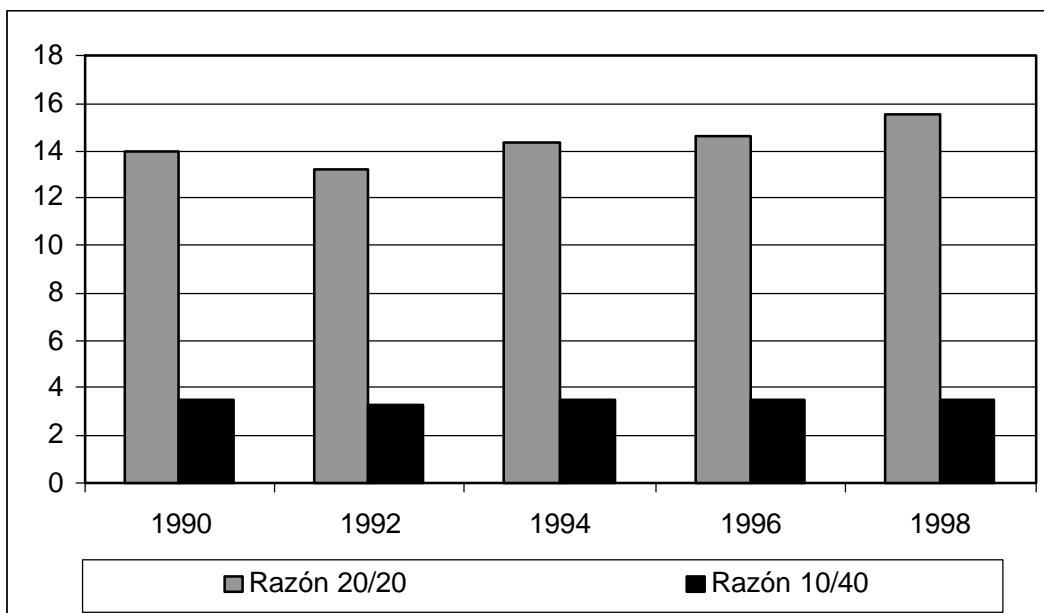
Figura No. 5 . Evolución del ingreso de los hogares según decil entre 1990 y 1998



Fuente: MIDEPLAN, 1999.

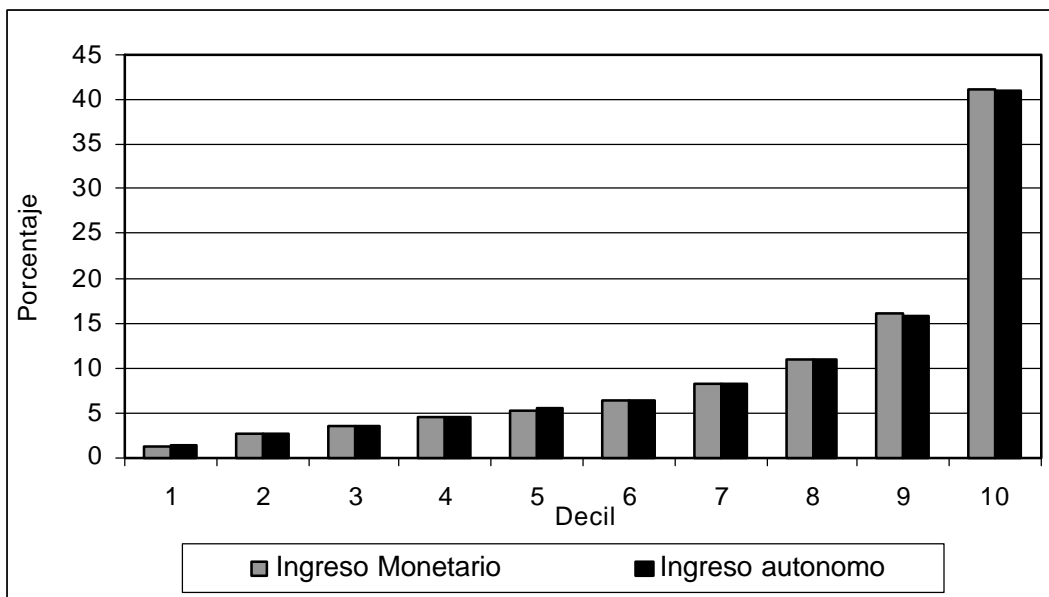
¹ Ingreso autónomo corresponde a los ingresos provenientes de factores productivos (salarios, pensiones, rentas, utilidades, etc). El ingreso monetario corresponde al autónomo mas transferencias realizadas por el sector público (pensiones asistenciales, subsidios únicos familiares, asignaciones familiares)

Figura No. 6. Distribución ingreso autónomo en los hogares



Fuente: MIDEPLAN, 1999.

Figura No. 7. Distribución del ingreso por hogares según decil en el año 1998



Fuente: MIDEPLAN, 1999.

2.- RECURSOS HIDRICOS

Chile en su extendido desarrollo presenta una diversidad de climas, rasgos morfológicos y de características litológicas, que determina también distintos comportamientos con respecto a la hidrología. Sin embargo, similitudes en los caudales y en los regímenes de escurrimiento; el tipo de red de drenaje y situación en las cuencas con respecto a las unidades morfológicas fundamentales o de base de equilibrio, permiten agruparlas y definir zonas más o menos homogéneas.

La primera zona la forma el Norte Árido, con ríos de régimen esporádico que comprende las regiones I de Tarapacá y II de Antofagasta y la parte nororiental de la región III de Atacama. La característica fundamental de esta zona es su extrema aridez. Las cuencas, condicionadas por el relieve y por la escasa cantidad de precipitación que reciben, se agrupan en tres tipos: (a) sistemas exorreicos con escurrimiento permanentes o esporádicos; (b) sistemas endorreicos emplazados principalmente en la meseta altiplánica, algunos de ellos de carácter transfronterizo y; c) sistema de cuencas inactivas o arreas, que existe exclusivamente en esta parte del país.

En la zona árida del norte del país, donde impera el desierto más absoluto, con precipitaciones que no alcanzan a 10 mm anuales, los escurrimientos sólo dependen de las precipitaciones que se presentan en la parte alta oriental denominada meseta altiplánica. Los ríos presentan la mayor parte del año caudales reducidos o esporádicos y sólo en verano, cuando las precipitaciones en el altiplano, son importantes, ocurren crecidas, que a veces adquieren carácter de catástrofe.

Hacia el sur sigue la Zona Semiárida, es la llamada zonas de los “Valles Transversales” comprende las regiones III de Atacama, IV de Coquimbo y V de Valparaíso, hasta el cordón de Chacabuco, límite entre la V y Región Metropolitana. Se caracteriza por ríos de tipo torrencial con alta pendiente donde ha desaparecido el relieve altiplánico y donde los ríos de cabecera en la alta cordillera tienen régimen permanente. Estos ríos una vez formados toman la dirección este-oeste condicionadas por la tectónica local. La cantidad de precipitaciones y su dispersión en el tiempo permiten definir un clima semiárido con lluvias centradas en los meses de invierno.

En esta zona el anticiclón del Pacífico es determinante para que prevalezcan o no precipitaciones. Lluvias de mayor importancia se producen una vez cada tres o cuatro años, provocando ascensos de escurrimientos medios de los principales ríos y también significativos caudales en verano, en el caso de importante acumulación nival debido a un invierno húmedo.

Las precipitaciones hasta una elevación entre 2.500 y 3.000 msnm se manifiestan en forma de lluvias, en la parte más alta se presentan en forma de nieve, de manera que los ríos de esta zona semiárida presentan regímenes mixtos, donde la importancia de la componente pluvial respecto de la nival depende de la proporción de la superficie de la cuenca que se localiza a mayores elevaciones. La existencia de embalses subterráneos en esta zona tienen relación, con los rellenos fluviales de la caja de los ríos, a diferencia de lo que ocurría más al norte, donde estos embalses corresponden a cuencas endorreicas con rellenos aluvionales profundos.

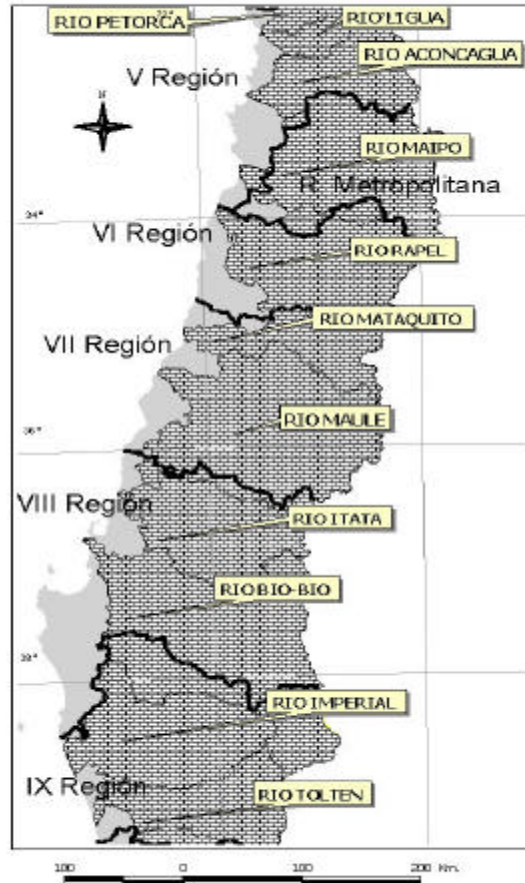
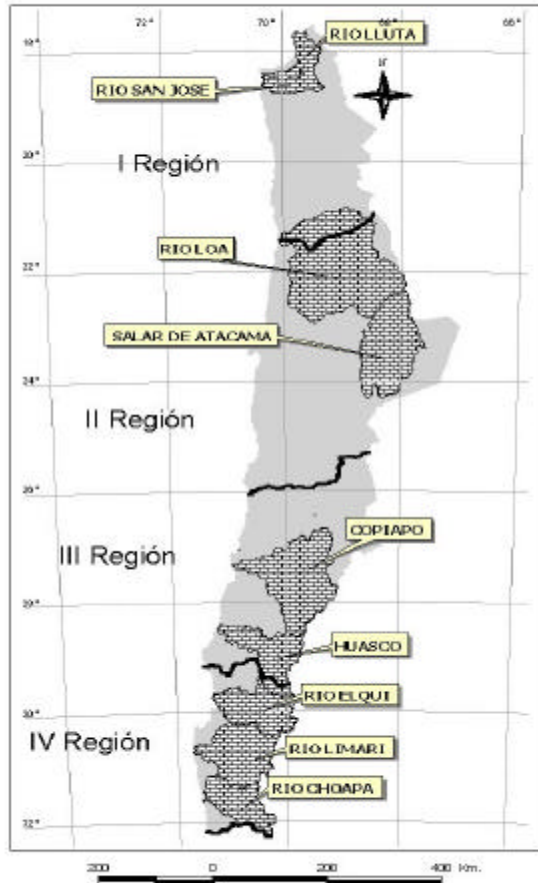
Estos ríos presentan mayores caudales en una sucesión norte a sur con un aumento de las precipitaciones de 25 mm en Copiapó (III Región) a 250 mm en Aconcagua (V Región). Los ríos principales de esta zona son de norte a sur el Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Petorca, La Ligua y Aconcagua.

Más al sur se ubica la Zona Central de Chile definida por su relieve tripartito, en el cual la unidad principal es la depresión intermedia, también denominado valle central. En esta zona se concentra la mayor población y producción agropecuaria del país.

Desde el punto de vista hidrológico se distinguen dos subzonas: Centro-Norte con ríos en torrente de régimen mixto y otra Centro-Sur de ríos tranquilos con regulación lacustre. La subzona Centro Norte se inicia en el cordón de Chacabuco por el norte e incluyendo la hoya del río Bío Bío en el sur, considerada área de transición. La subzona Centro Sur se extiende hasta el canal Chacao y el seno y estuario Reloncaví. Los ríos principales de la zona central son el Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Bío Bío, Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín y sus afluentes. La primera subzona presenta un clima mediterráneo con lluvias de mayor concentración en los meses de invierno, en tanto que en la del sur aumenta considerablemente la precipitación anual y su distribución en los meses del año es más uniforme. En esta última por la mayor disponibilidad de agua, la vegetación es más diversa apareciendo los bosques húmedos y de carácter frío que son típicos de esta subzona.

Siguiendo hacia el sur se localiza la zona austral o Patagonia Chilena. En su hidrografía debe diferenciarse un sector archipelágico ubicado en la zona costera y constituido por una gran cantidad de pequeñas islas escasamente pobladas a excepción de la Isla Grande de Chiloé, este sistema de caracteriza por precipitaciones anuales sobre 3.000 mm con una distribución bastante homogénea y con abundante vegetación. El sector continental ubicado en la parte norte presenta ríos que en su mayoría tienen su nacimiento en la faja subandina oriental Pacífico, presenta caudales altos, regímenes principalmente pluviales y escurrimientos relativamente tranquilos. El sector sur de esta zona se caracteriza por la existencia de grandes campos de hielo en los cuales se generan glaciares de valle que alimentan a los ríos interiores o corrientes de corta longitud que desembocan directamente en el Océano Pacífico. Por último en el extremo sur cabe distinguir la isla Grande de Tierra del Fuego e islas adyacentes como un sistema independiente debido a su localización, dentro de este sector se aprecia una diferenciación norte-sur (Figura No. 8).

Cuencas Principales de Chile



2.1 Balance Hídrico

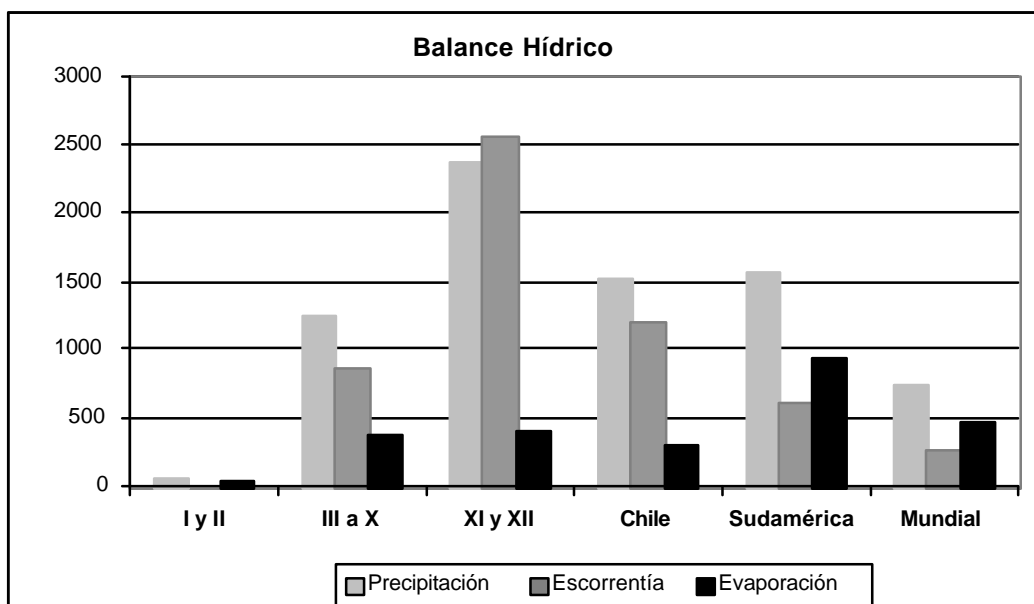
A través de valores medios de precipitación, escorrentía y evaporación se puede apreciar un fuerte gradiente norte-sur en la disponibilidad del recurso. Considerando en forma separada las regiones extremas se observa en la Tabla No. 4 y Figura No. 9 la fuerte diferenciación existente.

Tabla No. 4
Balance Hídrico Anual en Régimen Natural

MACRO ZONA	Precipitación		Escorrentía		Evaporación	
	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm	m ³ /s	mm
I y II Región	340	59	21	3,6	319	55.3
III a X Región	13.120	1.246	9.130	867	3.990	379
XI a XII Región	23.490	2.363	20.260	2.555	3230	408
Chile continental	36.950	1.522	29.411	1.211	7.539	311
Sudamérica	888x10 ³	1.564	351x10 ³	618	537x10 ³	946
Mundial	3.522x10 ³	746	2.226x10 ³	266	2.266X10 ³	480

Fuente: Dirección General de Aguas, 1987.

Figura No. 9



Fuente: Dirección General de Aguas, 1987.

Un análisis general indica lo siguiente:

La precipitación media nacional (1.522 mm/año) es sustancialmente mayor al promedio mundial (746 mm/año) y muy similar al de Sudamérica. (1.564 mm/año). Este valor promedio, sin embargo, surge de valores con gran variación, por ejemplo en el caso de la I y II Región (59 mm/año) y entre la III a X Región (1.246 mm/año) y XI y XII Región de (2.963 mm/año).

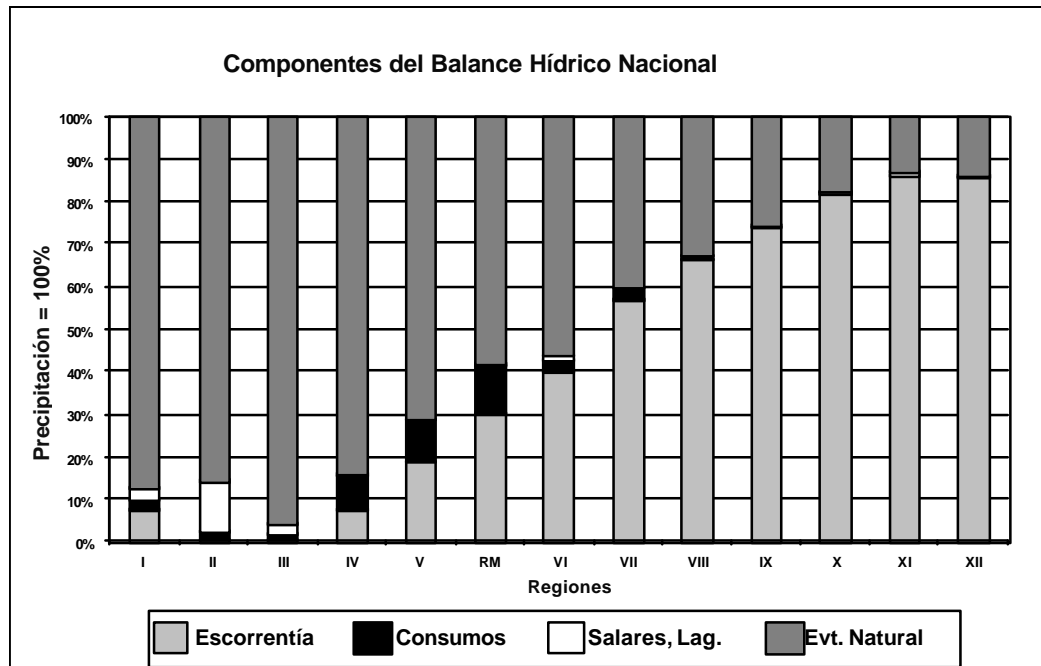
La escorrentía que se genera en el territorio nacional en régimen natural se estima en 29.411 m³/s. de los cuales 20.260 m³/s. corresponden a la XI y XII Región y 9.130 m³/s a la zona comprendida entre la III y IX Región. Interesa señalar que una proporción muy elevada de la escorrentía de la XI y X Región se origina en lugares con mínimas posibilidades de aprovechamiento (islas y pequeñas cuencas con vertiente occidental que nacen en la Cordillera de Los Andes).

Las pérdidas totales por evaporación y evapotranspiración estimadas (311 mm/año) aparecen como pequeñas en magnitud si se las compara con los valores a nivel sudamericano y mundial (946 y 480 mm/año). Este hecho aparentemente sorprendente, se debe a las condiciones de clima templado o frío que predomina en extensas zonas del país.

La evaporación desde salares y lagos en las regiones I, II y III del norte del país es muy importante; en términos de que su caudal es comparable, e incluso superior, a la escorrentía.

En la Fig. N° 10 se presenta una relación de los componentes del balance hídrico para cada región del país

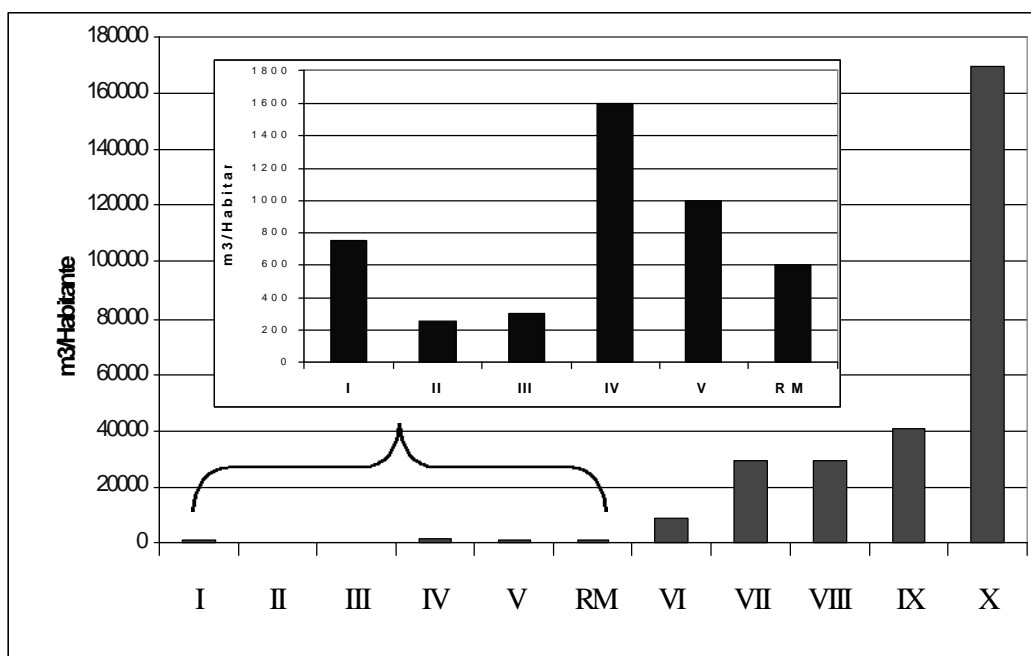
Figura No. 10



Fuente: Dirección General de Aguas, 1987.

En términos de la disponibilidad del recurso hídrico para la población ($\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$) se observa una gran variabilidad (Figure No. 11). Desde la Región Metropolitana (RM) al norte la disponibilidad per cápita no supera los $1.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$ e incluso alcanza en algunas regiones valores inferiores a $500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$ (ver recuadro de Fig. N° 11), cifras que corresponden a restricciones significativas para el desarrollo. En la mitad sur del país la situación cambia significativamente, observándose dentro de la zona central valores entre 10.000 y $40.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$; hacia la zona austral (XI y XII Regiones) la disponibilidad crece fuertemente alcanzando valores que superan largamente los $800.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$

Figura No. 11
Disponibilidad per capita por Regiones Administrativas

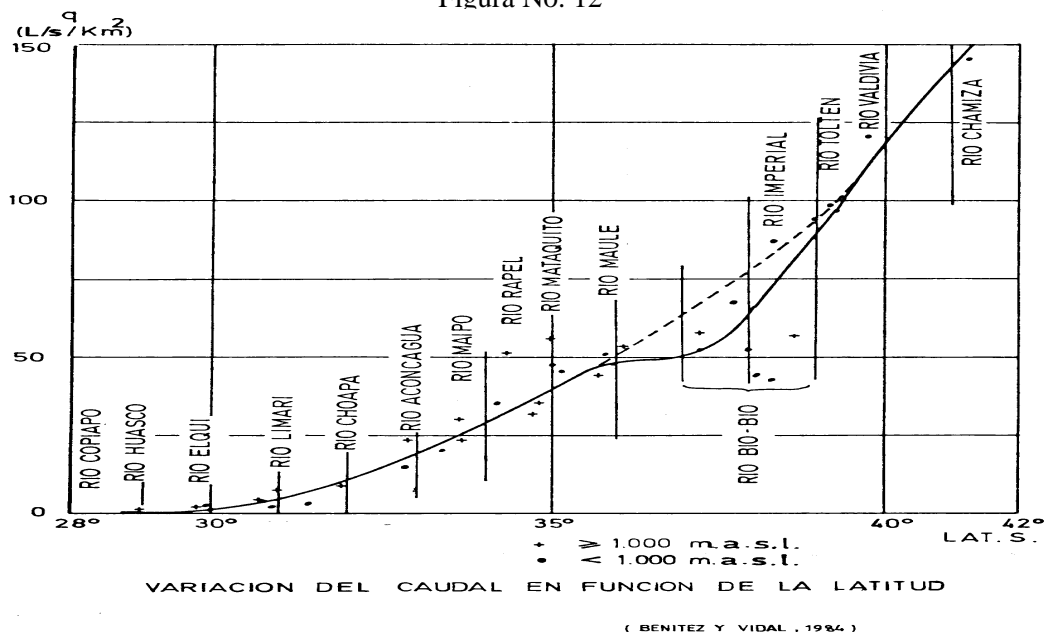


Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

2.3 Caudales

El clima con sus elementos más importantes –temperaturas, precipitaciones y vientos- son determinantes en el comportamiento hidrológico de los escurrimientos superficiales. Como se ha mencionado la alta variabilidad existente determina la localización de las actividades y la población, dicha variabilidad, expresada en términos de caudal específico ($l/s/\text{km}^2$) muestra un claro crecimiento latitudinal a partir de la III Región (río Copiapó) como se puede observar en la Figura No. 12.

Figura No. 12



A lo largo del país, para distintas cuencas se puede apreciar (Tabla No. 5) los caudales medios disponibles así como también los caudales sobrantes que alcanzan el océano (Peña, 1993).

Tabla No. 5
Caudales en sistemas hídricos (m³/s)

Región	Cuenca	Caudal medio entrada (m ³ /s)	Caudal medio salida (m ³ /s)	Caudal mínimo diario salida (m ³ /s)
I	Río Lluta	2,3	1,4	0,09
I	Río San José	1,5	0,0	0,0
I	Pampa Tamarugal	1,0	0,0	0,0
II	Río Loa	2,8	0,6	0,04
III	Río Copiapó	2,9	0,1	0,04
III	Río Huasco	3,5	1,7	0,30
IV	Río Elqui	8,1	1,0	0,15
IV	Río Limarí	15,1	7,5	0,00
IV	Río Choapa	13,2	12,8	0,00
IV	Río Aconcagua	38,0	30,0	0,00
Reg. Metropol.	Río Maipo	116,0	100,0	1,00
VI	Río Rapel	130,0	174,0	1,00
VII	Río Maule	257,0	569,0	58,0
VIII	Río Bío Bío	639,0	1.000,0	120,0

Fuente: Peña, 1993.

De lo anterior se concluye que las cuencas ubicadas desde el río Elqui al norte presentan caudales sobrantes medios muy reducidos. Situación que se agrava en situaciones de gran escasez (sequías) donde los caudales sobrantes se hacen prácticamente nulos hasta la cuenca del río Rapel. Cabe mencionar algunas situaciones anómalas en la zona del Norte Grande (ríos Lluta y Loa) donde las condiciones de mala calidad del agua limitan su mayor aprovechamiento.

Por otra parte el caso de las cuencas de los ríos Choapa y Aconcagua, donde los afluentes son similares a los sobrantes puede explicarse por la falta de obras de regulación; considerando que en esta zona el aporte pluvial invernal es significativo respecto de las cuencas ubicadas más hacia el norte. Hacia el sur del río Aconcagua el incremento de la pluviosidad otorga mayor respaldo hidrológico a los caudales de entrada y también a la parte baja de la cuenca generando caudales salientes o sobrantes del mismo orden de magnitud y crecientes en la medida que se avanza hacia el sur.

Considerando la intensidad de uso a través de la razón (población/caudal afluente) se advierte que desde la Región Metropolitana al norte los valores resultan significativamente elevados, incluso al compararlos con países desarrollados como España y Francia (Tabla No. 6).

De la misma forma al considerar la superficie de riego por unidad de caudal también presenta valores elevados, aunque no se aprecia una diferenciación norte-sur tan marcada.

Tabla No. 6
Indices de utilización del recurso hídrico

Región	Cuenca	Índice Intensidad	
		Población (hab/l/s)	Riego (Há/l/s)
I	Río San José	97	2,67
II	Río Loa	118	0,51
III	Río Copiapó	29	2,73
	Río Huasco	17	1,94
IV	Río Elqui	28	1,86
	Río Limarí	8	2,72
	Río Choapa	4	1,18
V	Río Aconcagua	28	1,50
Región Metropolitana	Río Maipo	38	1,72
VI	Río Rapel	5	1,08
VII	Río Mataquito	1,4	0,50
	Río Maule	2,0	1,11
VIII	Río Itata	1,6	0,40
	Río Bío Bío	2,0	0,30
Otros Países	Francia	7,2	0,12
	España	9,4	0,73

Fuente: Peña, 1993.

Por otra parte cabe consignar que los lagos se constituyen en una importante reserva hídrica en Chile, dichos lagos se ubican en su mayoría en la zona sur del país, entre las regiones IX y XII (Tabla No. 7). En general presentan calidades muy buenas y son un importante regulador de los flujos en las cuencas principales de dicha zona. Existen alrededor de 375 lagos a lo largo del país con tamaños muy variables (Figura No. 13)

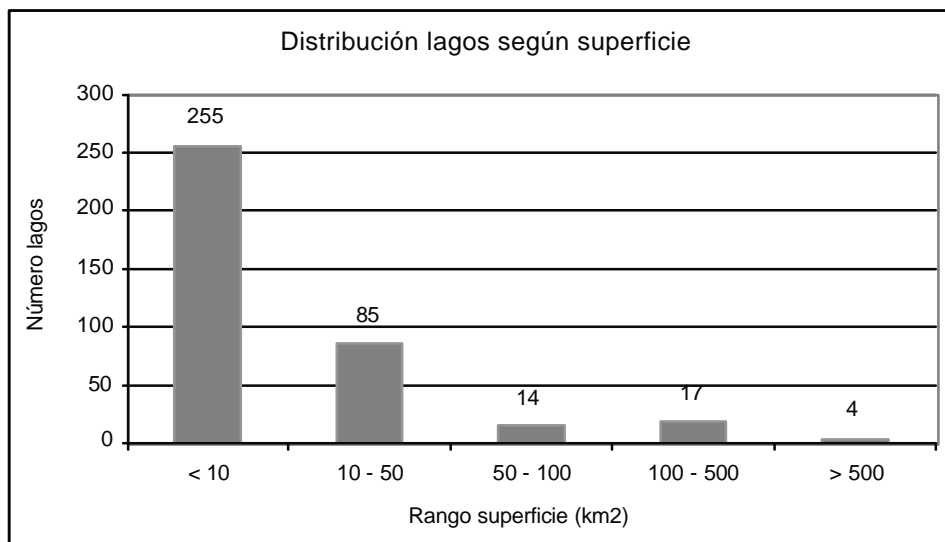
Tabla No. 7

Distribución de lagos según regiones

Región	Nº de Lagos	Superficie total (km ²)
I	7	46
II	6	25
III	8	62
IV	6	45
V	7	18
VI	5	90
VII	8	105
VIII	7	201
IX	8	379
X	52	2.850
XI	124	4.748
XII	130	2.595
Reg. Metropol.	7	28
TOTAL	375	11.191

Fuente: Salazar y Soto, 1999.

Figura No. 13



Fuente: Salazar y Soto, 1999.

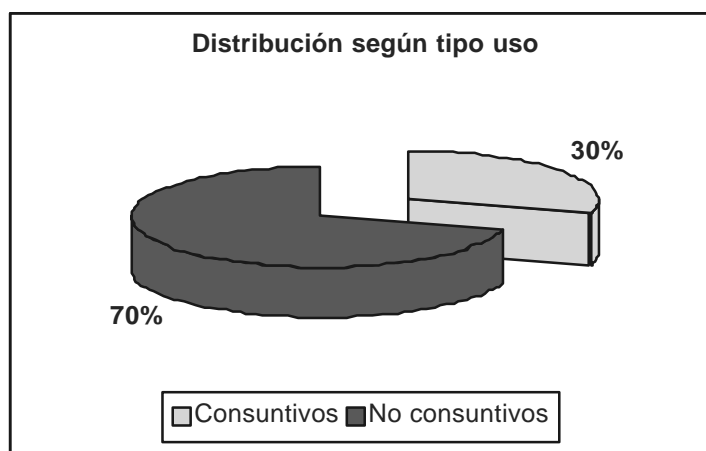
3.- USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

3.1 Marco general

Como se ha señalado anteriormente la división regional (13 regiones) se agrupa de modo de establecer macro zonas, considerando características relativamente similares desde el punto de vista climático, geográfico y demográfico. Estas zonas corresponden a zona norte árido (I y II Regiones); zona semiárida, (III y IV Regiones); zona central (Región Metropolitana, V, VI y VII Regiones); zona centro sur (VIII, IX y X Regiones); y zona austral (XI y XII Regiones).

En primer lugar a nivel nacional el uso del agua totaliza del orden de 2.300 m³/s., de los cuales un 30% corresponde a usos consuntivos; el 70% restante corresponde a usos no consuntivos, estos últimos principalmente hidroeléctricos (Figura No. 14).

Figura No. 14



Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

Las estimaciones futuras, al año 2015 (Tabla No. 8), consideran un fuerte incremento del uso hidroeléctrico, y dentro de los usos consuntivos un importante crecimiento relativo de los usos domésticos, industrial y minero.

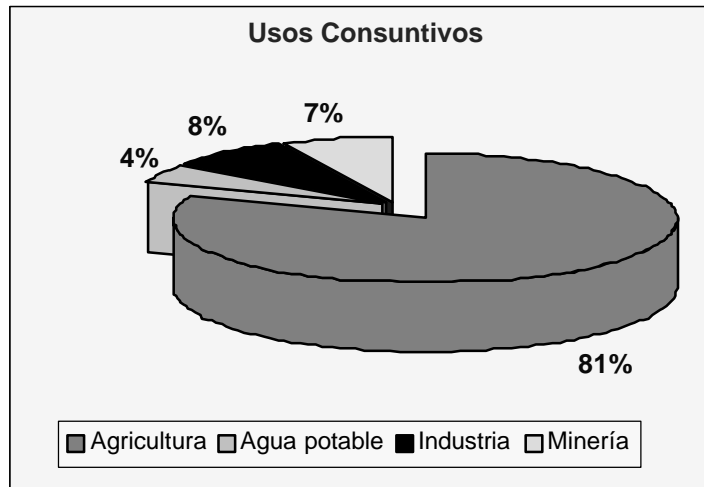
Tabla No. 8
Uso del recurso (m³/s)

	Situación actual	Situación futura
Agricultura	546	680-820
Agua potable	30	50-60
Industria	53	110-130
Minería	46	70-90
Hidroenergía	1.603	10.000-14.000

Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

En relación con los usos consuntivos el riego representa el mayor uso con 80,9%. Los restantes usos son de similar importancia: agua potable (4,4%); industria (7,9%) y minería (6,8%); esto se puede apreciar en la Figura No. 15.

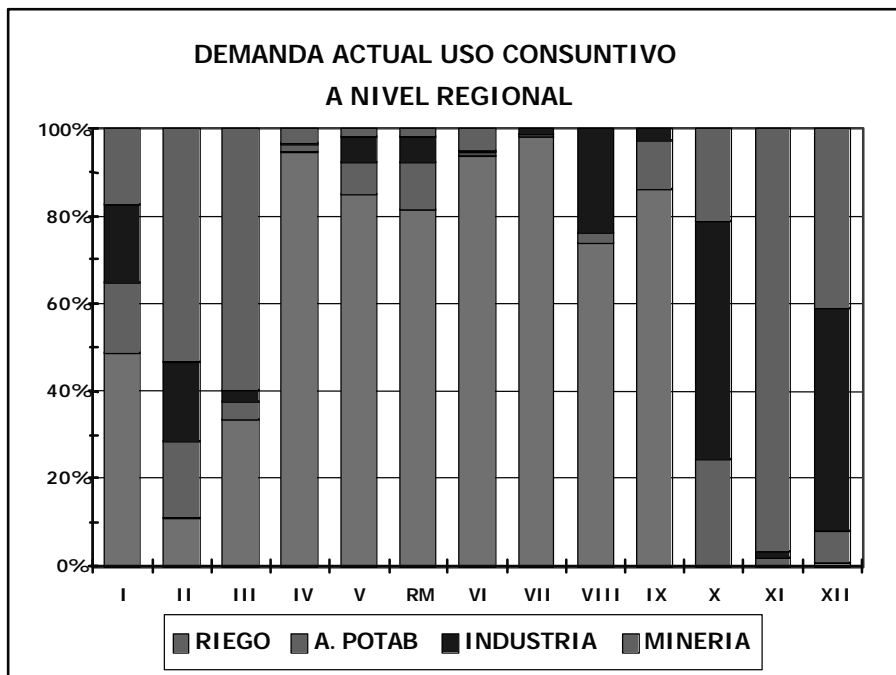
Figura No. 15



Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

En el ámbito de las distintas regiones del país existe una amplia variación, observándose que en las regiones extremas del norte y sur (Regiones I-II, III y XI y XII) el uso minero es el principal; para la zona centro y sur (Regiones IV a IX) el uso para riego es preponderante. (Figura No. 16)

Figura No. 16

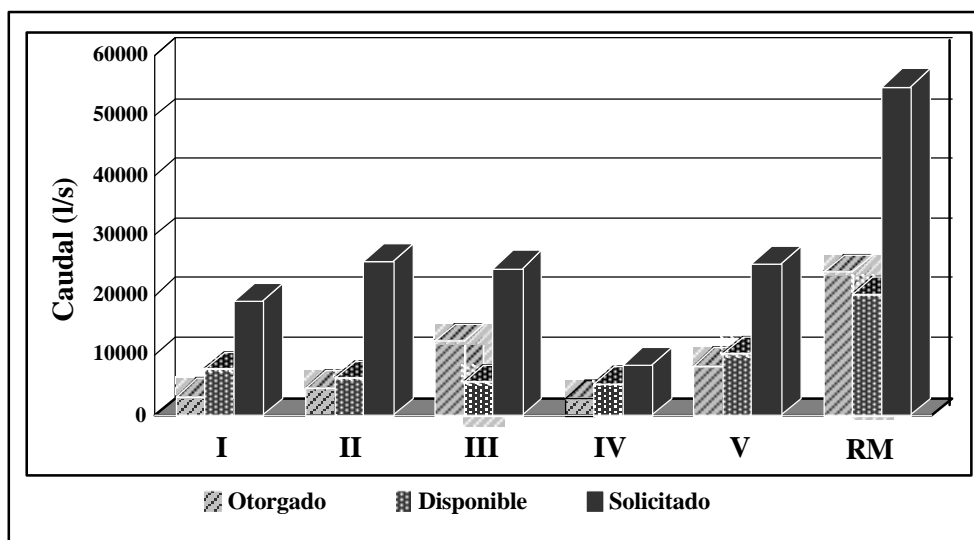


Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

3.1.1 Las aguas subterráneas

Las estimaciones de la utilización efectiva al nivel nacional indican que alcanza a unos 88 m³/s; dentro de esto el 49% se utiliza para irrigación, el 35% para abastecimiento de agua potable y el 16% para fines industriales. Cabe señalar que para los acuíferos que se ubican desde la Región Metropolitana al norte la recarga media estimada alcanza aproximadamente a 55 m³/s. En tanto que los derechos de agua autorizados alcanzan a 107 m³/s. con un uso efectivo del orden de 60 m³/s. Por su parte la demanda actual por nuevos derechos llega a 300 m³/s (Figura No. 17) . El resto del país no tiene información detallada de su potencial de recarga, debido a la menor importancia de las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento.

Figura No. 17
Disponibilidad y demanda de aguas subterráneas



Fuente: Muñoz, 1999.

La situación referida ha motivado que la autoridad competente establezca limitaciones al otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas. Por una parte, en algunos sectores donde la demanda es creciente, se ha alcanzado un estado en el cual los derechos otorgados son de magnitud similar a la recarga media del acuífero; para estos casos la disponibilidad para otorgar nuevos derechos de aguas se encuentra técnicamente copada.

En otros casos en los cuales el nivel de extracción genera efectos medibles y se existen los fundamentos legales se ha procedido a la declaración de zona de prohibición² o de área de restricción³ (Tabla N° 9).

² Zona de prohibición la declara la Dirección General de Aguas, en virtud del artículo N° 63 del Código de Aguas, fundada en la protección del acuífero; cuando se constate, durante un período representativo de la situación hidrológica de largo plazo, para al menos el 50% de las captaciones el descenso en los niveles estáticos o en el rendimiento de ellas; o bien, se haya comprobado la contaminación del acuífero como consecuencia del nivel de explotación existente.

³ La zona de restricción es una figura legal (artículo N° 58 del Código de Aguas) que permite condicionar la explotación de un acuífero cuando existe la presunción de riesgo de descenso generalizado de los niveles que afecte la capacidad productiva de las captaciones, o que exista riesgo de contaminación que perjudique los aprovechamientos existentes. Esto da origen a la posibilidad de constitución de derechos de aguas provisionales sujetos a seguimiento y posibilidad de establecerlos como definitivos si al cabo de 5 años no se detectan efectos adversos significativos en el acuífero. La área de restricción solo la puede solicitar los usuarios, obligándose a organizarse en comunidades de aguas subterráneas una vez acogida la solicitud por la autoridad y efectuada la declaración.

Es posible advertir que desde la Región Metropolitana hacia el norte se localizan las áreas con limitaciones a la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento (Figuras 18 y 19). Sin embargo, cabe agregar que existe un conjunto de áreas (por ejemplo, ríos Lluta, Lauca, Loa, Huasco, Elqui, Aconcagua, Maipo, entre otros) para las cuales tampoco existe libre disponibilidad para otorgar derechos, es decir la disponibilidad aun cuando existe es restringida y se requiere de evaluaciones mas detalladas para determinarla con mayor precisión. Esta situación se extiende un poco más al sur de la Región Metropolitana alcanzando a la cuenca del río Rapel y parte del sector costero de la VI Región.

Tabla No. 9
Areas con limitación para otorgar nuevos derechos de aguas subterráneas

Región	Unidad o sector	Cuenca	Condición
I	Valle de Azapa	Río San José	Zona de prohibición
	Pampa del Tamarugal	Pampa Tamarugal	Disponibilidad copada
	Salar de Llamara	Salar de Llamara	Disponibilidad copada
	Salar de Coposa	Salar de Coposa	Disponibilidad copada
	Salar Sur Viejo	Salar Sur Viejo	Disponibilidad copada
II	Sector de Sierra Gorda	Vert. Occid. II Región	Disponibilidad copada
	Salar de Ascotán	Salar de Ascotán	Disponibilidad copada
	Sector Agua Verde-Taltal	Qda. Taltal	Disponibilidad copada
	Salar de Punta Negra	Salar Punta Negra	Disponibilidad copada
	Sector de Aguas Blancas	Qda. Aguas Blancas	Disponibilidad copada
III	Valle del río Copiapó	Río Copiapó	Zona prohibición para sector medio y alto y Area restricción para sector bajo
IV	Estero Culebrón	Costeras IV Región	Disponibilidad copada
	Estero Lagunillas	Costeras IV Región	Disponibilidad copada
	Sector Cuncumén-Choapa	Río Choapa	Disponibilidad copada
V	Valle del río Petorca	Río Petorca	Area de restricción
	Valle del río Ligua	Río Ligua	Disponibilidad copada
	Valle del estero Casablanca	Estero Casablanca	Disponibilidad copada
	Valle del estero El Membrillo	Costeras V Región	Zona de prohibición
	Valle del estero San Jerónimo	Costeras V Región	Disponibilidad copada
	Valle estero Limache	Río Aconcagua	Disponibilidad copada
	Valle estero Los Litres	Río Aconcagua	Disponibilidad copada
	Valle estero Llay-Llay	Río Aconcagua	Disponibilidad copada
	Valle Aconcagua sector desembocadura	Río Aconcagua	Disponibilidad copada
RM	Subcuenca del río Mapocho	Río Maipo	Disponibilidad copada
	Sector de Chicureo	Río Maipo	Disponibilidad copada
	Sector Santiago Norte	Río Maipo	Disponibilidad copada
	Colina Sur	Río Maipo	Disponibilidad copada
	Colina Inferior	Río Maipo	Disponibilidad copada
	Sector Lampa	Río Maipo	Disponibilidad copada

Fuente: Dirección General de Aguas, 2001.

Figura No. 18

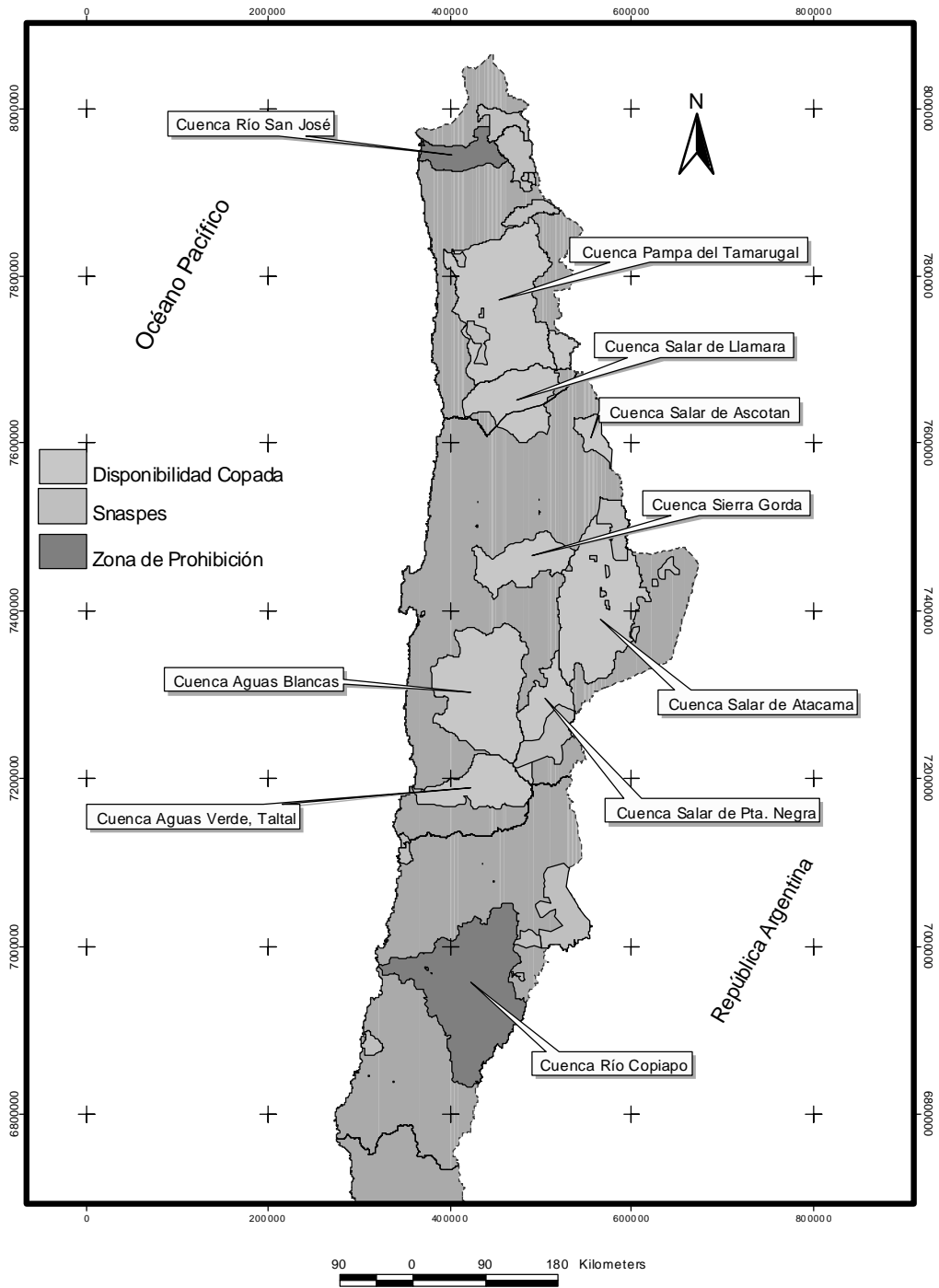
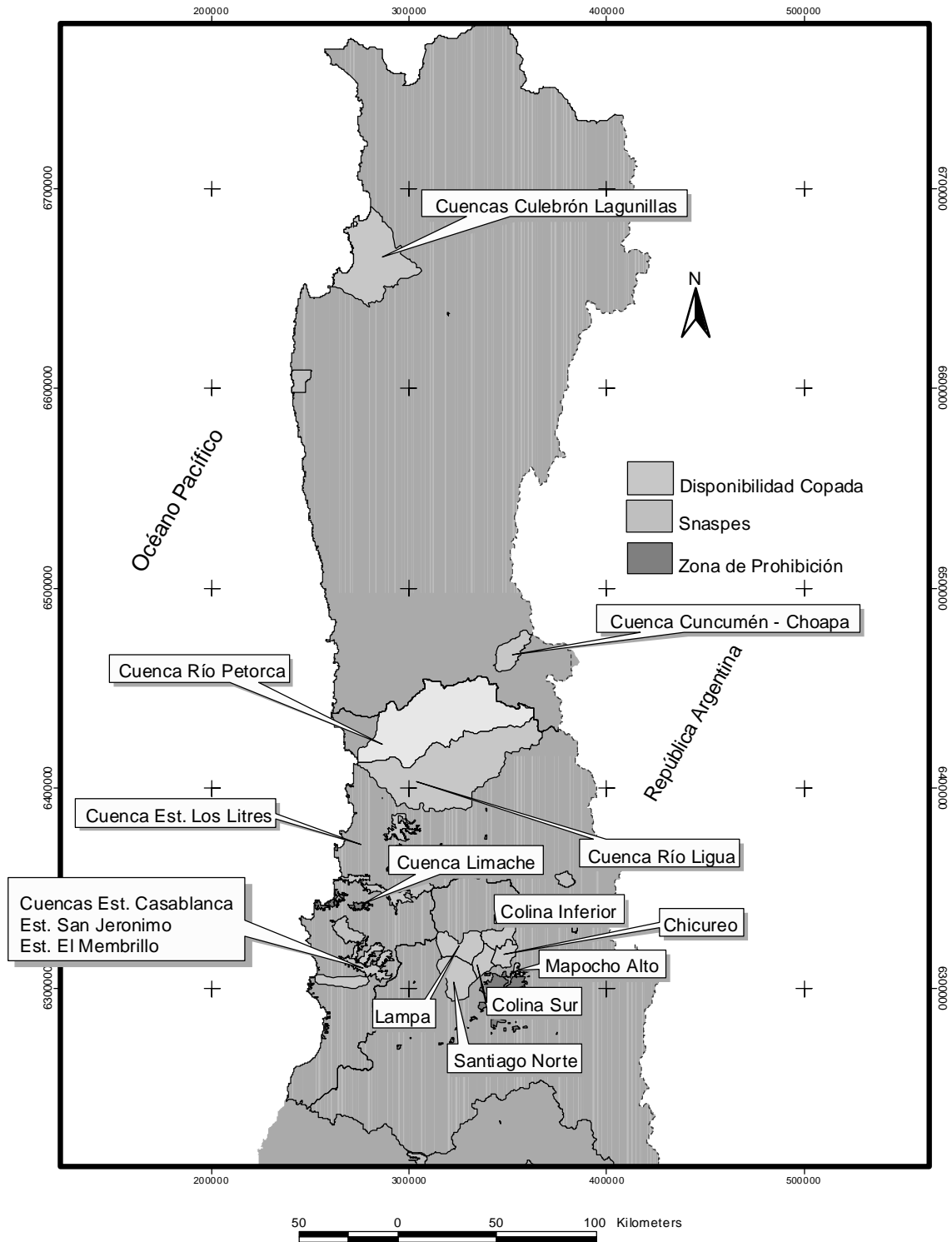


Figura No. 19



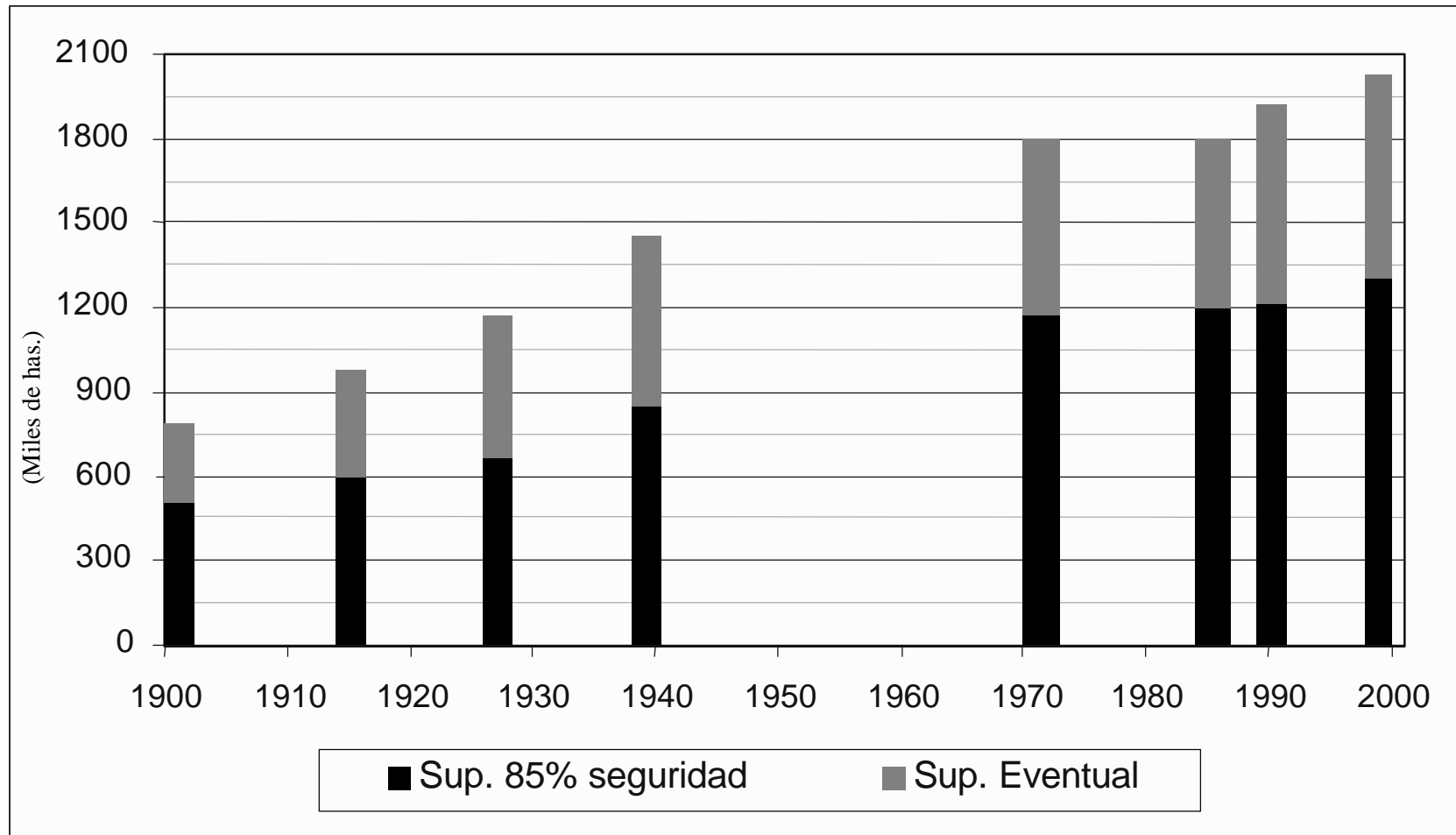
3.2 Uso Agrícola

La agricultura se desarrolla principalmente desde la IX Región hacia el norte; incluyendo alrededor de 2 millones de hectáreas bajo canal, de estas del orden de 1,3 millones de has tienen seguridad de riego. Además, por otra parte, existen otras 700.000 ha. arables de secano con potencial de riego.

Hasta los años 30 el desarrollo de las obras de riego fue producto del esfuerzo del sector privado, no obstante que a partir del año 1914 el Estado comenzó a participar en este sector; dicha participación ha sido creciente hasta el punto que después de seis décadas el Estado pasó a sustituir al sector privado como principal inversionista en materia de riego. Es así como el Estado construyó, entre 1914 y 1973, 70 obras de riego lo que significó incorporar 600.000 ha. de riego.

La superficie regada (seguridad de riego 85%) se incrementado desde 500 mil hectáreas en 1900 a cerca de 1 millón 100 mil hectáreas en 1970, del cual el Estado contribuyó con cerca del 70%; a partir de esta fecha no ha habido un crecimiento significativo de dicha superficie (Figura No. 20).

Figura No. 20
Evolución de la superficie de riego



Fuente: Dirección de Planeamiento, 1990.

3.2.1 Institucionalidad

En el sector de riego o sector agrícola interactúan diversos organismos que pertenecen a tres ministerios: Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección General de Aguas, en el Ministerio de Obras Públicas; Instituto de Desarrollo Agropecuario, Instituto de Investigaciones Agropecuarias; Oficina de Planificación Agrícola, Unidad Asesora de Riego, Comisión Nacional de Riego, en el Ministerio de Agricultura y Ministerio de Planificación y Cooperación.

La normativa legal vigente proviene de un conjunto de normas establecidas en el período comprendido entre 1975 y 1985. En efectos, la Comisión Nacional de Riego, creada por Decreto con Fuerza de Ley (DFL) N° 1.175 del año 1975, implicó un cambio significativo en la estructura imperante en el sector por cuanto se le transfirió la función de planificación general, selección y programación de obras de riego, así como coordinar la labor de las demás organismos que intervienen en el sector riego.

En el año 1981 se dictó el DFL N° 1.123 que establece las normas sobre la ejecución de obras de riego por el Estado, y en 1985 se dicta la ley 18.450 que fija las normas y establece incentivos para el fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje de predios agrícolas. Cabe agregar la dictación del nuevo Código de Aguas, en el año 1981, el que implica un cambio en la concepción existente al establecer el derecho de aguas como un derecho real susceptible de transar y además no establecer prioridad según uso en la asignación de derechos.

En el año 1983, se fija funciones de la Comisión Nacional de riego (CNR), estableciéndose dentro de este esquema que las funciones de los Ministerios de Agricultura, Obras Públicas, Hacienda, Economía y la de aquel entonces Oficina de Planificación (actualmente Ministerio de Planificación y Cooperación) se limitaban a la participación dentro del consejo directivo de la CNR.

En materia de desarrollo del riego en el período 1965-1973 la inversión pública fue del orden de US\$ 57 millones anuales, a partir de 1975 hubo una reducción drástica debido a políticas de control de gasto público y una orientación hacia una menor intervención del Estado, establecida como política de gobierno en dicha época⁴. Como consecuencia ninguna obra mediana o mayor de riego fue construida durante el período 1973-1989 y la superficie de riego se mantuvo sin variación; la inversión en riego en dicho período alcanzó a unos US\$ 15 millones anuales; dicha inversión estuvo destinada principalmente dar término a las obras iniciadas en períodos anteriores y en menor grado a la reparación de sistemas de riego existentes. En la década de los 90 el accionar cambió significativamente, considerando principalmente que las grandes obras hidráulicas no pueden ser abordadas por los usuarios (sector privado) dada la magnitud de la inversión y la dificultad para lograr acuerdo entre todos los beneficiarios para su materialización. Es por esto que se orientó a la construcción de nuevos sistemas, la rehabilitación de obras en mal estado y la incorporación de nuevas áreas de riego. Este enfoque ha permitido disponer de regulación en las principales cuencas de la zona semiárida (ríos Huasco, Elqui, Choapa, Ligua, Aconcagua). Actualmente, se han construido grandes embalses entre los ríos Huasco y Elqui, contemplándose iniciar dentro del año 2000 el desarrollo de una obra de regulación importante en la cuenca del río Choapa.

⁴ “La construcción de obras de regadío será de responsabilidad del sector privado. El Estado sólo financiará obras mayores de regadío cuando su evaluación económica y social demuestre que el beneficio social es mayor que el privado. Sin embargo exigirá del sector privado el financiamiento que corresponda mediante licitaciones anticipadas de, por lo menos, una parte relevante de los derechos de aprovechamiento generados con la obra. La administración de estas obras será de responsabilidad de los usuarios. El sector privado será responsable de la construcción y administración de obras menores de regadío, y asimismo, de su tecnificación”. Programa de Desarrollo del Estado de Chile, 1983-89 (Sector Agricultura. Pag. 45)

Cabe mencionar que el desarrollo de estas obras se ha encontrado con la dificultad de la recuperación de las inversiones realizadas por el Estado, materia que no ha sido posible resolver plenamente principalmente por razones de carácter político. En el futuro se prevé que el desarrollo de obras hidráulicas de envergadura se abordará a través de un sistema de concesiones el cual tiene por objeto incorporar capitales privados, permitiendo liberar recursos públicos para focalizarlos en áreas de mayor urgencia social. El sistema de concesiones se orienta a ofrecer un “negocio” atractivo para el sector privado en términos de rentabilidad de modo que los inversionistas se interesen en financiar la construcción y teniendo a cargo la operación de la obra por un período de tiempo predefinido, en el cual obtengan sus ingresos en función del servicio prestado. Tal como ha operado exitosamente en carreteras, puertos y aeropuertos. En el caso de embalses se ha iniciado el desarrollo de una obra en la IV Región, cuenca del río Choapa.

Detrás de este mecanismo, donde el rol del Estado mantiene su carácter subsidiario, se pretende abrir espacios para desarrollar actividades con rentabilidades atractivas dentro de un marco de seguridad jurídica y transparencia administrativa que permita generar las confianzas para el desarrollo de inversiones cuya recuperación se logra en el largo plazo.

Por otra parte en la década de los 90, a partir de una evaluación de los resultados de la aplicación de la ley 18.450, promulgada en el año 1985, se detectó que el sector campesino había tenido una escasa participación en los beneficios de esta ley. A partir de lo anterior se inició un programa de riego campesino, con el objeto de mejorar la igualdad de oportunidades y disminuir la brecha de productividad, el cual contempló la referida ley de fomento o con financiamiento directo a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario. Los resultados indican que a 1993 se había beneficiado a cerca de 160.000 has.

En efecto, a partir de la evaluación de los resultados, realizada en el período 1986-1996 (Comisión Nacional de Riego, 1999, de la aplicación de la ley de fomento de riego (Ley N° 18.450), se aprecia que ha habido un impacto significativo en el desarrollo del riego en Chile.

Entre los años 1986 y 1996, se realizaron 1.900 proyectos al alero de la citada ley; postulando a mejoramiento de riego 392.000 has y a la incorporación de superficie regada nueva 22.000 has, con una inversión del orden de US\$173 millones, de los cuales el 50,3% corresponde a bonificación estatal. El análisis realizado indicó que del total de proyectos bonificados, existieron proyectos duplicados, otros sin impacto medible y un tercer grupo sin cultivos. De estos últimos debe distinguirse aquellos no cultivados por efecto de la sequía que afectó al país en la época de medición de aquellos que no tenían un destino productivo. De lo anterior se deduce que se había influenciado la producción en 182.000 has donde se registraron impactos positivos, de éstas unas 20.000 has corresponden a incremento de la superficie regada y las restantes a mejoramiento de riego. La inversión asociada a los proyectos con impacto medible alcanzó a US\$ 153 millones.

Otro efecto ha sido la reconversión en el uso de suelo, permitiendo el aumento en la superficie de frutales (15.500 has), hortalizas (7.600 has), vides (4.700 has); también provocó incremento en áreas dedicadas a chacras (3.800 has), cultivos industriales (700 has) y praderas artificiales (600 has). Los usos menos intensivos redujeron su superficie, bajando los cereales (7.500 has) y las praderas naturales (5.800 has).

Por otra parte también ha existido una mejora en la productividad en los cultivos principales, tal como se aprecia en la Tabla No. 9.

Tabla No. 10
Incremento en productividad atribuible a la ley 18.450

Cultivo	Incremento de productividad
Uva de mesa	43%
Manzanos	25%
Paltos (aguacate)	90%
Perales	31%
Vid vinífera	13%
Vid pisquera	10%
Tomates	47%
Lechugas	47%
Maíz	-5%
Porotos (frijoles)	11%
Papas	1%
Trigo	0%
Arroz	16%

Fuente: Comisión Nacional de Riego, 1999.

Todo lo anterior ha implicado entonces una mejora en la producción agropecuaria en cerca de un 200% del cual se estima que del orden del 81% es atribuible a la ley de fomento de riego (Ley N° 18.450). Por otra parte cabe destacar la importancia de la participación campesina, que comenzó en el año 1990, la que alcanza al 30% del incremento global de ingresos netos generados por ésta ley.

3.2.2 Uso e infraestructura

La infraestructura de riego, a través de los estudios de carácter catastral realizados en los últimos 15 años, indican que para el área comprendida entre la I y VIII Regiones alcanzan a cerca de 1 millón de hectáreas manejadas por cerca de 212 mil usuarios, considerando cerca de 12 mil canales, con unas 6.400 captaciones en los cauces naturales. La infraestructura considera 1.180 embalses de regulación de tamaño medio a menor y unos 60 embalses de tamaño mayor, estos embalses de carácter mayor no superan un volumen de 700 millones de m³ (Tabla 11).

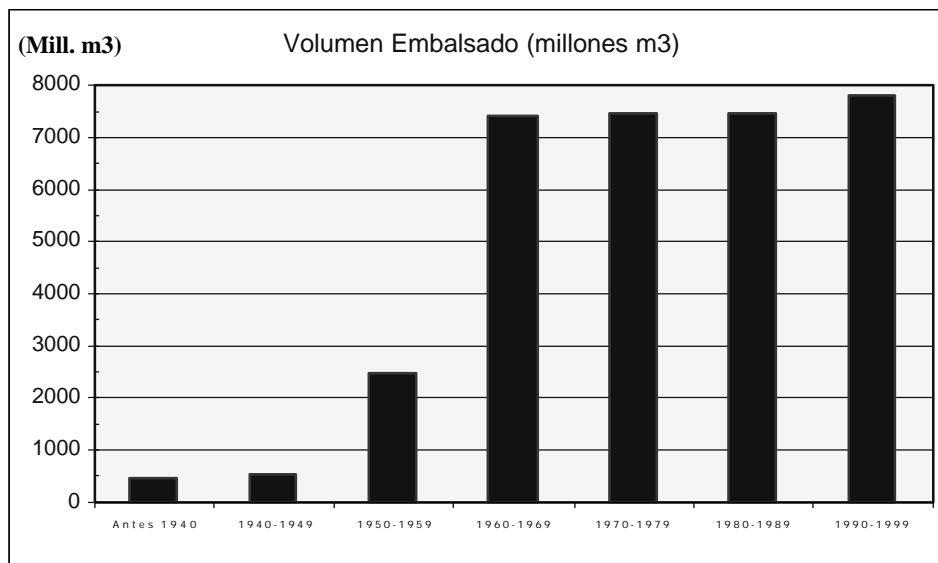
Tabla No. 11
Uso del agua

CUENCA	Area (km ²)	N° Usuarios	Superf. Regada (has)	N° Boca- tomas	Existencia organiz. de usuarios	N° Canales	N° EMBALSES	
							Menores	Mayores
Río Lluta	3.400	259	1.667	47	si	47	1	0
San José	3.010	2.052	2.875	82	si	87	3	0
Q. Vítor	1.660	434	12		no	79	0	0
Q. Camarones	4.760	271	552	63	no	63	0	1
Q. Camiña	2.720	883	1.648	113	no	129	0	0
Pampa Tamarugal	18.400	3.234	391	15	no	164	1	0
Río Loa	33.570	710	1.951	27	si	27	0	1
Río Huasco	9.850	2.754	8.911	333	si	333	0	3
Río Elquí	9.657	5.070	17.906	152	si	152	0	2
Río Limarí	11.760	7.398	23.750	460	si	466	0	3
Río Choapa	8.124	6.599	17.732	294	si	294	0	1
E. Conchalí y Quilimarí		364	1.505	61	no	75	18	2
Petorca	2.040	2.004	5.207		si	107	33	1
La Ligua	1.900	1.406	7.442	44	si	190	46	8
Aconcagua	7.163	10.292	22.703	172	si	1.230	51	3
Maipo	14.600	32.811	99.739	269	si	634	447	14
Rapel	14.177	51.262	215.349	890	si	1.270	334	9
Mataquito	6.190	13.744	104.223	360	si	523	139	1
Maule	20.295	36.072	237.189	1.076	si	1.594	60	10
Itata	11.090	21.444	77.629	1.569	si	2.168	86	3
Bío Bío	24.029	12.815	106.197	1.621	si	2.212	65	3

Fuente: Dirección General de Aguas, 1991.

El volumen embalsado con fines de riego en la primera mitad del siglo 20 no superaba los 500 millones de m³, entre los años 50 y 70 hubo un fuerte impulso lográndose alcanzar un volumen del orden de 7.200 millones de m³, nivel que se ha mantenido relativamente estable hasta inicios de la década de los 90, donde se inició un nuevo programa de construcción de embalses para fines de riego (Figura No. 21).

Figura No. 21



Fuente: Dirección Planeamiento, 1990.

3.3 Uso doméstico

3.3.1 Marco general

La provisión de servicios de agua potable y de recolección y disposición de las aguas servidas, nace en Chile con la creación de la ciudad de Santiago, capital de Chile, en 1541. El trazado de las primeras calles contempló la construcción de canales de riego y acequias de desagüe. A partir de 1578, Santiago comenzó a recibir agua cristalina proveniente de manantiales y vertientes existentes en el sector alto de la ciudad (Tobalaba), lo que tuvo un mejoramiento importante cuando en el año 1763 se construyeron obras para traer aguas de la llamada Quebrada de Rabón (hoy de Ramón) hasta la Plaza Baquedano. Sin embargo, la mayor parte de los habitantes de Santiago consumió principalmente aguas provenientes del Río Mapocho, durante el período de La Colonia y transcurrido medio siglo de la República.

A mediados del siglo XIX se construyeron varias obras como la primera cañería surtidora de agua potable para la ciudad de Valparaíso - 1850, la planta de suministro de agua en Concepción - 1860, la construcción de estanques en La Reina-Santiago - 1865, y la fundación de la "Tarapacá Water Works", para abastecer a la ciudad de Iquique - 1888, los drenes de captación en Vitacura-Santiago, los estanques de 20.000 m³ en Antonio Varas-Santiago - 1894, y la puesta en servicio de la primera etapa del alcantarillado de Santiago.

En 1931 se creó la Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado del Ministerio del Interior, entidad que marcó los primeros pasos en el desarrollo institucional del sector sanitario del país. En 1953, se dio un giro de trascendencia, al refundirse el Departamento de Hidráulica, dependiente del Ministerio de Obras Públicas y la referida Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado, del Ministerio del Interior, para crear la Dirección de Obras Sanitarias (D.O.S.), a la que se asignó por funciones estudiar, proyectar, construir, reparar, conservar, explotar, mejorar y administrar los servicios de agua potable, alcantarillado y desagües que se ejecuten con fondos del Estado o con su aporte.

La creación de la D.O.S. se orientaba a unificar en un solo organismo las funciones relativas al suministro de agua potable y el servicio de alcantarillado, considerando como sus funciones estudiar, proyectar, construir, administrar y supervigilar los sistemas de agua potable y alcantarillado urbanos ejecutados con fondos fiscales Sin embargo, en la práctica dicha entidad compartía sus responsabilidades con otras instituciones, con dependencia de distintos Ministerios:

- La División de Servicios Sanitarios, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, que estudiaba, proyectaba, construía y reparaba redes de agua potable y alcantarillado,
- La Empresa de Agua Potable de Santiago, de la Municipalidad de Santiago, que administraba el servicio de agua potable del sector central de Santiago
- La Empresa Municipal de Desagües de Valparaíso y Viña del Mar, de la Municipalidad de Valparaíso, que administraba el servicio de alcantarillado de la provincia de Valparaíso.

Por otra parte, en el Sector Rural existían:

- La Oficina de Saneamiento Rural del Ministerio de Salud Pública, que estudiaba, proyectaba, construía y asesoraba a la comunidad organizada en la operación y mantención de los servicios de abastecimiento de agua para poblaciones rurales de menos de 1.000 habitantes,
- La Sección de Higiene Ambiental del mismo Ministerio, que habilitaba o supervigilaba el abastecimiento de agua para la población rural dispersa, y alcantarillado o saneamiento básico para las zonas rurales del país
- La Oficina de Ingeniería Sanitaria de la Corporación de la Reforma Agraria del Ministerio de Agricultura, que habilitaba redes de agua potable para los asentamientos campesinos, y para aquellos lugares donde no existían proyectos de desarrollo rural integrado

La multiplicidad de organismos con funciones semejantes, sin autonomía financiera y administrativa, se unía a la falta de una planificación integral, y a la ausencia de coordinación para alcanzar metas comunes.

Una idea de la situación de la D.O.S. se tiene de los siguientes datos:

- En el período 1968 - 1973 se financió con un 74% de aportes fiscales, un 16% de financiamiento externo y varios, y sólo un 10% de ingresos propios
- El gasto en el mismo período se destinó un 57% a inversión, un 13% a la operación y mantenimiento y un 30% a gastos en personal, el que aumentó de 3.800 a 13.500 funcionarios.

Para resolver los problemas producidos por la inexistencia de una institucionalidad única para el sector sanitario, cuya persistencia lo deterioraba, en el año 1977 se creó el Servicio Nacional de Obras Sanitarias - SENDOS - que integró todas las entidades que operaban en el sector.

Tenía las características de institución autónoma del Estado, de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio distinto del Fisco, desconcentrada territorialmente, relacionada con el Estado a través del Ministerio de Obras Públicas. Conformado por una Dirección Nacional y once Direcciones Regionales, en once de las trece regiones

administrativas del país. Sus funciones se orientaban a operar y mantener los sistemas sanitarios, para el servicio de las poblaciones urbanas, así como dotar de agua potable a las poblaciones rurales concentradas. Además, poseía funciones de tipo normativo y de fiscalización respecto de las empresas con las que compartía responsabilidades en el sector.

Además, se crearon empresas autónomas en la Región Metropolitana y V Región (Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias - EMOS y Empresa de Obras Sanitarias de Valparaíso - ESVAL), bajo la jurisdicción del SENDOS. A partir de esa fecha, el SENDOS, así como EMOS y ESVAL, abordaron acciones que se enmarcaban en el cumplimiento de diversos objetivos, las que permitieron un desarrollo paulatino del sector hasta el año 1989.

La organización del sector sanitario teniendo a SENDOS como base, había posibilitado un crecimiento importante, fundamentalmente en el aspecto cobertura de los servicios. Sin embargo, a fines de la década de los 80 estaba ya agotando sus potencialidades, puesto que se encontraba limitado en varios aspectos para lograr un mayor desarrollo.

Además, en la práctica no se ejercían los roles normativo y fiscalizador, puesto que se encontraban confundidos en una misma entidad conjuntamente con el rol ejecutor y operativo.

En consideración a las características reseñadas, el análisis del sector sanitario realizado a fines de la década de los 80 determinó la conveniencia de redefinir el rol del Estado en el sector agua potable y alcantarillado, separando de éste las labores netamente relacionadas con la provisión del servicio, y haciendo prevalecer su rol subsidiario, normativo y fiscalizador.

Se estableció así una nueva forma de regulación para los servicios sanitarios, definida a través de un conjunto de leyes y reglamentos, que constituyen la normativa sanitaria, y que definen la actual organización institucional del sector sanitario basada en el régimen de concesiones bajo el cual los prestadores de servicios sanitarios deben operar.

Este enfoque permite incorporar la iniciativa privada en el sector, la que naturalmente abordará aquellas actividades que resulten rentables privadamente, debiendo para ello existir además condiciones que otorguen la confianza necesaria para emprender negocios de largo plazo; en este sentido el marco regulatorio se orienta a proporcionar los elementos necesarios para incentivar la inversión privada. Además cabe señalar que deben contemplarse los resguardos públicos de forma que se asegure la calidad del servicio prestado y la permanencia del concesionario en el largo plazo.

La Superintendencia de Servicios Sanitarios fue creada, por Ley N° 18.902 del año 1990, como parte de la reestructuración de los servicios sanitarios del país realizada a finales de los años 80, como un ente público, descentralizado, con atribuciones normativas, de control y sancionatorias. Con el objeto de cumplir funciones de regulación y control estatal de este sector, responsabilizándola la legislación vigente de la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios y del cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios y el control de los residuos industriales líquidos, aparte de la determinación de las tarifas por los servicios regulados.

Sus principales funciones son las siguientes:

- El estudio y proposición, y el control del cumplimiento de las normas técnicas sobre diseño, construcción y explotación de los servicios sanitarios.
- La aplicación y fiscalización de las normas relativas a tarifas de los servicios prestados por las concesionarias, según lo prescrito en la ley de tarifas y su reglamento.

- La aplicación del régimen de concesiones, velando porque los organismos fiscalizados cumplan las normas legales y resoluciones que emanen de la Superintendencia. Le corresponde participación en los procesos constitutivo, de explotación, transferencia y extinción de las concesiones.
- El control de los residuos industriales líquidos.
- La interpretación de toda la normativa del sector, constituyendo sus pronunciamientos jurisprudencia administrativa y de técnica sanitaria.
- La aplicación de sanciones por el incumplimiento de la normativa u otras causales que la ley establece.

De acuerdo al marco regulatorio vigente, las Concesionarias de Servicios Sanitarios deben operar de acuerdo al régimen de concesiones que la ley establece, bajo la forma de sociedades anónimas y someterse a la regulación que ejerce y fiscaliza la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

En el momento de la última transformación institucional, Diciembre de 1989, la prestación de los servicios de agua potable y de alcantarillado al sector urbano de la población era realizada principalmente por SENDOS (Tabla No. 12).

Tabla No. 12

Prestadores de servicios y su participación a 1989

Prestadores de Servicios Sanitarios (Dic/ 89)	Porcentaje de Participación en Área Urbana (Dic/ 89)
SENDOS	39,7 %
EMOS	42,2 %
ESVAL	10,7 %
Privados	2,7 %
Municipal	3,6 %
Otros	1,1 %

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001.

A la fecha, la incorporación del sector privado en el sector sanitario nacional es significativa, como puede observarse en la Tabla No. 13 y en la Figura No. 22.

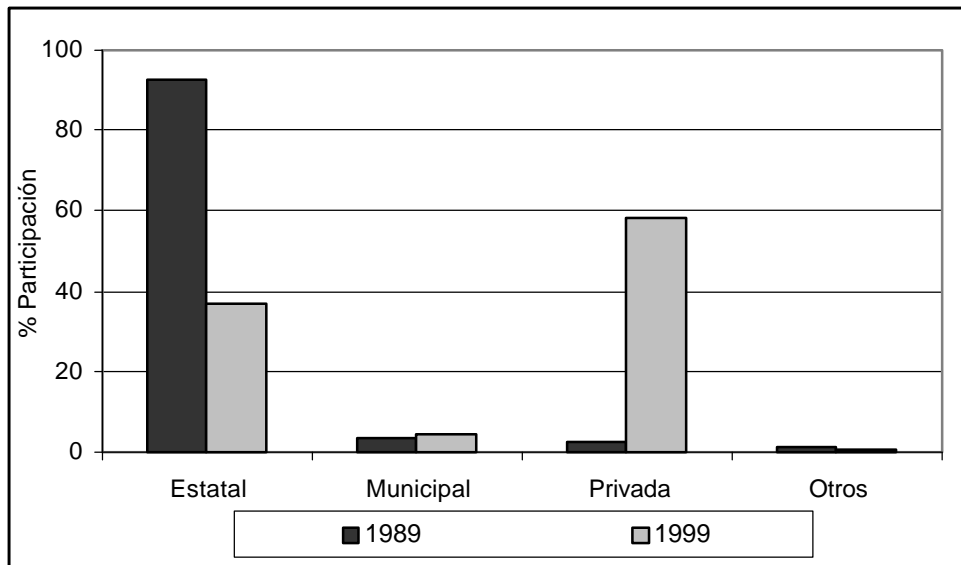
Tabla No. 13

Prestadores de servicios y su participación a 1999

Prestadores de Servicios Sanitarios (Dic/ 99)	Porcentaje de Participación en Area Urbana (Dic/ 99)
Empresas CORFO	36,9 %
Empresas Privadas	58,1 %
Municipal	4,5 %
Otros	0,5 %

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001.

Figura No. 22 Participación en servicios sanitarios



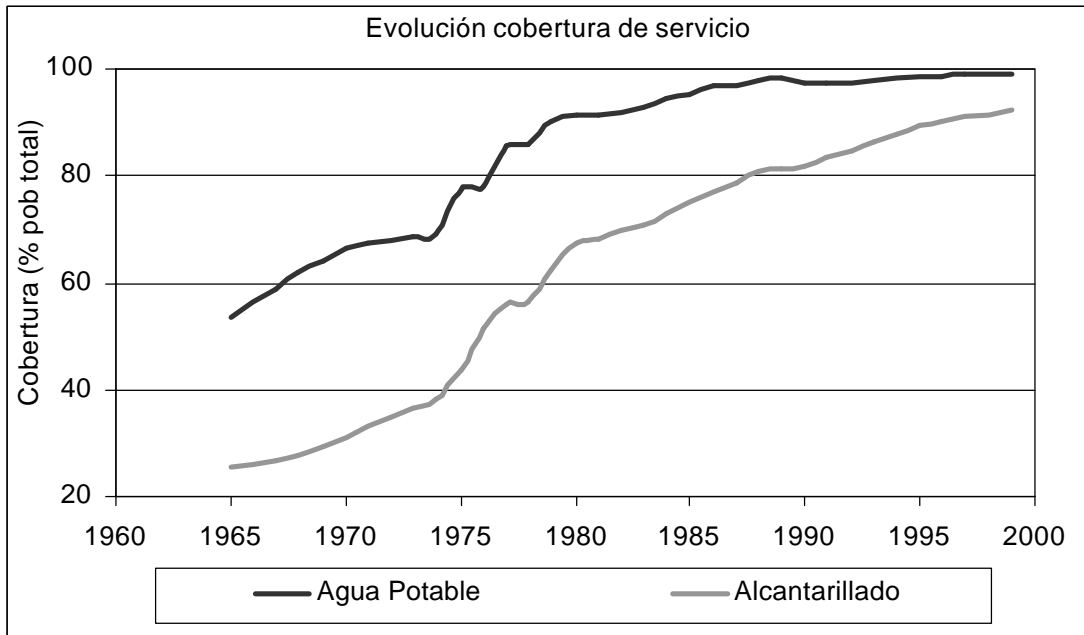
Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001.

La incorporación de la iniciativa privada en este proceso ha tenido un impacto positivo en el nivel de servicio proporcionado a la población, lo cual se refleja en la cobertura alcanzada (Figura No. 23 y 24) y en la calidad del servicio entregado. Además se ha incorporado el tema del tratamiento de las aguas servidas a través de un plan que contempla logra el 100% del tratamiento en el año 2010, alcanzándose al año 2001 cerca del 30%. Naturalmente este desarrollo conlleva un mayor crecimiento nominal de las tarifas, pero que no resulta tan significativo (Figura No. 25 y 26); además estas han sido aceptadas en general por la población atendido el nivel de servicio existente, aunque ha existido un fuerte debate donde se localizan las principales ciudades. (Idelovitch, Rivera y Shirley)

El sistema ha operado adecuadamente, debido a que el servicio se entrega a todos los usuarios a los costos establecidos evitando distorsionar las señales a las empresas proveedoras. Por su parte dichas empresas cuentan con las facultades de interrumpir el suministro cuando este no se paga oportunamente, situación que mantiene niveles de morosidad normales respecto de otros servicios; asimismo no existe un porcentaje significativo de pérdidas por conexiones clandestinas; situación que se ha controlado gradualmente con la introducción de planes de mediciones dentro de la red de distribución, tanto a nivel global (macromedición) como a nivel más detallado (micromedición). (Floris)

Cabe mencionar que para los sectores con menos recursos existe un programa de subsidio focalizado a la demanda de tal manera de garantizar un nivel mínimo de abastecimiento a la población. Dicho subsidio se establece sobre la base de una clasificación socioeconómica y permite que en Estado se haga cargo de costear el servicio proporcionado por la empresa sanitaria respectiva. (Serra, Gómez)

Figura No. 23



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios

Figura No. 24

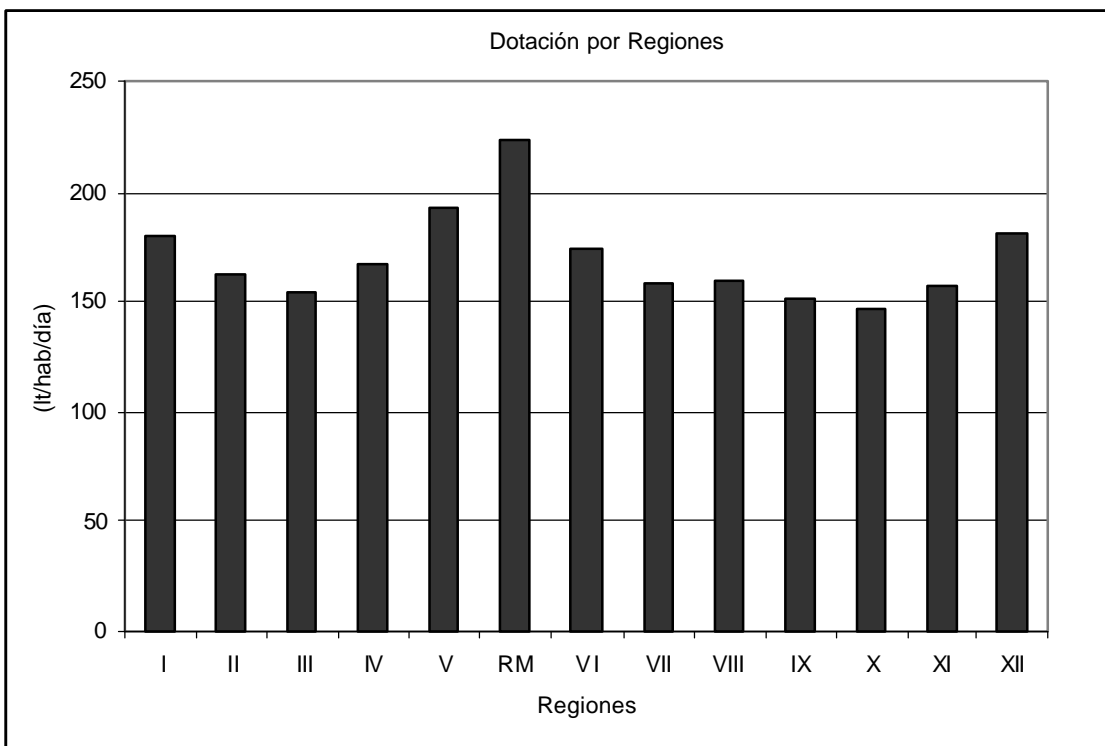
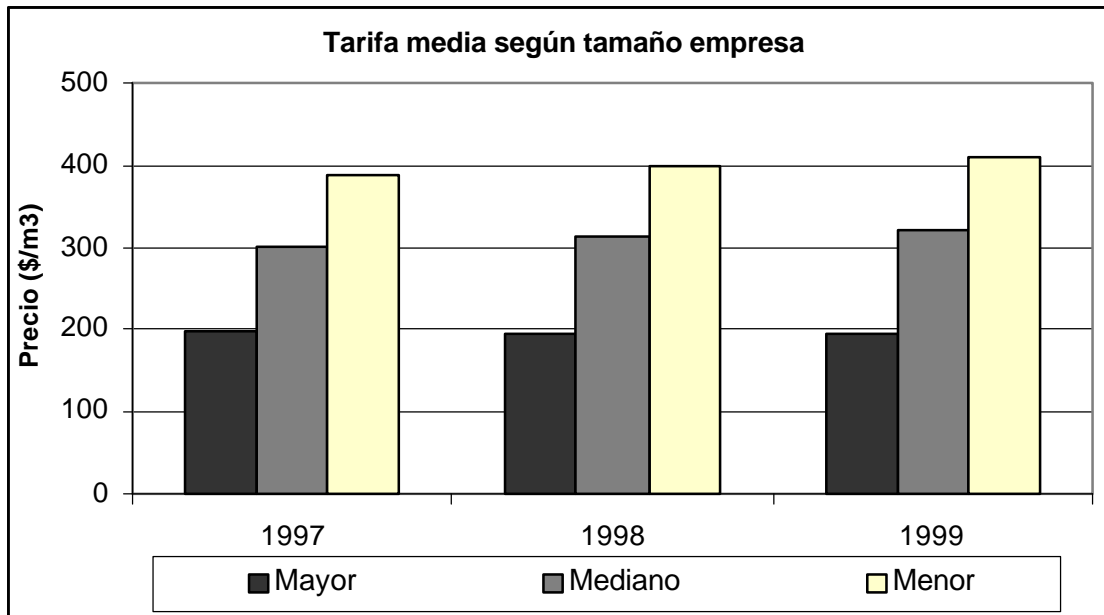
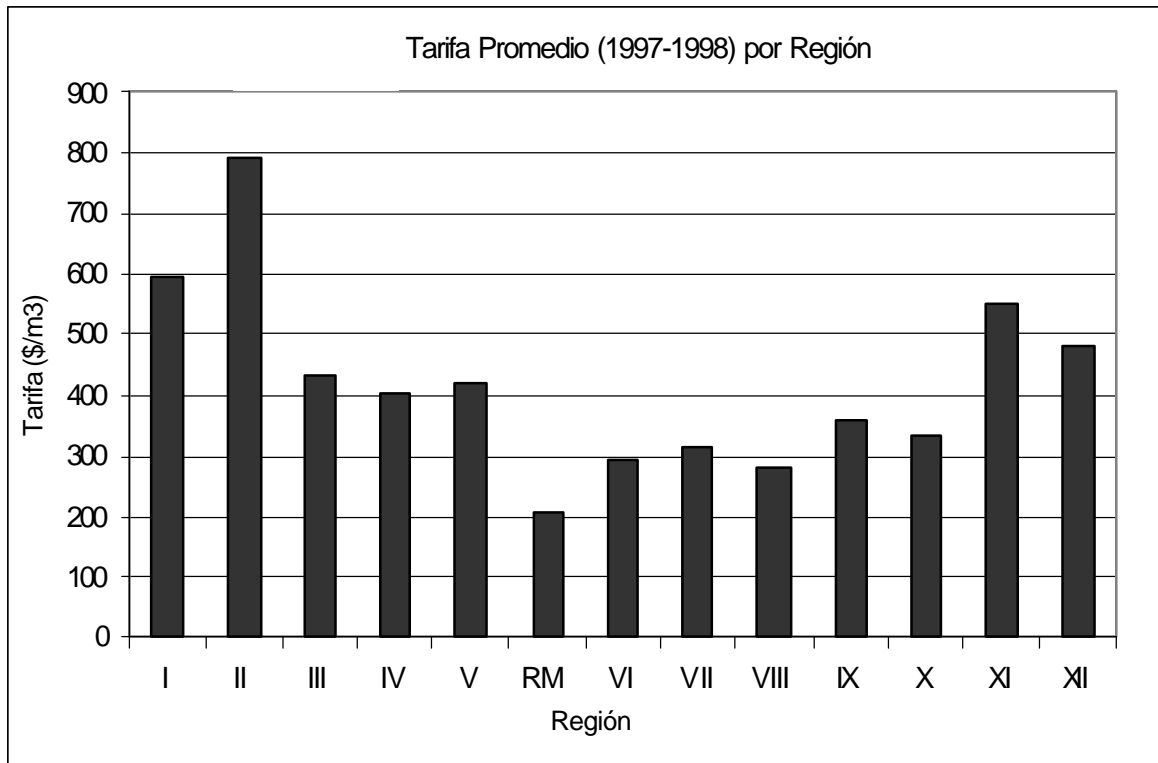


Figura No. 25



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios

Figura No. 26



a) El Sector Rural

En 1960 la población rural de Chile contaba con menos de un 6% de cobertura en agua potable, no existiendo un organismo oficial responsable del abastecimiento a las comunidades rurales. En 1964 se adoptó un Plan Básico de Saneamiento Rural; a partir de esta iniciativa, como resultado del accionar de organismos tales como el Fondo de Solidaridad e Inversión social, Programa de Mejoramiento de Barrios; Programa Nacional de Agua Potable Rural. A fines del año 1999 la cobertura de servicio alcanzaba al 51% del total de la población rural, alcanzando el 99% de la población rural concentrada⁵, cobertura que se estima alcanzará el 100% en el año 2002 (Tabla No. 14). Cabe mencionar que, a fines de 1999, la población rural, que alcanza a 2,5 millones, se distribuye en un 52% como población rural concentrada, un 32% como población semi-concentrada y 16% como población dispersa.

Los sistemas de agua potable rural (APR) son aquellos servicios que se prestan en áreas calificadas como rurales, conforme con los respectivos instrumentos de planificación territorial (Plan Regulador), y no reúnen los requisitos de servicio público de distribución de agua potable que establece la Ley General de Servicios Sanitarios para estos efectos (inciso 2ª, artículo 5º, DFL MOP N°382 del año 1988).

Los sistemas de APR no cuentan con una regulación jurídico - institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Por tanto, estos sistemas se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra forma jurídica que acuerden para organizarse los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través de los respectivos Servicios de Salud del Ambiente de la jurisdicción. No obstante, los sistemas rurales deben cumplir con las normas sobre calidad de los servicios (Título III, DFL MOP N°382/88) y las normas técnicas respectivas.

El régimen tarifario se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde a los Servicios de Salud del Ambiente (Ministerio de Salud). A su vez, la Superintendencia de Servicios Sanitarios carece de competencia para intervenir en el manejo administrativo o técnico de los servicios de APR, no tiene ingerencia para la constitución y fiscalización, como tampoco para la determinación de las tarifas o cobros. Por su parte las concesionarias de servicios sanitarios pueden entregar asesoría a los sistemas rurales, como una actividad relacionada y no obligatoria.

Adicionalmente, las concesionarias pueden, en virtud del artículo 52 bis del DFL MOP N°382/88, establecer, construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad de los servicios públicos sanitarios que son de su responsabilidad. En este caso, ello se enmarca en el ámbito de prestaciones relacionadas con el objeto de las concesiones sanitarias, no obligatorias y sometidas al régimen privado o de los servicios particulares.

⁵ La población rural concentrada corresponde a los poblados rurales que presentan una concentración de al menos 15 viviendas por kilómetro de calle o camino, con un mínimo de 300 habitantes y un máximo de 3.000. Para concentraciones inferiores se habla de población rural semi-concentrada.

Tabla No. 14
Cobertura de abastecimiento de agua potable rural

Región	Tamaño pequeño (hasta 500 arranques)		Tamaño Medio (entre 500 y 1.000 arranques)		Tamaño mayor (mayor a 1.000 arranques)	
	Pob. Total	Cobertura	Pob. Total	Cobertura	Pob. Total	Cobertura
I	14.449	90%	s/d	s/d	s/d	s/d
II	3.535	96%	1.871	100%	s/d	s/d
III	10.634	100%	s/d	s/d	s/d	s/d
IV	105.475	99%	9.140	88%	s/d	s/d
V	84.365	88%	7.084	88%	23.129	85%
R.M.	100.878	96%	41.126	96%	48.294	100%
VI	178.833	94%	41.625	94%	6.956	94%
VII	196.844	92%	28.530	92%	9.935	92%
VIII	119.842	98%	28.332	98%	6.562	98%
IX	72.118	99%	21.193	99%	3.926	99%
X	74.655	98%	15.477	98%	s/d	s/d
XI	12.849	100%	s/d	s/d	s/d	s/d
XII	968	98%	s/d	s/d	s/d	s/d

s/d: sin dato
Cobertura servicios existentes a Dic-2000

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001.

Uno de los impactos significativos ha sido el arraigo en las comunidades de los Comités de Agua Potable Rural, constituido por los propios vecinos que se benefician de este servicio y en el cual es relevante el papel que juegan en su cúpula directiva las mujeres y los ancianos; esto se explica por el hecho que los hombres están principalmente dedicados a labores productivas. También destaca, aunque en menor grado, la utilización de la organización establecida por dichos comités para el desarrollo de acciones productivas de pequeña escala en forma cooperativa con excelentes resultados. Sin embargo, para localidades de mayor tamaño se observa una baja participación y desmotivación, asociada a la mayor densidad poblacional, lo que afecta el funcionamiento y la convivencia entre vecinos.

Los programas de desarrollo en esta área que están previstos dentro de las políticas estatales, contemplan tres áreas principales, programa de mejora de servicios existentes; programa de agua potable rural focalizado en comunidades indígenas, y programa para localidades semi-concentradas.

b) Demandas

A principios de 1999 la cobertura nacional urbana de agua potable alcanzaba a 99,3% prestando servicio a unos 12,5 millones de habitantes. Por otra parte la cobertura nacional de redes de alcantarillado alcanza a cerca del 92%. En el primer caso no hay una gran variación a lo largo de las regiones del país, oscilando entre 96 y 100%, en cambio para el alcantarillado la variabilidad es significativamente mayor; oscilando entre 78 y 100%.

En materia de abastecimiento de agua potable a la población las empresas suministradoras deben registrarse por la normativa vigente (NCh 409), considerando parámetros bacteriológicos, físicos y

químicos. El nivel de cumplimiento de los requisitos de calidad del servicio prestado se presenta en la Tabla No. 15.

Tabla No. 15
Grado de cumplimiento servicios agua potable

	1997	1998
Calidad Bacteriológica	99,0%	99,4%
Desinfección	91,7%	99,9%
Calidad Física	95,5%	69,5%
Calidad Química	98,8%	98,7%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 1998.

El uso de agua para abastecimiento de la población alcanza en el ámbito nacional, incluyendo población urbana y rural, a un caudal medio del orden de 75 m³/s , de los cuales aproximadamente 35 m³/s corresponden a uso subterráneo (Tabla No. 16).

Tabla No. 16.
Abastecimiento agua potable según fuente (m3/s)

Región	Superficial	Subterráneo	Total
I	0	1,49	1,49
II	0,05	1,44	1,49
III	0	0,85	0,85
IV	0,79	1,61	2,40
V	3,73	2,88	6,61
RM	24,33	14,89	39,22
VI	0,98	2,76	3,74
VII	0,39	3,42	3,81
VIII	5,46	2,83	8,29
IX	0,97	1,98	2,95
X	1,44	1,34	2,78
XI	0,47	0,02	0,49
XII	0,72	0	0,72

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 1998.

Para el caso de localidades rurales el agua subterránea se constituye en una fuente de mayor importancia (Tabla No. 17).

Tabla No. 17
Abastecimiento a localidades rurales según fuente

REGION	Volumen según fuente (l/s)	
	Subterránea	Superficial
I	1	5
II	-	1
III	3	2
IV	53	7
V	44	10
VI	67	14
VII	92	12
VIII	46	23
IX	21	19
X	28	21
XI	1	7
XII	-	1
RM	55	4
TOTAL	410	127

Fuente: Revista Vertiente, 1997.

3.3.2 El Control de los Residuos Industriales Líquidos

La Ley 18.902, Ley Orgánica de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), otorga a este organismo el Control de los Residuos Industriales Líquidos (Riles). Por su parte, la Ley 3.133, vigente desde 1916, impone a los establecimientos que desarrollan actividades industriales o productivas la prohibición de disponer en alcantarillados o cursos de agua, superficiales o subterráneos, los Riles derivados de sus actividades, a menos que cuenten con un sistema de tratamiento para la neutralización o depuración previa de los efluentes que sean vertidos, y que dicho sistema cuente con la autorización otorgada por la Autoridad para su funcionamiento. Dicha ley permaneció inoperante por un largo período, lo que fue resuelto poco después de la creación de la Superintendencia, mediante la dictación del respectivo Reglamento, el Decreto Supremo N°351 de 1992, modificado por el Decreto Supremo N°1172 de 1997, ambos del Ministerio de Obras Públicas, que detalla los procedimientos correspondientes para la aplicación práctica de la ley, respecto de la autorización sectorial necesaria. Adicionalmente, es preciso tener presente el necesario cumplimiento que los proyectos de plantas de tratamiento de Riles deben dar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, definido por Ley 19.300, en que participa la SISS con su opinión sectorial respecto de cada presentación (estudio o declaración de impacto ambiental).

El necesario complemento de la ley son las Normas de Emisión, que definen los contenidos máximos de cada elemento contaminante posible de estar presente en los efluentes de los distintos establecimientos, según sea que se descarguen a cursos de agua, a sistemas de alcantarillado o en forma subterránea.

Se encuentra vigente desde agosto de 1998 el Decreto Supremo MOP N° 609 de 1998, Norma que regula las Descargas a Sistemas de Alcantarillado. Existe una modificación en trámite, que se refiere a una adecuación de los plazos originalmente establecidos.

Se encuentra en proceso de dictación la Norma que regula Todo Tipo de Descargas a Aguas

Superficiales: Proyecto de Norma D.S. SEGPRES N°90/2000, en trámite en la Contraloría General de la República. En el intertanto rige la Norma Provisoria SISS (Resolución N°1381 de 20 de junio de 2000), que regula las Descargas de Riles a Aguas Superficiales, exceptuando aguas de la jurisdicción de la Dirección de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR). Dicha Norma Provisoria se ha compatibilizado con el proyecto de norma en proceso de dictación, para disminuir diferencias e incertidumbre. Respecto de Aguas Subterráneas, se mantiene vigente la Norma Provisoria SISS de 1992, que regula las Descargas de Riles a Aguas Subterráneas.

La dictación de la Norma D.S. 90/2000 sustituiría a la Norma Provisoria SISS a Aguas Superficiales, permaneciendo la correspondiente a Aguas Subterráneas. Esta nueva Norma también regularía las descargas a cursos superficiales, provenientes de los efluentes de plantas de tratamiento de aguas servidas de las empresas sanitarias, las que en la actualidad sólo deben cumplir con la Norma NCh 1333, Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos.

Deben cumplir las disposiciones normativas las actividades económicas que superen determinadas cargas contaminantes en sus efluentes, quienes son calificadas como un "Establecimiento Industrial"⁶, en el caso que la descarga se realice a sistema de alcantarillado o "Fuente Emisora"⁷ en el caso de descargas a cursos superficiales.

Se distinguen dos casos: a) En un servicio sanitario con población abastecida menor o igual a 100.000 habitantes el establecimiento deberá someterse al cumplimiento de la Norma si el efluente generado tiene una carga media diaria superior al equivalente a las aguas servidas de una población de 100 personas, en uno o más de los parámetros establecidos en la Norma; y b) En un servicio sanitario con población abastecida mayor a 100.000 habitantes, el establecimiento deberá someterse al cumplimiento de la Norma si el efluente generado tiene una carga media diaria superior al equivalente a las aguas servidas de una población de 200 personas, en uno o más de los Parámetros Orgánicos que la Norma fija, y de 100 personas para los demás.

Para dichos efectos se dispone de un Procedimiento de Calificación Industrial cuya aplicación permite concluir si la actividad industrial es o no generadora de Riles y, como tal, obligada al cumplimiento de la normativa o, en caso contrario, considerarse exenta de la obligación. La Superintendencia de Servicios Sanitarios no emite certificados de calificación industrial, se trata de una actividad que debe ser directamente realizada por el industrial, como una primera etapa básica, para saber si debe o no dar cumplimiento a la ley.

Determinado el caso de un Establecimiento Industrial o Fuente Emisora, requerirá de un Sistema de Tratamiento para rebajar el contenido de contaminantes de sus efluentes a los niveles permitidos por las Normas respectivas. Dicho sistema de tratamiento deberá cumplir con las autorizaciones necesarias, a saber: a) Autorización en el contexto del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 19.300), obteniendo una Resolución de Calificación Ambiental; b)

⁶ Aquél en el que se realiza una actividad económica donde se produce una transformación de la materia prima o materiales empleados, dando origen a nuevos productos, o bien, en que sus operaciones de fraccionamiento, manipulación o limpieza, no produce ningún tipo de transformación en su esencia. Este concepto comprende a industrias, talleres artesanales y pequeñas industrias que descargan efluentes con una carga contaminante media diaria superior al equivalente a las aguas servidas de una población de 100 o 200 personas, según el tamaño del sistema de alcantarillado, en uno o más de los parámetros señalados en la norma.

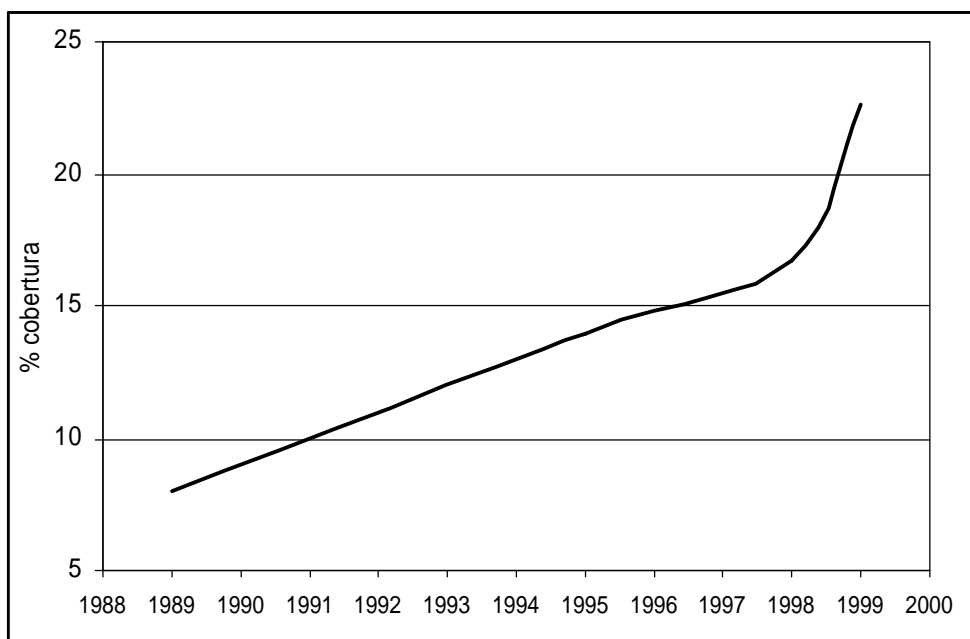
⁷ Establecimiento que descarga residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptor, como resultado de su proceso, actividad o servicio, con una carga contaminante media diaria o de valor característico superior en uno o más de los parámetros que la Norma indica.

Autorización del Sistema de Tratamiento, en el contexto de la Ley 3.133, obteniendo un Decreto Supremo que autoriza dicho sistema.

Respecto de la fiscalización estas labores se encuentran distribuidas entre diversos organismos involucrados en este tema, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Dirección General del Territorio Marítimo (DIRECTEMAR) y los respectivos Servicios de Salud, según corresponda, aparte de las concesionarias sanitarias. La Superintendencia entiende, en concordancia con DIRECTEMAR, que la jurisdicción de esta última es territorial, vale decir, en sus aguas; y que la jurisdicción de la Superintendencia y de los Servicios de Salud es funcional, o sea, los Servicios de Salud deben intervenir cuando por una descarga de Riles se afecte la salud pública, y la SISS velando por la observancia de las Normas de Emisión vigentes. Adicionalmente, a partir del año 1998, las Concesionarias Sanitarias cumplen el rol fiscalizador sobre las descargas de Riles a sus redes recolectoras de aguas servidas, para hacer valer la normativa que a ese respecto rige desde agosto de dicho año.

La mayor debilidad ha estado en el tratamiento de las aguas servidas, antes de 1990 alcanzaba una cobertura del 10% de la población total y a la entrada del año 2000 llegaba un poco debajo del 25%. Las regiones con mayor concentración de población (V, RM y VIII) disponen de una baja cobertura de tratamiento (40, 5 y 8% respectivamente); en estas regiones se localiza cerca de 2/3 de la población total, sólo en la Región Metropolitana se concentra el 40% de la población total (Figura No. 27)

Figura No. 27. Evolución Histórica de la Cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas Nacional



Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001.

La preocupación actual se encuentra localizada fuertemente en este tema y se tiene previsto un importante plan de inversiones para tratamiento, a través de la incorporación del sector privado, con el objetivo de lograr un incremento significativo de la cobertura nacional, alcanzando 43% al año 2000, 71% al año 2005 y 97% para el año 2010.

3.3.3 La Modernización del Sector Sanitario

En los últimos 30 años se ha producido un importante crecimiento del sector sanitario, hasta alcanzar la situación actual, en que más del 98% de la población urbana dispone de agua potable y cerca del 92% de alcantarillado, siendo abastecidos por empresas, cuya confiabilidad de suministro, calidad y precio es supervisada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. La política de modernización del sector público, así como los cambios previstos en el sector sanitario, con una mayor participación de los privados en su manejo, hizo necesario abordar el perfeccionamiento del marco regulatorio, lo que se concretó a inicios del año 1998.

Ante la transformación del sector sanitario en términos de la estructura de propiedad hubo una adecuación del marco normativo y regulatorio, dotando a partir del año 1998 a dicha Superintendencia de mayores facultades y responsabilidades. Lo anterior se basa en el hecho de que si en este sector se pudiera tener un mercado competitivo, los consumidores estarían en condiciones de elegir entre alternativas en términos de calidad y precio, no estando obligados a interactuar con un solo proveedor del servicio. Sin embargo ello no es así ya que se está en presencia de un monopolio natural.

La tendencia moderna es que la acción del ente fiscalizador esté orientada hacia la utilización de sistemas regulatorios que se sirven de los mecanismos de mercado, simulando algunas de las condiciones que prevalecerían en un mercado no monopolístico, tales como la competencia subrogada. En consecuencia se actúa para encontrar elementos objetivos en la determinación de los costos de la empresa eficiente se establecen comparaciones entre distintas empresas sanitarias con distintos dueños, que permiten establecer un modelo que recoja las condiciones de mayor eficiencia en cada una de ellas, considerando las diferencias del entorno en las cuales ellas operan.

En este marco los precios por los servicios que se prestan en el sector son negociados entre cada empresa prestadora y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, quién por mandato legal determina las tarifas. Este organismo define o diseña una empresa modelo, la que, operando bajo las mismas restricciones en que se desenvuelve la empresa real, pero en condiciones de máxima eficiencia, provee el servicio y luego mediante un modelo de cálculo, determina las tarifas que permiten a esa empresa cubrir todos sus costos y crecer.

Ello obliga que los prestadores adecuen su acción en la búsqueda de esa eficiencia máxima, no traspasando al consumidor las ineficiencias propias del monopolio. Además de mecanismos como el descrito, desde el punto de vista institucional, también contribuyen las acciones que el ente regulador emprenda destinadas a equilibrar el poder de negociación de los consumidores/usuarios frente a las empresas, aumentando la información disponible en el mercado, haciéndola accesible y comprensible para la mayoría de la población así como a cierto tipo de público especializado, tales como inversionista institucionales, instituciones financieras, autoridades políticas, etc.

La regulación de este monopolio natural a través de estos mecanismos debe estimular la elevación de la productividad de las empresas de servicios públicos, contribuyendo así a un mejoramiento de la calidad de los servicios y a la reducción de sus precios. El resultado que se persigue es un balance entre los intereses de cada uno de los agentes con una Superintendencia que, en el uso de sus facultades normativas y fiscalizadoras, es capaz de generar el compromiso para la consecución de este objetivo fomentando el uso de mecanismos de auto control en las empresas y dotando de instrumentos que permita elevar la capacidad de negociación de los usuarios.

Por el hecho señalado de que cada una de las empresas concesionarias se constituye en proveedor monopolístico de su área de concesión, un atributo característico de ese mercado es la llamada

asimetría de la información. Es decir, parte del poder de negociación de la empresa radica en su capacidad de disponer de información muy completa sobre su estructura de costos y del comportamiento de la demanda. Por el otro lado, los consumidores no pueden acceder a similar información ya que el monopolista desarrolla una estrategia eficiente de protección de la misma. Atendido ese hecho, es que la Superintendencia debe efectuar una labor permanente de recolección, procesamiento, generación y difusión de información relevante para el mercado (usuarios, autoridad, etc.) referida a aspectos técnicos, económicos, estructura de mercado, concentración de la propiedad, transparencia en las transacciones entre empresa relacionadas, etc. Lo anterior permite, por una parte, equiparar el poder negociador de los usuarios frente a las empresas y por otra, que usuarios, inversionistas, financistas, en fin los distintos agentes económicos, dispongan de elementos y criterios con los cuales realizar comparaciones relativas al desempeño de las distintas empresas.

Además, para que la fiscalización y control de la calidad de los servicios sanitarios sea efectivo tanto por la acción del ente normativo como por el ejercicio de los derechos de los usuarios, se cuenta con normas técnicas, reglamentos e instructivos que establezcan de manera clara y transparente las condiciones y características mínimas exigibles a estos sistemas

3.4 Uso en generación de energía eléctrica

En concordancia con la política económica que se aplica en el país, las actividades de generación, transporte y distribución de electricidad son desarrolladas en Chile por el sector privado, cumpliendo el Estado una función reguladora, fiscalizadora y subsidiaria (Fischer).

Lo anterior se traduce en que las empresas tienen una amplia libertad para decidir acerca de sus inversiones, la comercialización de sus servicios y la operación de sus instalaciones, siendo por tanto responsables por el nivel de servicio otorgado en cada segmento, en cumplimiento de las obligaciones que imponen las leyes, reglamentos y normas que en conjunto componen el marco regulatorio del sector.

Las empresas distribuidoras tienen la obligación de dar servicio dentro de sus respectivas zonas de concesión, así como de respetar las tarifas máximas fijadas por la Autoridad para la venta de electricidad a sus clientes de bajo consumo. Las empresas generadoras y transmisoras, por su parte, tienen la obligación de coordinar la operación de sus centrales y líneas de transmisión que funcionan interconectadas entre sí, con el fin de preservar la seguridad del sistema y garantizar la operación a mínimo costo. Por otro lado, los propietarios de líneas eléctricas que emplean bienes nacionales de uso público, están obligados a permitir el uso de sus instalaciones para el paso de energía eléctrica, teniendo a cambio el derecho a recibir un pago por parte de quienes hacen uso de ellas.

La coordinación de la operación de las centrales generadoras es efectuada en cada sistema eléctrico por un Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC), organismo conformado por las principales empresas de generación. El CDEC es el encargado de planificar la operación óptima del sistema y de valorar económicamente las transferencias de energía que se producen entre todos los generadores.

Los organismos del Estado que participan en la regulación del sector eléctrico en Chile son principalmente: la Comisión Nacional de Energía (CNE), el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), la Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA), la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS), las

municipalidades y los organismos de defensa de la competencia. La SEC, la SVS, y los organismos de defensa de la competencia cumplen además un rol fiscalizador. (Tabla No. 18)

Tabla No. 18
Organismos con participación en la regulación del sector eléctrico

Organismo	Funciones
Comisión Nacional de Energía (CNE)	<p>Es una persona jurídica de derecho público, funcionalmente descentralizada y autónoma, que se relaciona directamente con el Presidente de la República. Su función es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético nacional, velar por su cumplimiento y asesorar a los organismos de Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía.</p> <p>Particularmente en el sector eléctrico, la CNE es responsable de diseñar las normas del sector y de calcular los precios regulados que la legislación ha establecido (informes técnicos). Actúa como ente técnico, informando al Ministerio de Economía cuando se plantean divergencias entre los miembros de los Centros de Despacho Económico de Carga (CDEC), a objeto que dicho ministerio resuelva.</p>
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción	<p>Es el Ministerio encargado de fomentar la modernización de la estructura productiva del país, el fortalecimiento y expansión de la economía chilena y su inserción activa en los mercados internacionales. Con este objetivo implementa mecanismos destinados a corregir las distorsiones de los mercados y a ampliar su transparencia.</p> <p>En el sector eléctrico es el encargado de fijar las tarifas de distribución eléctrica, los precios de nudo y de resolver los conflictos entre los miembros de los CDEC, en todos los casos, previo informe de la CNE. Además, otorga las concesiones definitivas previo informe de la SEC.</p>
Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)	<p>Es el organismo encargado de fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad. La SEC es el responsable técnico de otorgar concesiones provisionales y de informar al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción sobre las solicitudes de concesión definitivas que se refieran a distribución de electricidad y a la instalación de centrales hidráulicas, subestaciones eléctricas y líneas de transmisión (la solicitud de concesión definitiva no es obligatoria en estos últimos tres casos). Asimismo, la SEC es responsable de verificar la calidad de los servicios prestados.</p> <p>La SEC es un organismo descentralizado, regido por la Ley N°18.410, de 1985, que se relaciona con el Gobierno por intermedio del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.</p>
Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)	<p>Es la institución encargada de actuar como órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias relacionadas con el medio ambiente. Asimismo, es la encargada de administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental a nivel nacional, coordinar los procesos de generación de las normas de calidad ambiental y determinar los programas para su cumplimiento. La Comisión Nacional del Medio Ambiente es una institución dependiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y se rige por la Ley N°19.300, de 1994.</p>
Superintendencia de Valores y Seguros (SVS)	<p>Es el organismo encargado de fiscalizar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas que rigen a las personas que emiten o intermedian valores de oferta pública, las bolsas de valores, los fondos mutuos, las sociedades anónimas y las empresas de seguros. La SVS es una institución autónoma, regida por el Decreto Ley N°3.538, de 1980, que se relaciona con el Gobierno a través del Ministerio de Hacienda.</p>
Organismos de Defensa	<p>Son los encargados de prevenir, investigar y corregir los atentados a la libre competencia y los abusos en que puede incurrir quien ocupe una posición monopólica. Tales organismos son: a)</p>

de la Competencia	las Comisiones Preventivas Regionales; b) la Comisión Preventiva Central; c) la Comisión Resolutiva; y d) la Fiscalía Nacional Económica. Todos ellos se rigen por el Decreto Ley N°211, de 1973, refundido por el Decreto N°511, de 1980
Municipalidades	Las municipalidades participan en la regulación del sector eléctrico otorgando los permisos para que las líneas de transporte de electricidad no sujetas a concesión crucen las calles, otros bienes nacionales de uso público u otras líneas eléctricas. Además, en el caso de los sistemas eléctricos con capacidad instalada menor a 1.5 MW, las municipalidades negocian con las empresas concesionarias de distribución respectivas las tarifas y la calidad del suministro.
Centros de Despacho Económico de Carga (CDEC)	Son organismos sin personería jurídica, integrados por las principales empresas generadoras de cada sistema eléctrico, que regulan el funcionamiento coordinado de las centrales generadoras y líneas de transmisión que funcionan interconectadas en el correspondiente sistema eléctrico. Se rigen por el Decreto Supremo N°327 de 1998, del Ministerio de Minería.

Cabe señalar por otra parte que el marco legal, de carácter abierto y escasamente regulado, ha generado vacíos y debilidades que han quedado de manifiesto en períodos de ocurrencia de sequías en los cuales la seguridad de abastecimiento se ha visto afectada sin disponer los usuarios o el propio estado de mecanismos que permitan garantizar el adecuado abastecimiento a los consumidores; materia que ha sido motivo de discusión legal para establecer las modificaciones y regulaciones para la adecuada cautela de los intereses públicos.(Diaz, Galetovic, Rozas)

Otro aspecto negativo se presenta a partir del marco legal referente a derechos de aguas, el cual ha permitido la acumulación de derechos de aguas no utilizados, situación que ha producido la existencia de barreras de entradas para otros posibles inversionistas con las consecuentes implicancias económicas negativas para la sociedad en su conjunto; esta situación ha motivado recomendaciones destinadas a analizar con mayor cautela la asignación de nuevos derechos de aguas con potencial uso hidroeléctrico a partir de la consulta previa al órgano encargado de velar por el adecuado funcionamiento de los mercados.

3.4.1 Infraestructura

La capacidad instalada actualmente alcanza a poco mas de 10.000 MW, de los cuales 6.039 MW corresponden a hidroelectricidad (60%) y 4.041 MW (40%) a energía térmica. La generación de energía está separado en cuatro sistemas: a) Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) que cubre las regiones I y II; b) Sistema Interconectado Central (SIC), que cubre entre la II y X Regiones; c) Sistema Aysén, que cubre la XI Región y d) Sistema Magallanes, que cubre la XII Región. Los dos primeros son los sistemas principales dentro del país (Tabla No. 19).

Tabla No. 19
Potencia y generación de electricidad por sistemas

	S I N G		S I C		Aysén		Magallanes
	Térmico	Hidráulico	Térmico	Hidráulico	Térmico	Hidráulico	Térmico
Potencia Instalada (MW)	3.339	13	2.623	4.024	13	4,1	64

Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

En términos del crecimiento se puede apreciar en la Tabla No. 20, un crecimiento significativo desde 1983 a 1998; dentro de esto la componente térmica ha tenido una importante expansión en relación a la hidráulica.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos hídricos el sistema SIC es relevante; dentro de este sistema el crecimiento de la capacidad generadora ha sido significativo, alcanzando en los últimos 10 años una tasa media superior al 20%; siendo la componente térmica de mayor expansión (Tabla No. 21).

Tabla No. 20
Generación Total Anual Bruta (Gwh)

Año	Generación Bruta	%Hidráulica	%Térmica
1983	12.624	70,1	29,2
1984	13.497	69,1	30,9
1985	14.040	73,8	26,3
1986	14.820	76,3	23,7
1987	15.637	77,4	22,6
1988	16.915	67,8	32,2
1989	17.811	53,9	46,1
1990	18.372	48,8	51,2
1991	19.961	65,8	34,2
1992	22.362	74,9	25,1
1993	23.626	72,0	28,0
1994	25.250	67,1	32,9
1995	28.027	65,7	34,3
1996	20.790	54,8	45,2
1997	22.292	56,9	43,1
1998	35.503	44,9	55,1
1999	38.389	35,4	64,6

Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

Tabla No. 21
Crecimiento Potencia Instalada SIC

	1990	1995	1998	2000
Total	3.195	4.083	6.242	6.646
Térmico	861	908	2.351	2.623
Hidráulico	2.334	3.153	3.892	4.024

Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

Dentro del sistema las centrales térmicas se ubican principalmente en la parte árida y semiárida; es así como 5.676 MW, equivalente al 93% de la capacidad térmica se concentra desde la Región Metropolitana hacia el norte (Tabla No. 22). Considerando la distribución regional se observa que entre la I y II concentran el 65% de la energía térmica; por su parte las regiones VII y VIII agrupan el 73% de la energía hidráulica.

Tabla No. 22
Distribución potencia instalada según tipo

Región	Potencia Instalada (MW)	
	Térmica	Hidráulica
I	57	10
II	2.328	3
III	1.622	-
IV	19	16
V	1.171	112
RM	479	273
VI	-	436
VII	29	1.319
VIII	284	1.597
IX	-	-
X	-	224
XI	13	4
XII	64	-

Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

Los caudales correspondientes a la generación hidroeléctrica a nivel nacional totalizan alrededor de 3.500 m³/s, de los cuales un 65% corresponde a centrales de embalse (9 centrales) y el resto a centrales de pasada. Respecto a la generación térmica no se dispone a la fecha de información completa respecto al consumo de agua, el cual principalmente se utiliza para refrigeración

Participan de la industria eléctrica nacional un total de 26 empresas generadoras, 5 empresas transmisoras y 36 empresas distribuidoras, que en conjunto suministran una demanda agregada nacional que en 1999 alcanzó los 36.084 GWh. Esta demanda se localiza territorialmente en cuatro sistemas eléctricos interconectados. El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), que cubre el territorio comprendido entre las ciudades de Arica y Antofagasta con un 33,0% de la capacidad instalada en el país; el Sistema Interconectado Central (SIC), que se extiende entre las localidades de Taltal y Chiloé con un 66,2% de la capacidad instalada en el país; el Sistema de Aysén que atiende el consumo de la Región XI con un 0,2% de la capacidad; y el Sistema de Magallanes, que abastece la Región XII con un 0,6% de la capacidad instalada en el país.

a) Sistema Interconectado del Norte Grande (SING)

El SING está constituido por el conjunto de centrales generadoras y líneas de transmisión interconectadas que abastecen los consumos eléctricos ubicados en las regiones I y II del país. Aproximadamente, el 90% del consumo del SING está compuesto por grandes clientes, mineros e industriales, tipificados en la normativa legal como clientes no sometidos a regulación de precios. El resto del consumo, está concentrado en las empresas distribuidoras que abastecen los clientes sometidos a regulación de precios de las regiones I y II del país.

El SING cuenta con una capacidad instalada de 3.352 MW a Diciembre de 2000. La demanda máxima alcanzó en 2000 los 1.211 MW, y la generación bruta de energía se ubicó en el mismo año en torno a los 9.327 GWh. Operan en el SING un total de 6 empresas de generación que junto a una empresa de transmisión, conforman el Centro de Despacho Económico de Carga del SING (CDEC-SING). Por tratarse de un sistema predominantemente térmico el parque generador está constituido

por unidades de generación a carbón, fuel, diesel y, desde 1999, por centrales de ciclo combinado a gas natural. Sólo existe dos unidades hidroeléctricas correspondientes a las centrales Chapiquiña y Cavanha.

El sistema de transmisión está constituido, principalmente, por las líneas eléctricas de propiedad de las empresas de generación, líneas eléctricas de los propios clientes y líneas eléctricas de las empresas cuyo giro es la transmisión de energía eléctrica. Operan el SING tres empresas de distribución de energía: EMELARI S.A. que abastece a la ciudad de Arica, ELIQSA S.A. que abastece a la ciudad de Iquique, y ELECDA S.A., que suministra la energía en la ciudad de Antofagasta, y a una parte del SIC, correspondiente a la zona de Taltal. En conjunto, estas tres empresas atienden a un total de 218.553 clientes.

b) Sistema Interconectado Central (SIC)

El SIC es el principal sistema eléctrico del país, entregando suministro eléctrico a más del 90% de la población del país. El SIC se extiende desde la ciudad de Taltal (II Región) por el norte, hasta la Isla Grande de Chiloé por el sur (X Región). El SIC es un sistema hidrotérmico en el cual el 60.5% de su capacidad instalada está compuesta por centrales hidráulicas de embalse y pasada. A diferencia del SING, el SIC abastece un consumo destinado mayoritariamente a clientes regulados (60% del total).

El SIC tiene una capacidad instalada de 6.646 MW perteneciente a un total de 20 empresas de generación que junto a algunas empresas de transmisión, conforman el Centro de Despacho Económico de Carga del SIC (CDEC-SIC). La demanda máxima alcanzó, en 2000, los 4.576 MW la generación bruta de energía se ubicó en el mismo año en torno a los 29.577 GWh. El parque generador está constituido en un 60.5% por centrales hidráulicas y en un 39.5% por centrales térmicas a carbón, fuel, diesel y de ciclo combinado a gas natural.

El sistema de transmisión está constituido, principalmente, por las líneas eléctricas de propiedad de las empresas de generación más las líneas de las empresas cuyo giro es la transmisión de energía eléctrica.

En el SIC operan 31 empresas de distribución de energía, que en conjunto atienden a un total 3.658.049 clientes.

c) Sistema de Aysén

El Sistema de Aysén atiende el consumo eléctrico de la XI Región y es un sistema 76% térmico. Su capacidad instalada alcanza los 17,1 MW (2000). Opera en él una sola empresa, EDELAYSEN S.A., quien desarrolla las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, atendiendo a un total de 18.703 clientes. La demanda máxima alcanzó en 2000 los 13,75 MW y el consumo de energía en ese mismo año alcanzó los 74,7 GWh.

d) Sistema de Magallanes

El Sistema de Magallanes está constituido por tres subsistemas eléctricos: Los sistemas de Punta Arenas, Puerto Natales y Puerto Porvenir, en la XII Región. La capacidad instalada de estos sistemas, al finalizar el año 2000, es 58,5 MW, 4,2 MW y 1,8 MW, respectivamente, siendo cada uno de ellos 100% térmicos.

Para los sistemas del sistema Magallanes, la demanda máxima alcanzó en el año 2000 los 29,8 MW; 2,8 MW y 1,1 MW, respectivamente, mientras que el consumo de energía, en el mismo año, fue de 145,5 GWh; 13,4 GWh y 4,1 GWh, respectivamente. Opera en estos sistemas una sola empresa, EDELMAG S.A., quien desarrolla las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, atendiendo a un total de 43.886 clientes.

3.4.2 Tarificación

La legislación vigente establece como premisa básica que las tarifas deben representar los costos reales de generación, transmisión y de distribución de electricidad asociados a una operación eficiente, de modo de entregar las señales adecuadas tanto a las empresas como a los consumidores, a objeto de obtener un óptimo desarrollo de los sistemas eléctricos.

Uno de los criterios generales es la libertad de precios en aquellos segmentos donde se observan condiciones de competencia, se establecen precios regulados en aquellos sectores donde las características del mercado son de monopolio natural; de esta forma los suministros a usuarios de bajo consumo (inferior a 2000 kW) están afectos a regulación de precios.

La existencia de precios regulados para este tipo de usuarios se traduce en una fijación periódica, por parte de la autoridad. El precio que las empresas distribuidoras pagan por la electricidad necesaria para abastecer a este tipo de clientes, se denomina Precio de Nudo y se calcula con criterios marginalistas. El valor que las empresas distribuidoras cobran por efectuar el servicio de distribución de electricidad, se conoce como Valor Agregado de Distribución (VAD), y se calcula considerando el costo medio en que incurre una distribuidora modelo eficiente para proveer el servicio. Para los usuarios de altos consumos, (superior a 2000 kW), la ley dispone la libertad de precios, suponiéndoles capacidad negociadora y la posibilidad de proveerse de electricidad de otras formas, tales como la autogeneración o el suministro directo desde empresas generadoras.

Los generadores pueden, entonces, comercializar su energía y potencia en el mercado de los grandes consumidores, a precio libre; en el mercado de las empresas distribuidoras, a precio de nudo, tratándose de electricidad destinada a clientes de precio regulado; y en el Centro de Despacho Económico de Carga del respectivo sistema (CDEC), a costo marginal horario.

a) Precio de Nudo

Los precios de nudo se fijan semestralmente, en los meses de abril y octubre de cada año. Su determinación es efectuada a través de un informe técnico que elabora la Comisión Nacional de Energía (CNE), su fijación se realiza mediante decreto del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

El precio de nudo tiene dos componentes: el precio de la energía y el precio de la potencia. Estos precios se determinan y fijan para todas las subestaciones que conforman el sistema de generación-transporte y para cada nivel de tensión, en cada uno de los cuatro sistemas eléctricos del país.

La política de costos reales y la ausencia de economías de escala en el segmento generación, permiten fijar como precio el costo marginal de suministro. En el caso de la energía, éste corresponde a un promedio ponderado de costos marginales de corto plazo esperados. En el caso de la potencia, éste corresponde al costo marginal de desarrollo de la unidad que la potencia de punta del sistema.

b) Valor Agregado de Distribución

El Valor Agregado de Distribución es la componente que se suma al precio de nudo para establecer los precios a clientes finales en zonas de concesión de empresas distribuidoras. Para esto se considera el precio de nudo en el punto de interconexión del segmento generación-transporte con las instalaciones de distribución. Este punto de interconexión está dado por la subestación de distribución, o sea, aquella subestación que transforma la tensión desde el nivel de transmisión, mayor a 23 kV, hasta el nivel de distribución, igual o inferior a 23 kV. En términos simples, el usuario ubicado en la zona de distribución paga un precio dado por la siguiente expresión:

$$\text{Precio a usuario final} = P_{\text{nudo}} + \text{VAD}$$

El VAD es básicamente un costo medio que incorpora todos los costos de inversión y funcionamiento de una empresa modelo o teórica, por lo que no reconoce los costos efectivamente incurridos por las empresas distribuidoras. El precio a usuario final, es a su vez tratado de manera de representar distintas opciones tarifarias al cliente, según sus características de consumo.

El Valor Agregado de Distribución es fijado cada cuatro años por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, previo informe técnico de la Comisión Nacional de Energía.

Existen distintas opciones tarifarias dependiendo del tipo de consumo de los usuarios finales. Las opciones tarifarias son libremente elegidas por el cliente y su duración es de un año, al cabo del cual el cliente puede mantenerla o cambiarla por otra, según sea su conveniencia. Todas las opciones tarifarias, y sus fórmulas, se construyen sobre los mismos parámetros de valor agregado, factores de pérdidas y costos fijos determinados para la empresa modelo en las zonas respectivas. Sólo cambian en su estructura. Las opciones tarifarias se definen para Baja Tensión (BT, 220 volt) y para Alta Tensión (AT, superior a 220 volt), su definición queda establecida en el Decreto N°632 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

3.4.3 El sector rural

El desafío de alcanzar un desarrollo integral con equidad exige que se incorporen las áreas rurales al progreso socioeconómico de la sociedad; teniendo presente que la electrificación rural no resulta de interés para el sector privado dadas sus rentabilidades privadas negativas. Sin embargo, desde el punto de vista de la rentabilidad social es una actividad que presenta indicadores favorables. Es así como el Gobierno de Chile ha incluido dentro de los temas prioritarios de su quehacer, la electrificación rural.

De acuerdo con el último censo realizado en Chile en el año 1992, el total de viviendas rurales alcanzaba a 507.000 viviendas. De éstas, no contaban con suministro eléctrico de ningún tipo aproximadamente 240.000. Es decir, solamente el 53% de las viviendas estaban electrificadas.

Por estas razones la Comisión Nacional de Energía (CNE), desarrolló a fines de 1994 un trabajo destinado a promover acciones que permitieran incrementar significativamente la cobertura de los servicios energéticos en el medio rural.

El trabajo realizado dio origen al Programa de Electrificación Rural (PER) cuya coordinación es responsabilidad de la CNE, y para lo cual desarrolla acciones destinadas a articular los esfuerzos regionales, entrega apoyo técnico para optimizar las decisiones de inversión en electrificación rural, y da seguimiento a los resultados globales del programa. El objetivo de este programa es alcanzar un 75 % de cobertura, a nivel nacional, en electrificación rural el año 2000.

El Programa de Electrificación Rural se desarrolla a partir de una gestión regionalmente descentralizada, esto implica que cada región elabora, evalúa y financia sus proyectos, de acuerdo a sus necesidades regionales y al cumplimiento de las metas y objetivos nacionales.

Los proyectos de electrificación rural cuentan con un sistema de financiamiento compartido entre el Estado, la empresa privada y los usuarios:

- El aporte de los usuarios cubre los costos de la instalación eléctrica domiciliaria, el medidor y el empalme.
- El aporte de la empresa se calcula según la "Metodología de Evaluación de Proyectos de Electrificación Rural", desarrollada por el Ministerio de Planificación y Cooperación, MIDEPLAN.
- El aporte del Estado se materializa a través de un subsidio enfocado específicamente a la inversión y no al consumo de electricidad. El máximo aporte del Estado es igual al Valor Actual Neto Privado, del proyecto, el cual siempre debe ser menor que la inversión.

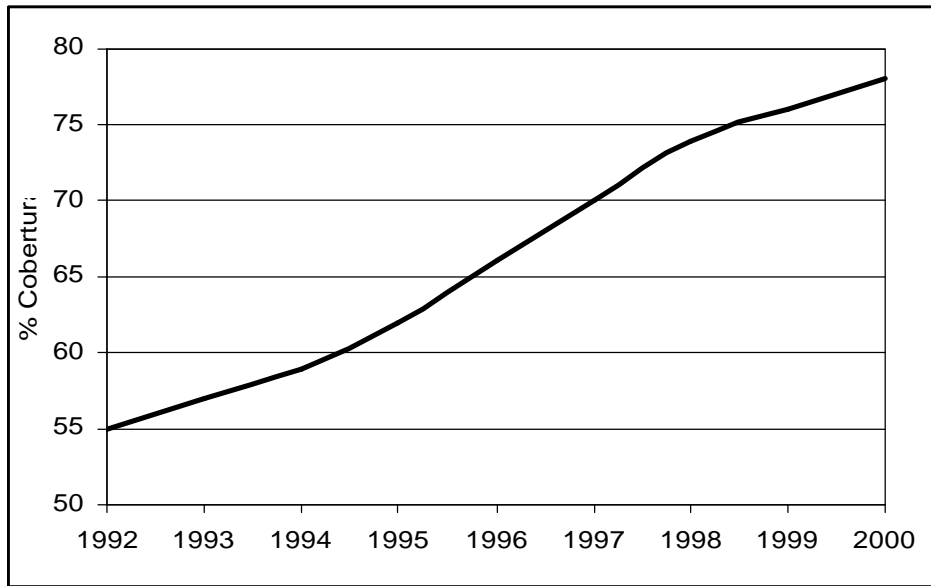
La Secretaría Regional de Planificación y Cooperación (SERPLAC) de cada Región, es la encargada de realizar la evaluación privada y social, y determina el aporte de la empresa y el monto del subsidio correspondiente, para cada proyecto. Serán afectos a subsidios aquellos proyectos que presenten una evaluación social positiva y una evaluación privada negativa. El esquema de subsidio anterior le permite a la empresa privada rentar un 10% sobre su inversión, al igual que el resto de su actividad de distribución eléctrica, en Chile. El subsidio estatal se distribuye a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), el cual es la fuente de financiamiento que permite a las Regiones del País implementar programas y/o proyectos de inversión local en diversos sectores tales como; salud, educación, vialidad, energía, etc. En 1995 se creó una provisión especial para la electrificación rural, FNDR-ER, con el objetivo de darle un impulso real a este proceso; estos recursos se suman al financiamiento tradicional y pueden ser usado sólo en proyectos de electrificación rural. El FNDR-ER puede ser utilizada tanto en el financiamiento de proyectos (extensión de red y/o alternativas de autogeneración), como en el financiamiento de estudios de prefactibilidad o factibilidad, elaboración cartera de proyectos, etc.

El Programa de Electrificación Rural promueve que los proyectos sean realizados utilizando la mejor alternativa tecnológica disponible en cada proyecto, es decir es posible que el abastecimiento de energía eléctrica sea a través de proyectos de extensión de red, o bien por medio del uso de sistemas de autogeneración. Para asegurar que los proyectos que utilizan sistemas de autogeneración no fracasen en el largo plazo, en su evaluación se consideran todos los costos de reposición y reinversiones necesarias, durante la vida útil del proyecto. A la vez, en este tipo de proyectos se promueve la utilización de distintos esquemas organizacionales para la mantención y operación de los sistemas.

a) Resultados

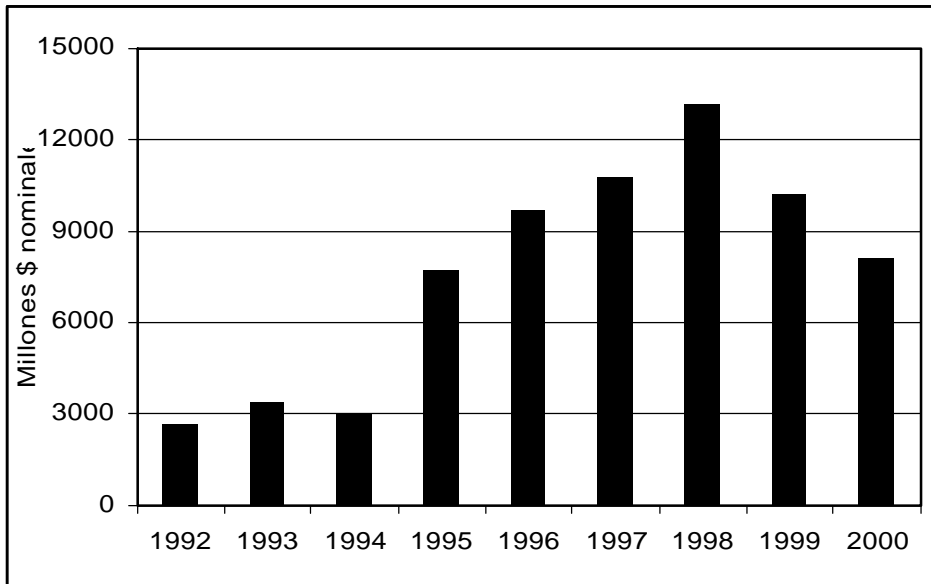
La evaluación del programa incluye los proyectos informados por regiones a diciembre de 2000, y de acuerdo a ella el 78% del total de las viviendas rurales del país cuentan con energía eléctrica; con una inversión del Estado cercana a los 125 millones de dólares. En el período 1995-2000, un total de 104.046 viviendas rurales han sido electrificadas. En las Figuras No. 28 y 29 se muestra la evolución de cobertura a nivel nacional durante el período 1992-2000.

Figura No. 28. Evolución de la cobertura de electrificación rural



Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

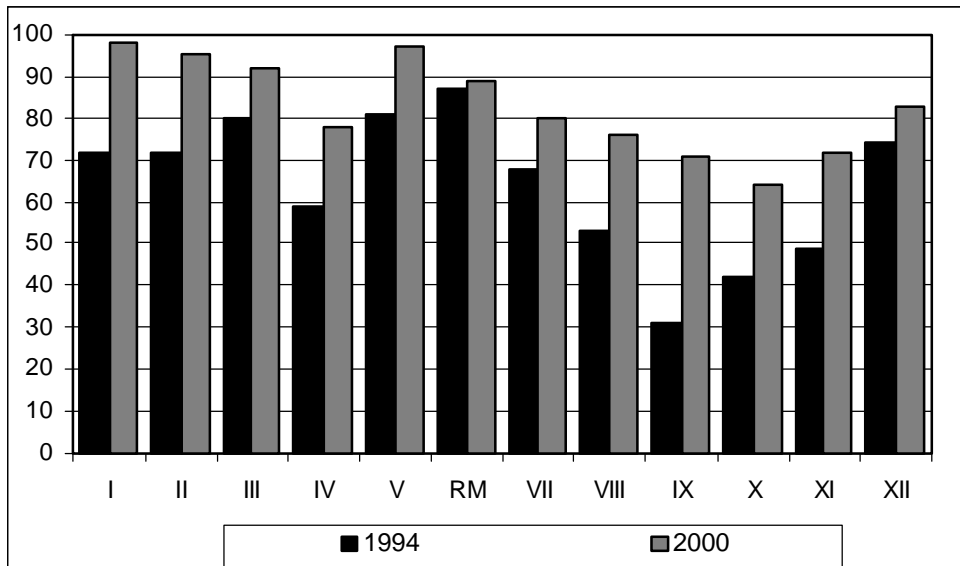
Figura No. 29. Inversión anual en electrificación rural



Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

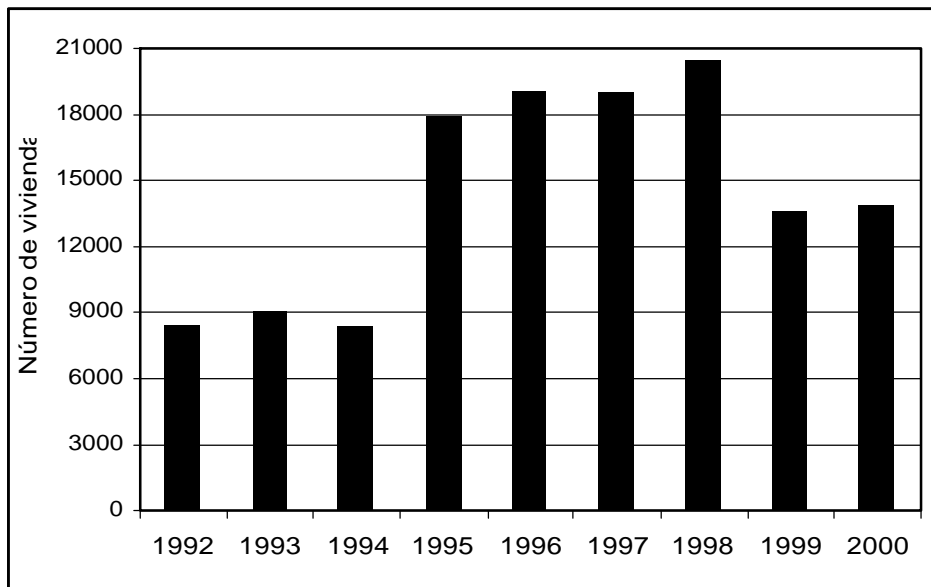
A continuación, en las Figuras No. 30 y 31 se muestra el impacto regional que ha tenido la implementación del programa, comparando los índices de cobertura de los años 1994 y 2000. Se destacan los avances alcanzados en las regiones I, II, IX, X y XII.

Figura No. 30. Evolución cobertura electrificación rural por regiones



Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

Figura No. 31. Viviendas rurales con electrificación



Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2001.

La evolución del proceso, indica que a medida que se ha avanzado en la cobertura de electrificación rural, las viviendas que restan por electrificar corresponden a las más alejadas y dispersas, esto hace que el costo medio por solución sea creciente de tal forma que en ocasiones la extensión de red tradicional se hace no rentable socialmente; en 1995 el costo medio de subsidio estatal por vivienda ascendía a \$511.000, mientras que en 2000 dicho valor era de \$750.000.

Lo anterior implica que en los sectores mas aislados se deben explorar otras opciones tecnológicas para dar suministro eléctrico, a través de sistemas de autogeneración mediante energía eólica, solar fotovoltaica, microcentrales hidroeléctricas, uso de biomasa y sistemas diesel, entre otras.

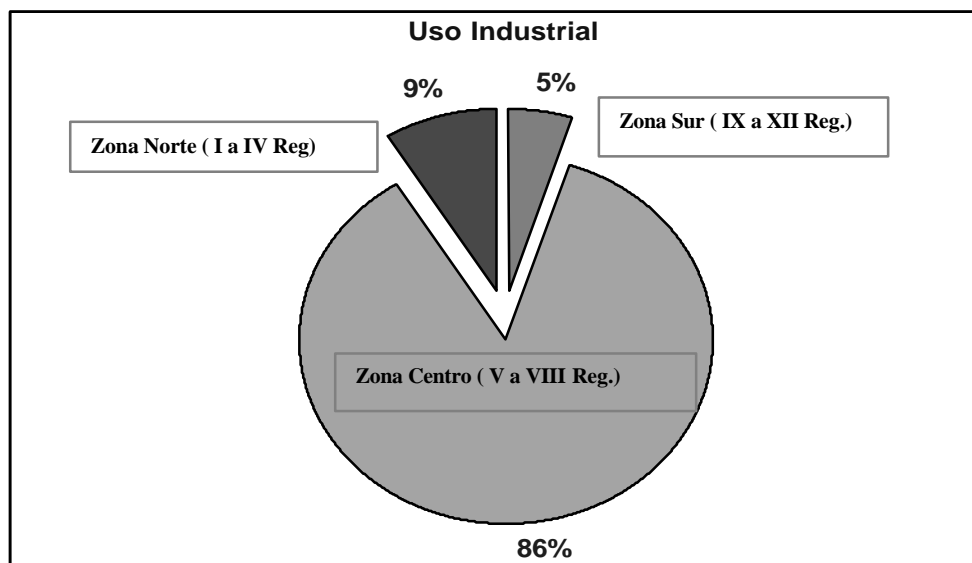
La Comisión Nacional de Energía ha implementado diversas acciones destinadas a incentivar y promover el desarrollo de proyectos usando estas opciones tecnológicas. Es así como hasta hoy se han materializado proyectos demostrativos de sistemas eólicos y de gasificación de biomasa en la IX y X regiones respectivamente; además existen instalaciones de microcentrales hidroeléctricas en la VIII y IX regiones, y se contabilizan alrededor de 1.000 viviendas electrificadas utilizando paneles fotovoltaicos en la IV Región.

3.5 Uso Industrial y Minero

3.5.1 Industria

En relación con el uso industrial su localización esta fuertemente asociada a los mayores centros urbanos, en consecuencia las mayores demandas se generan en las regiones V, RM y VIII. La diversidad de industrias es bastante grande, pero fundamentalmente concentrada dentro de la zona central del país (Figura No. 32).

Figura No. 32



Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

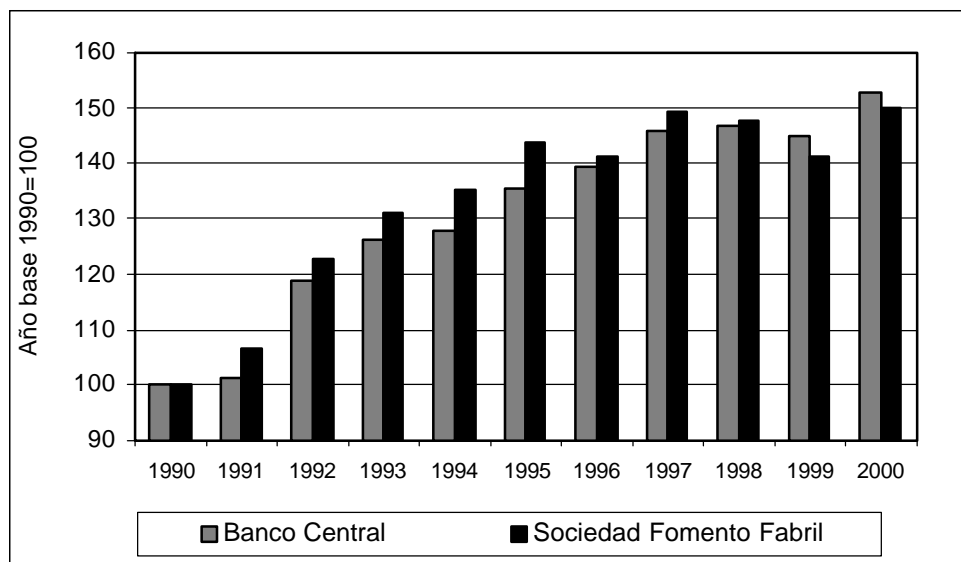
El crecimiento de la producción física industrial entre el año 1990 y el 2000 se ha incrementado en un poco mas de 50%, como se puede observar en la Fig. N° 31. Este dinamismo tiene como base el desarrollo económico del país, el cual se sustenta principalmente en lo siguiente:

- Establecimiento de una economía de mercado abierta que incentiva la competencia y la eficiencia económica.

- Establecimiento de mercados desregulados que otorgan seguridad a inversionistas nacionales y extranjeros.
- Incentivos a la inversión a través de políticas de impulso sectorial y fondos de asistencia técnica.
- Liberalización de regulaciones en el ámbito laboral que han permitido el logro de mayor eficiencia en la inversión y mejoras en la productividad y competitividad.
- La infraestructura de energía y vías de comunicación terrestres y marítimas

De allí surgen las estimaciones de crecimiento que indican que la demanda de agua se duplica para este sector, en un período de aproximadamente 25 años; sin embargo, debe tenerse presente que el uso dentro de los usos consuntivos tiene un peso relativamente menor (del orden de 7%). En consecuencia existiendo un desarrollo dinámico su impacto en términos de los caudales involucrados no resulta altamente significativo, a escala nacional, aun cuando en sectores de mayor concentración de la actividad el impacto relativo puede ser mayor, tal como se aprecia en la Tabla N° 33.

Figura No. 33. Evolución de la producción física industrial



Fuente: Sociedad de fomento fabril, 2001.

Tabla No. 23
Distribución regional del consumo industrial (m³/s)

Región	Situación Actual	Situación Futura
I	1,20	2,10
II	0,86	2,67
III	0,38	1,72
IV	0,15	0,64
V	3,37	6,40
RM	7,22	18,50
VI	0,68	2,96
VII	1,90	5,18
VIII	32,71	77,23
IX	0,17	0,79
X	1,86	9,63
XI	0,04	0,08
XII	2,72	3,78

Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

3.5.2 Minería

Chile es reconocido como un país minero, tanto por la importancia principal de la participación de la minería en el desarrollo económico del país, como porque constituye una actividad de larga data que ha llegado a crear su propia cultura y que se desarrolla en gran parte del territorio nacional, aunque predominantemente en la zona norte del país.

La importancia alcanzada y el progreso alcanzado por la minería se basa fundamentalmente en lo siguiente:

Calidad de los recursos, la magnitud de sus reservas y su localización

El marco legal, que favorece la certeza, estabilidad y seguridad de la actividad minera

Las atractivas oportunidades que ofrece a la inversión extranjera

La capacidad de gestión minera, recursos humanos idóneos para la operación y servicios

La infraestructura de energía y vías de comunicación terrestres y marítimas

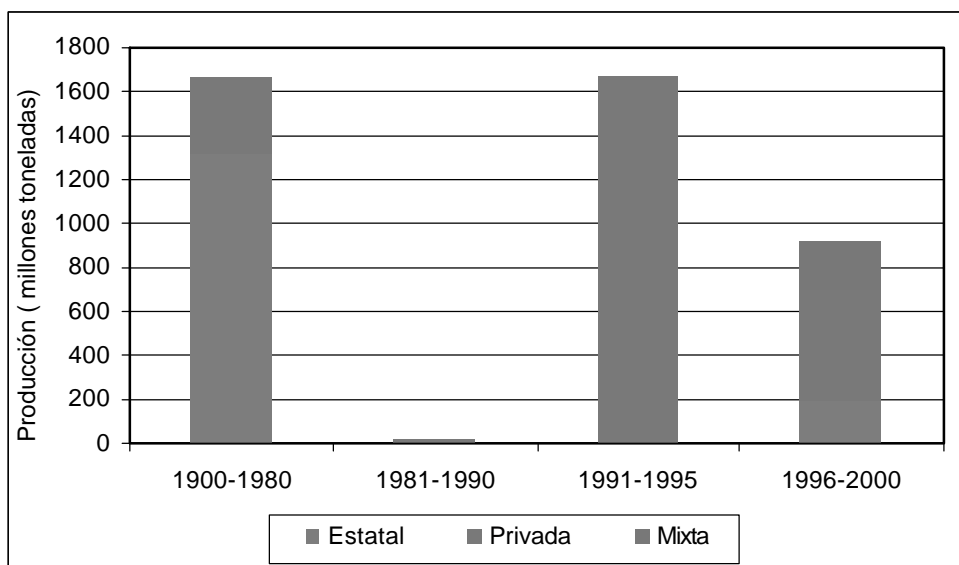
El desarrollo de la actividad minera ha sido esencialmente de carácter privado, hasta la década de los 70 estaba concentrada en manos privadas, en los años 70 se produjo la nacionalización de la minería del cobre, principal mineral producido en el país.

Las políticas de los años 80, que otorgan un rol subsidiario al Estado promovieron la inversión privada a través de mecanismos e instrumentos de apoyo e incentivo⁸; esto ha generado un incremento de la inversión privada en minería de importancia (Figura No. 34)

Al año 1999 la producción de cobre alcanzaba a unos 4500 millones de toneladas de fino anuales, de los cuales 1.507 millones son producidos por el Estado a través de su mayor empresa CODELCO y 2.544 millones por intermedio de empresas privadas existiendo una pequeña fracción de producción mixta estatal-privado, 49% y 51% respectivamente, que alcanza a 220 millones de toneladas anuales.

En la minería del cobre, principal rubro dentro de Chile, el agua se utiliza fundamentalmente en el proceso tradicional de concentración por flotación. Seguido de fusión y electrorrefinación, o en el proceso hidrometalúrgicos, el que consta de lixiviación-extracción por solventes y electrobtencción. Dentro de cada una de las actividades de la minería se distinguen distintas áreas que se presentan en la Tabla No. 24.

Figura No. 34. Producción de cobre según participación



Fuente: Comisión Chilena del Cobre, 2001.

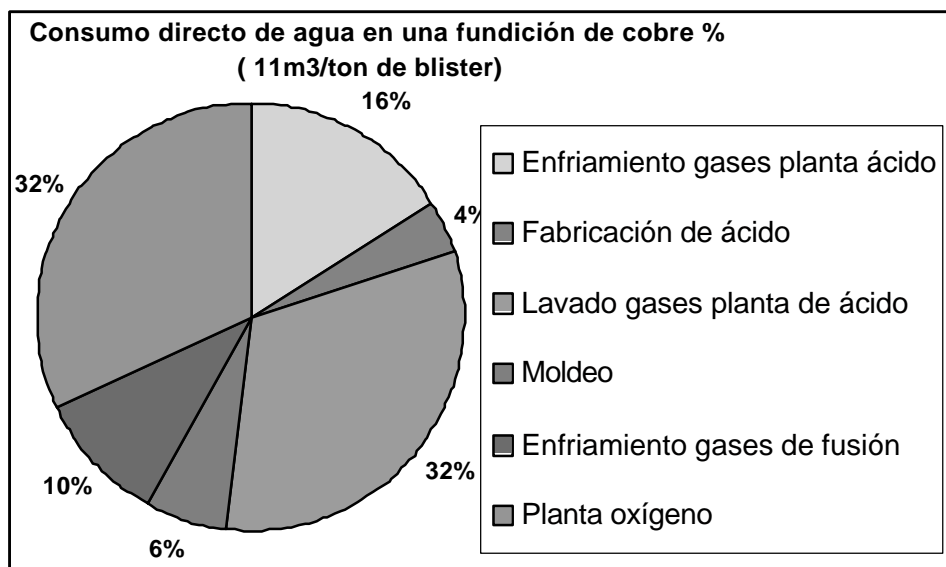
⁸ El Decreto Ley N° 600 del año 1974 y Capítulo XIV del Compendio de Normas Internacionales el Banco Central son mecanismos a disposición del inversionista extranjero para la internación y re-exportación de capitales destinados a inversión en general, incluyendo inversión minera. La mayoría de la inversiones se realiza bajo el DL N° 600, en el cual el Estado está representado por el Comité de Inversiones Extranjeras el cual en conjunto con la Comisión Chilena del Cobre analizan el proyecto para su autorización o rechazo. La autorización genera la suscripción de un Contrato de Inversión Extranjera, suscrito entre el inversionista y el Estado, contrato-ley.

Tabla No. 24
Áreas dentro de las faenas mineras

Actividad	Características
Consumo humano en campamentos	Utilizada para bebida, lavado, riego, baño, alimentación. Consumo varía entre 130 y 200 lt/día/ persona. Representa menos del 1,5% del agua consumida en una empresa minera; para empresas de gran tamaño no supera el 1%
Consumo en la mina	En minas a tajo abierto el uso principal es para reducir el polvo en suspensión en los caminos. En minas subterráneas el consumo es reducido, el problema mayor es extraer el agua que se produce y acumula naturalmente dentro de la faena proveniente de napas o lluvias. El consumo es muy variable, para el riego de caminos el consumo puede llegar al 15% del total del agua consumida.
Planta de procesamiento de minerales	Se realiza el chancado, molienda, flotación, clasificación y espesamiento. En plantas concentradoras de tamaño mediano pequeño (>120 ton/día) el consumo se sitúa entre 1,3 a 1,4 m ³ /ton de mineral mientras que en plantas menores donde en general no se recupera agua, el consumo puede llegar a 2,1 m ³ /ton mineral.
Transporte de mineral o de concentrado	Hay dos formas básicas de transporte de concentrado mediante camiones o trenes, o bien, a través de un mineroducto. El transporte de mineral resulta entre 10 y 60 veces más caro que transportar concentrado. El consumo de agua asociado al transporte debe considerar todos los consumos incluidos en el ciclo del transporte, esto es, consumo de las personas, consumo para producir y refinar petróleo, consumo asociado al mantenimiento, etc. ⁹ Esto hace pensar que el mineroducto es más eficiente desde el punto de vista del consumo de agua. A partir de datos puntuales de transporte por mineroducto a una distancia de 150 km el consumo de agua alcanza a 40 l/ton, valor que representa entre 4 y 6% del total de agua consumida en las respectivas plantas concentradoras.
Fundiciones	La fusión de concentrado se realiza con minerales sulfurados y da origen al cobre blíster o de ánodos. En el proceso se utiliza agua para enfriamiento de gases, producción de oxígeno, lavado de gases. El consumo puede variar entre 8 y 15 m ³ / ton de cobre blíster (ver Figura No. 35)
Refinerías electrolíticas	Consiste en electrolizar los ánodos provenientes de la fundición para eliminar impurezas. El electrolito debe limpiarse por la acumulación de elemento generando un descarte, el que varía entre 0,5 y 1,0 m ³ /tonelada de cobre producido.

⁹ Como referencia se puede mencionar que para refinar un litro de gasolina a partir de petróleo crudo se requiere 133 lt de agua y para construir un automóvil 380 mil lt. de agua.

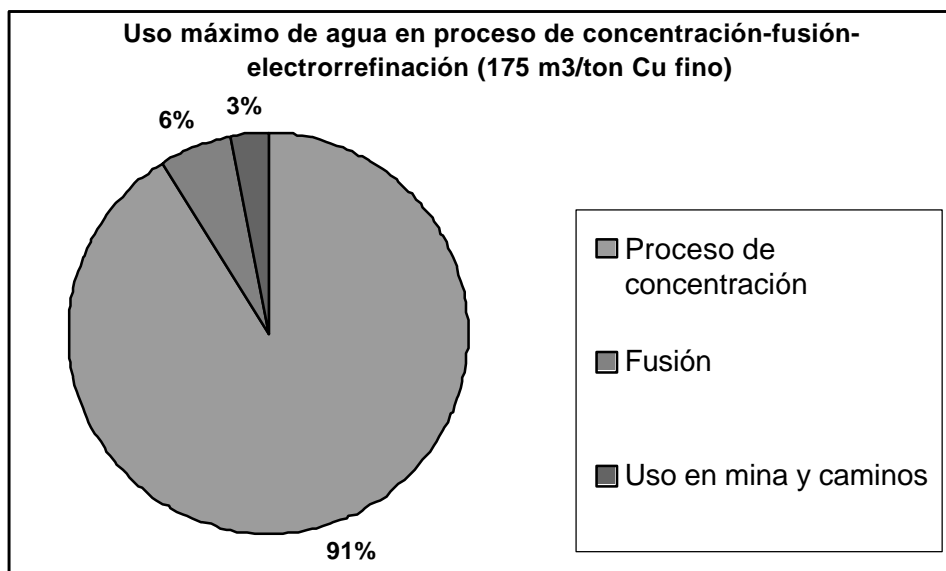
Figura No. 35. Consumo directo de agua en una fundición de cobre



Fuente: Lagos, 1997.

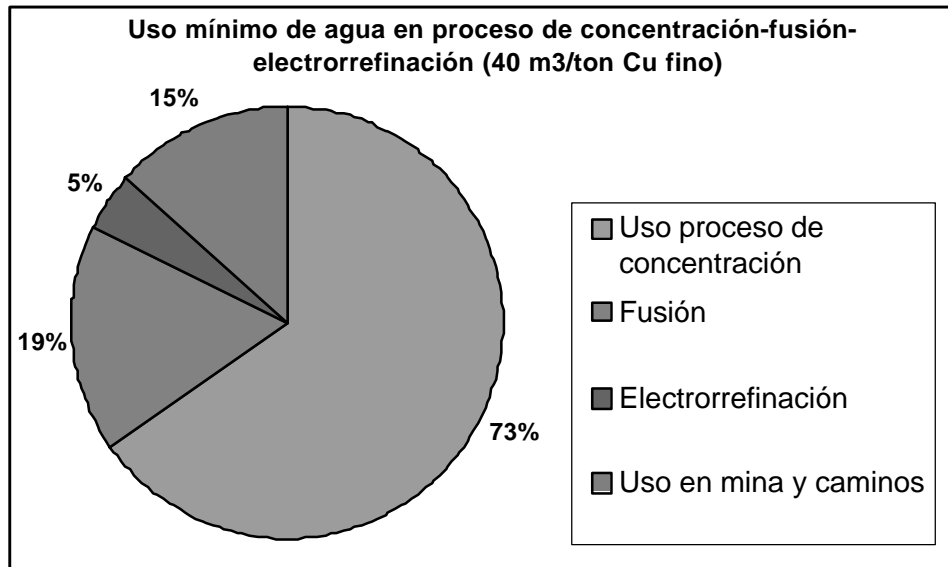
Para el conjunto de procesos de concentración-fusión-electrorrefinación se analiza los casos de consumo máximo y mínimo de Chile, para el caso de un mineral de 1,62% de ley; teniendo presente que el consumo varía proporcionalmente con la variación de la ley (Lagos, 1997). En ellos se muestra la distribución del consumo para un consumo máximo de 175 m³/ton y el mínimo de 42 m³/ton (Figuras. 36 y 37).

Figura No. 36



Fuente: Lagos, 1997.

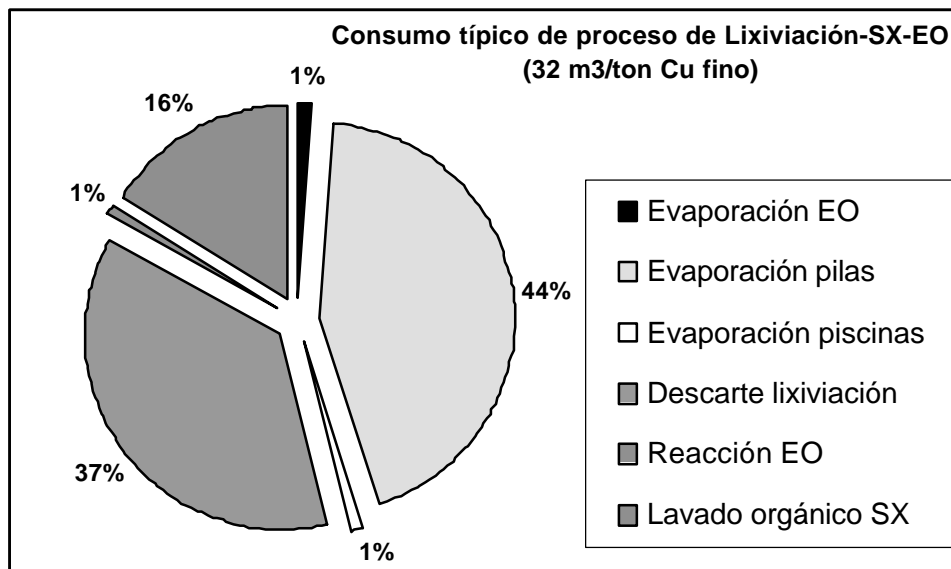
Figura No. 37



Fuente: Lagos, 1997.

El proceso hidrometalúrgico considera en distintas fases el consumo de agua, entre ellas principalmente en la evaporación desde las pilas de lixiviación, los descartes de la lixiviación y el lavado orgánico en un proceso de extracción por solventes. El consumo típico se ubica en torno a 32 m³/ton de cobre fino (Figura No. 38).

Figura No. 38



Fuente: Lagos, 1997.

Dadas las características y diversidad en la actividad minera es posible encontrar una amplia variabilidad en el consumo, debiéndose agregar además un factor fundamental, el grado de

reutilización o recirculación, el cual depende de una serie de condiciones entre las cuales la ley del mineral tiene fuerte incidencia. A modo indicativo se presenta en la Tabla No. 25 información sobre consumos, fuentes y recirculación para diferentes faenas mineras a lo largo del país. Además en la Tabla No. 26 se entrega estimaciones del crecimiento de la demanda a nivel regional entre el período 1993-2017.

Tabla No. 25
Consumo unitario y porcentaje de recirculación en faenas mineras

Región	Compañía	Mineral	Tratamiento mineral	Producción (Ton Fino/año)	Consumo Unitario	Recirculación (%) ^b	Fuente
I	Quebrada Blanca	Cobre	18.500 ton/día	75.000	0,045 a 0,070 m ³ /ton	s/d	Subterránea
	Collahuasi	Cobre	60.000 ton/día sulfuro 14.000 ton/día óxidos	378.000 concentrado 58.000 cátodos	0,70 m ³ /tms	s/d	Subterránea
	Cerro Colorado	Cobre	40.000ton/día	130.000	0,26 m ³ /ton	100%	Subterránea
II	El Abra	Cobre	115.000 ton/día	225.000	0,13 m ³ /ton	s/d	Subterránea
	Chuquicamata	Cobre	165.000 ton/día sulfurado 16.000 ton/día óxidos	630.119	0,55 m ³ /tms Concentrado	80%	Subterránea y Superficial
	El Tesoro	Cobre	25.000 ton/día	85.000	0,37 m ³ /ton	s/d	Subterránea
	Mantos Blancos	Cobre	12.600 ton/día óxidos 11.500 ton/día sulfuros	47.500 concentrado 57.000 cátodos	0,20 Oxidos m ³ /ton 0,45 Sulfuros m ³ /tms	Sulfuros 75%	Superficial
	Zaldívar	Cobre	45.000 ton/día	147.731	0,28 m ³ /tms	1.100 m ³ /año	Subterránea
	Escondida	Cobre	130.000 ton/día Flotación 33.800 ton/día lixiviación	776.385 concentrado 140.239 cátodos	- 0,62 m ³ /tms Flotación - 0,14 m ³ /ton aglomerada Lixiviación	80%	Subterránea
	El Peñón	Oro y Plata	2.000 ton/día	289.000 oz oro 4.018.000 oz plata	0,28 m ³ /tms	80%	Subterránea
	Las Luces	Cobre	2.300 ton/día	8400	1,20 m ³ /tms	55%	Mar
III	La Coipa	Oro y Plata	16.500 ton/día	300.000 oz. oro equival.	0,25 m ³ /tms	80%	Subterránea
	Candelaria	Cobre	60.800 ton/día	203.847	0,40 m ³ /tms	85%	Subterránea
	Manto Verde	Cobre	22.500 ton/día	43.000	0,30 m ³ /ton	s/d	Subterránea
	El Salvador	Cobre	12.000 ton/día óxidos 35.000 ton/día sulfuros	80.000	1,71 m ³ /ton Flotación	38%	Subterránea y Superficial
IV	Los Pelambres	Cobre	110.000 ton/día	310.000	0,38 m ³ /tms	85%	Superficial
	Andacollo	Cobre	9.300 ton/día	22.000	0,22 m ³ /ton	s/d	Subterránea
	El Romeral	Hierro	11.000 ton/día	3.500.000 ton (granzas, finos y pellet feed)	0,13 m ³ /ton	1363%	Subterránea y Superficial
V	Andina	Cobre	64.500 ton/día	250.000	1,98 m ³ /tms	61%	Subterránea y Superficial
	El Soldado	Cobre	19.000 ton/día	65.000	0,73 m ³ /tms	s/d	Subterránea
	Cerro Negro	Cobre	1.100 ton/día	5.000	2,00 m ³ /tms	40%	Subterránea
R. M.	Los Bronces	Cobre	43.000 ton/día	195.000	0,79 m ³ /tms	s/d	Superficial

s/d: Sin dato

Fuente: Revista Minería Chilena, No. 240, Junio 2001.

Tabla No. 26
Distribución regional del consumo minero (m³/s)

Región	Situación Actual	Situación Futura
I	1,16	2,61
II	4,72	8,16
III	9,57	13,25
IV	1,15	1,55
V	0,80	1,21
RM	0,33	0,43
VI	7,21	9,01
VII	0,0	0,0
VIII	1,10	1,27
IX	0,0	0,0
X	1,5	2,06
XI	17,78	26,75
XII	0,18	0,33

Fuente: Dirección General de Aguas, 1996.

Cabe mencionar finalmente que el importante desarrollo minero ha generado conflictos por competencia por el recurso con los sectores agrícola y de abastecimiento de agua potable, especialmente en la zona norte del país. Cabe mencionar que, debido a las características de transabilidad de los derechos de aguas, como se verá en mayor detalle mas adelante, en este caso la gran diferencia de capacidad económica entre el sector minero y los otros usos hace que exista una movilidad principalmente de derechos de aguas que estaban en manos de pequeños agricultores provocando la tendencia al desaparecimiento de la actividad agrícola en la zona. Otro hecho son los conflictos existentes con comunidades indígenas asentadas en la meseta altiplánica, donde hay mayor disponibilidad del recurso, y sobre los cuales dichas comunidades reclaman derechos de carácter ancestral.

4.- CALIDAD DEL AGUA

4.1 Caracterización

4.1.1 Aguas superficiales

La constitución química de las aguas naturales presenta una gran variabilidad a lo largo del territorio nacional observándose en general una alta concentración de sales en las zonas áridas del país, decreciendo fuertemente hacia las regiones más húmedas.

En la tabla siguiente se presentan valores característicos para las cuencas más importantes a lo largo del país:

Tabla No. 27
Constitución Química Aguas Superficiales

Región	Punto de Control	pH	Conductividad Eléctrica (Umhos·cm ⁻¹)	Concentración (mg/l)					
				Cl	SO ⁴	Ca	Mg	K	Na
I	Lluta en Panamericana	7,4	3.450	688	700	247	71	38	405
	San José en Ausípar	8,3	805	54	177	58	33	12	74
II	Loa en Yalquincha	7,8	6.420	1.000	205	125	93	85	983
III	Copiapó en Mal Paso	7,8	1.180	44	350	126	31	5	71
	Huasco en Panamericana	7,9	775	30	220	93	18	3	37
IV	Elqui en Algarrobal	7,7	594	22	151	63	13	4	32
	Limarí en Panamericana	8,1	1.560	387	180	104	56	6	169
	Choapa en Puente Negro	8,1	452	21	69	42	13	3	27
V	Aconcagua en Chacabuquito	7,9	472	22	102	67	8	5	14
RM	Maipo en Cabimbao	7,7	1.320	148	306	159	29	8	83
VI	Cachapoal en Codao	8,0	530	32	107	74	11	1	20
VII	Mataquito en Pte. Lautaro	7,7	238	21	28	23	6	4	15
	Maule en Panamericana	7,3	150	13	13	13	4	2	10
VIII	Itata en Nueva Aldea	7,7	112	5	2	9	5	2	7
	Bío Bío en Sta. Juana	7,4	93	6	3	7	3	1	7
IX	Imperial en Carahue	7,2	74	5	1	6	2	1	6
	Toltén en T. Schmidt	7,3	62	4	1	5	2	2	5
X	Calle Calle en B. San Javier	7,0	45	3	1	4	1	1	4
XI	Coyhaique en T. Verdes	7,4	50	2	1	5	1	1	3
XII	Paine en Est. Paine	7,4	92	3	1	7	1	1	2
	Las Minas en BT Sendos	7,6	208	10	73	25	9	1	18

Fuente: Peña y Salazar, 1993.

La conductividad eléctrica, pH y concentración de los macroelementos representativos en cuencas importantes del país indican que las aguas del Norte Grande se caracterizan por sus altos contenidos de sales, lo que se refleja en valores de conductividad eléctrica que usualmente están entre 500 umhos·cm⁻¹ y 2.000 umhos·cm⁻¹, y en ocasiones superan largamente estas cifras. Las cuencas con mayor contenido de sólidos disueltos en esta zona son las de los ríos Lluta, Camarones y Loa, con conductividades eléctricas superiores a 2.000 umhos·cm⁻¹. Las cuencas de los ríos San

José, Qda. de Tarapacá y otras altiplánicas en general registran concentraciones inferiores a ese valor. Un caso excepcional lo constituye el río Lluta, en el cual se presentan cursos de agua con aguas extraordinariamente ácidas ($\text{pH} < 3$), y elevadas concentraciones de sales, en especial de compuestos de boro, situación que se asocia a la importante actividad volcánica. Una situación también excepcional la constituyen cursos ubicados en afluentes del río Loa (geysers del Tatio, II Región) con conductividades superiores a $10.000 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$.

En esta zona los ríos muestran un notable deterioro de la calidad de sus aguas a lo largo de su recorrido, fenómeno que tiene causas naturales y antropogénicas. Entre las causas naturales se tiene la disolución de sales contenidas en formaciones geológicas que son interceptadas por el cauce, el aporte de aguas de inferior calidad y la existencia de los cursos medios e inferiores de áreas con niveles freáticos próximos a la superficie, lo que produce una concentración de las sales por evaporación desde el suelo húmedo. También desempeñan un papel significativo en el fenómeno las labores agrícolas, debido a la evaporación que ellas implican y a los procesos de lixiviación de las sales contenidas en el suelo.

Un caso especialmente interesante de salinización a lo largo de su recorrido se observa en el río Loa, donde se observa disolución de sales, aportes de vertientes de alta salinidad, influencia del uso agrícola y además el efecto de la extracción para fines domésticos de recursos de buena calidad existentes en los ríos afluentes. Las aguas en la parte baja del río alcanzan conductividades que superan los $6.000 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$.

En el Norte Chico el contenido de sólidos disueltos de las aguas presenta en general valores menos elevados que en la Región I y II con conductividades eléctricas típicas menores de $2.000 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$, aunque con frecuencia en los cursos inferiores también se tienen restricciones para el uso del agua por exceso de salinidad (Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí). Hacia el sector sur de esta zona la calidad del agua mejora y las conductividades eléctricas no alcanzan a $1.000 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$. También en esta zona se observa un aumento significativo del contenido de sales en los cursos medios e inferiores de los valles.

En la zona Central la calidad del agua mejora notablemente, registrándose entre los ríos Rapel y Mataquito conductividades eléctricas bajo $500 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$. Dentro de esta zona, la cuenca del río Maipo (Región Metropolitana) muestra una situación anómala respecto a las vecinas, posiblemente debido a las características geológicas de la alta Cordillera de Santiago, con presencia de formaciones de carácter marino y de rocas ígneas producto de volcanismo reciente. Se observan en la parte superior de la cuenca altas concentraciones de sulfatos, calcio y manganeso, y conductividades eléctricas que varían normalmente entre 700 y $200 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$. Contrariamente a la tendencia general, en su condición natural el río Maipo tiene un mejoramiento de la calidad del agua en lo que respecta al contenido de sales hacia aguas abajo.

Desde la VIII Región hacia el sur, las abundantes precipitaciones permiten que las aguas mantengan contenidos de sólidos disueltos extraordinariamente bajos, midiéndose normalmente conductividades eléctricas inferiores a $200 \text{ umhos}\cdot\text{cm}^{-1}$.

a) Estacionalidad y crecidas

Las fluctuaciones de corto plazo están relacionadas fundamentalmente con la ocurrencia de crecidas, o bien asociadas a variaciones de carácter estacional intranual.

En Chile, las fluctuaciones de corto plazo más notables se observan con motivo de las violentas crecidas de verano de la región altiplánica (Norte Grande). En estas ocasiones, el aumento inicial

del caudal frecuentemente produce una importante disolución de sales acumuladas en el lecho de inundación durante los períodos de recesión. Posteriormente, el aporte de escorrentía directa superficial, la cual presenta un menor contenido de sales que los caudales originados en las aguas subterráneas, produce una disminución de los sólidos disueltos.

Las variaciones estacionales de la calidad del agua normalmente se caracterizan por un incremento de sales en solución durante los períodos de caudales bajos, cuando la escorrentía está sostenida básicamente por el vaciamiento de las aguas subterráneas, y una disminución durante el período de crecidas, ya sean estas pluviales o nivales. Estas variaciones son menos significativas en la medida que las características químicas de los diferentes tipos de escorrentía (superficial y subterránea) se asemejan entre sí.

b) Microelementos

En Chile los microelementos que han sido motivo de mayor atención son el arsénico, el boro y algunos metales pesados tales como el cobre, el molibdeno, el manganeso y el fierro.

El arsénico (As) se presenta con frecuencia en el Norte Grande del país, asociado al volcanismo cuaternario de la zona altiplánica.

En algunas cuencas (Camarones, Tarapacá, Aroma, Isluga y Loa) frecuentemente las aguas tienen un contenido de As superior a 0,5 mg/l, valor sustancialmente superior al aceptado en la norma chilena de agua potable.

En el Norte Chico aunque se han detectado aguas con arsénico en general se detecta en concentraciones admisibles dentro de la norma referida.

El contenido de boro también constituye una importante restricción para mucha de las aguas del Norte Grande. En especial las concentraciones son poco favorables en la región altiplánica, donde frecuentemente las aguas superan niveles de boro tan altos como 5.0 mg/l. Algunos cauces con elevado contenido de boro son el río Loa, la Quebrada de Camarones, Tarapacá y Aroma, y los ríos Isluga y Collacagua. En general la incorporación de este elemento al ciclo hidrológico en la zona tiene su origen en la actividad volcánica y en depósitos evaporíticos.

El contenido de boro de las aguas en el Norte Chico es normalmente inferior a los 2 mg/l, valor que introduce algunas limitaciones al uso. Desde la Región Metropolitana al sur la concentración de boro tiende a desaparecer.

En relación con metales pesados, las concentraciones totales, muestran presencia de cobre en la mayoría de los ríos de la Zona Central en los cuales existen faenas mineras no estando en general claro si ello se debe a una situación natural o al efecto de las mismas explotaciones. Los principales ríos en los cuales se detecta la presencia de cobre son: Elqui, Aconcagua, Maipo y Rapel.

El hierro presenta una distribución espacial relativamente similar al cobre, con la diferencia de que en la zona sur hay áreas, como la IX Región, donde también se detecta en concentraciones significativas.

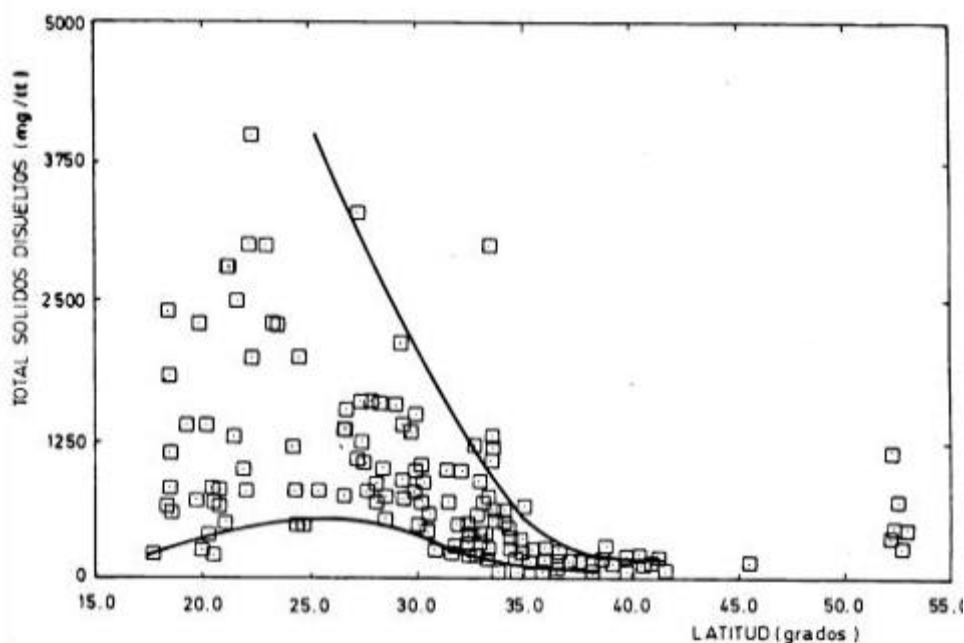
4.1.2 Aguas subterráneas

El conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas del país se ha generado principalmente a través de estudios de carácter local y ha estado restringido a ciertos parámetros; no existiendo en operación una red bien definida de control sistemático.

La calidad del agua subterránea queda determinada por las características de su recarga y por procesos químicos que se desarrollan en el acuífero (disolución, precipitación, oxidación-reducción, etc.). En términos generales se puede señalar que la importante interacción que se presenta en el país entre las aguas superficiales y subterráneas, tiene como consecuencia que la calidad del agua subterránea sigue de cerca las tendencias de las aguas superficiales que la recargan, aún cuando normalmente con niveles de sólidos disueltos superiores (Figura No. 39). Además el efecto de regulación que presentan los acuíferos impide la fluctuación estacional y de corto plazo de la calidad del agua.

Figura No. 39

Variación del contenido de sólidos disueltos I a XII Regiones en aguas subterráneas

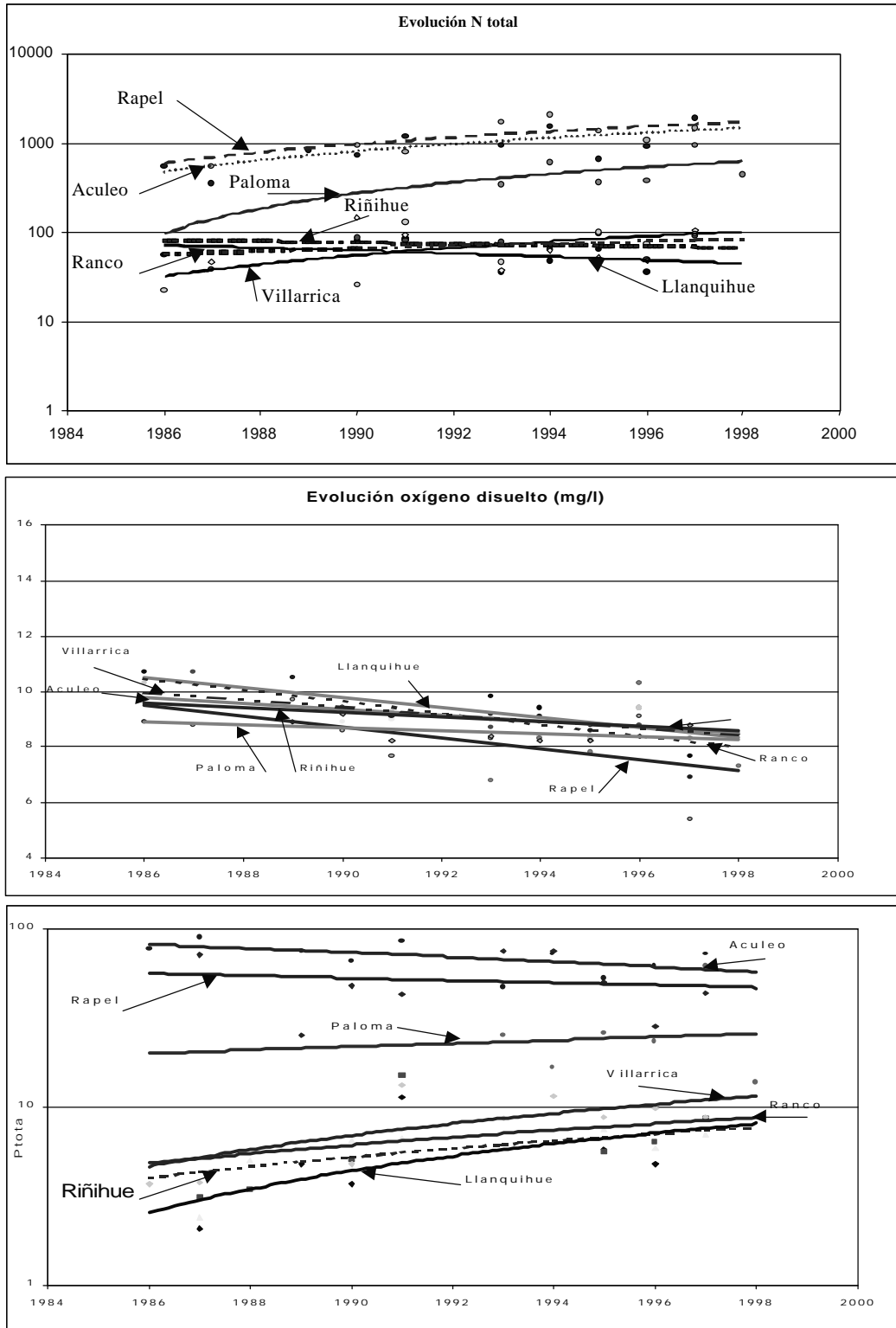


Fuente: Peña y Salazar, 1993.

4.1.3 Lagos y embalses

En los últimos 10 años, sobre la base de un monitoreo sistemático en los principales lagos y embalses, se aprecia una tendencia creciente en el deterioro de estos cuerpos lacustres principalmente debido a la antropización del entorno y el creciente desarrollo de acuicultura, especialmente en la zona sur del país (Figura No. 40).

Figura No. 40
Evolución calidad aguas en cuerpos lacustres



Fuente: Salazar y Soto, 1999.

4.2 El problema de la contaminación hídrica

En el caso de Chile, se debe mencionar además el importante papel que cumple el océano como receptor de contaminantes, ya que recibe, sin intervención de los sistemas fluviales, aproximadamente un 25% de los residuos domésticos, prácticamente el 100% de los residuos industriales líquidos (RIL) de la industria pesquera y otras descargas industriales de ciudades del norte del país, de Valparaíso y Viña del Mar, y de la zona de Concepción.

4.2.1 Aguas superficiales

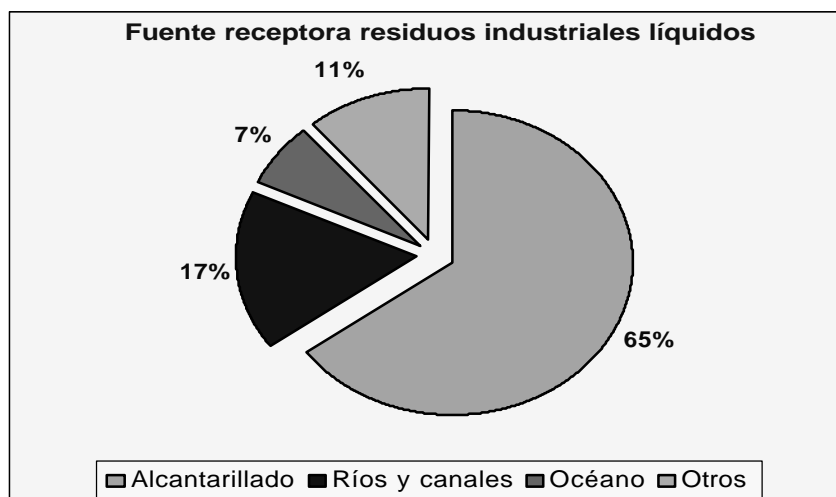
Los sistemas hidrográficos chilenos se caracterizan por el reducido tamaño de las cuencas y el corto recorrido y fuerte pendiente de los ríos. Estas características contribuyen a que los problemas de contaminación tengan un ámbito espacial más reducido y favorecen los procesos de autopurificación de los cauces. En contrapartida, para una amplia zona del país (Regiones I a Metropolitana) con escasa disponibilidad de recursos hídricos y una alta magnitud relativa de las extracciones, determina que la capacidad de dilución de contaminantes sea baja y que se tenga, a pesar de la capacidad de autopurificación, una mayor vulnerabilidad frente a los procesos de contaminación (Peña y Salazar. 1993).

A partir de evaluaciones exploratorias efectuadas a inicios de los 90, se establece un diagnóstico, sobre el nivel y tipo de contaminación existente esperada por cuenca o segmentos de cuenca para todo el país. Los resultados (Tabla No. 28) representan una primera aproximación a la identificación de las amenazas de contaminación del agua, actual y potencial, a lo largo del territorio nacional.

En relación con los efluentes de origen doméstico, estimaciones preliminares indicaban para el año 1998 que sólo el 9,3 por ciento de las aguas servidas de origen doméstico eran sometidas a tratamiento. De acuerdo con la carga contaminante, expresada en términos de DBO, la concentración del problema se produce en la zona central del país acorde con la concentración poblacional; siendo las regiones Metropolitana y VIII las más críticas (Tabla N° 29).

En relación con los residuos industriales líquidos, a partir de un catastro actualizado en 1997, se establece que el 65% de las aguas residuales descargan al sistema de alcantarillado y el resto a otras fuentes (Figura No. 41).

Figura No. 41



Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2001.

Tabla No. 28

Evaluación de grado y tipo de contaminación en Regiones

Región / Cuenca	Grado de contaminación		Tipo de contaminación	
	Actual	Potencial	Actual	Potencial
I Región, Río San José	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-
I Región, Pampa del Tamarugal	Nula a escasa	Baja	-	Bacteriol.
II Región, Río Loa	Media	Alta	Quím. y Bacter.	Quím. y Bacter
III Región, Río Copiapó	Baja	Media	Bacteriológica	Bacter. y quím.
III Región, Río Huasco	Baja	Media	Quím. y Bacter	Quím. y Bacter
IV Región, Río Limarí	Alta	Alta	Quím. y Bacter	Bact., Quím., Fís
IV Región, Río Choapa	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-
V Región, Río Aconcagua	Media	Alta	Quím. y Bacter	Quím. y Bacter
V Región, Río Maipo	Alta	Alta	Quím. y Bacter	Quím. y Bacter
VI Región, Río Rapel	Alta	Alta	Bacteriol.	Quím. y Bacter
VII Región, Río Mataquito	Alta	Alta	Bacteriol.	Bacteriol.
VII Región, Ríos Maule	Baja	Baja	-	-
VIII Región, Río Itata	Media	Media	Bacteriol.	Bacteriol.
VIII Región, Río Bío Bío	Media	Media	Quím. y Bacter	Quím. y Bacter
IX Región, Río Imperial	Baja	Baja	Bacteriol.	Bacteriol.
IX Región, Río Toltén	Baja	Baja	Bacteriol.	Bacteriol.
X Región, Río Valdivia	Media	Media	Bacteriol.	Bacteriol.
X Región, Río Bueno	Media	Media	Bacteriol.	Bacteriol.
XI Región, Río Aysén	Nula a escasa	Baja	-	Orgánica
XI Región, Río Baker	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-
XII Región, Río Serrano	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-
XII Región, sector continental e islas entre canal Ancho y Estrecho de Magallanes	Nula a escasa	Nula a escasa	-	-

Fuente: Dirección General de Aguas, 1989.

Tabla No. 29
Carga contaminante orgánica sobre ríos

Región	Población Servida (Miles habitantes)	DBO ₅ (ton/año)
I	No hay	No hay
II	6,76	1.322
III	131,8	2.596
IV	84,3	1.662
V	399,7	7.877
RM	4.734,1	93.261
VI	317,0	6.245
VII	399,9	7.878
VIII	615,3	12.123
IX	269,9	5.315
X	201,4	3.968
XI	35,1	692
XII	No hay	No hay
TOTAL		142.939

Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1994.

Las zonas más afectadas son la Bahía de Valparaíso y Concepción, y los ríos Maipo, Aconcagua, Maule, Andalién y Bío-Bío; situaciones que, a la fecha, han comenzado a mejorar, debido en parte, a la entrada en vigencia de algunos de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la Ley de Bases del Medio Ambiente, como son el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión; y los procedimientos para establecer planes de prevención y de descontaminación. Esto ha llevado a la implementación de sistemas de tratamiento de aguas domésticas y de vertidos industriales al sistema de alcantarillado.

En efecto, a fines del año 1999 se puede observar un cambio, a través de la mayor incorporación de tratamiento de residuos industriales líquidos vertidos a fuentes naturales (Tabla No. 30).

Tabla No. 30
Autorizaciones para Sistemas de Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos en 1999

Región	Destino de descarga						
	Alcantarillado	Canal	Estero	Infiltración	Mar	Riego	Río
II	2	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0
IV	1	1	0	0	0	0	0
V	5	1	2	1	0	4	3
VI	1	2	3	0	0	3	1
VII	4	3	1	0	0	0	3
VIII	6	1	1	0	0	0	6
IX	1	0	1	0	1	0	2
X	9	3	1	2	1	2	6
XI	0	0	0	0	0	0	0
XII	1	0	0	0	0	0	0
RM	92	10	3	6	0	11	10
TOTAL	121	22	12	9	2	20	31

Fuente: Superintendencia de Servicios sanitarios, 2001.

4.2.2 Aguas subterráneas

El riesgo de contaminación de un acuífero depende de la existencia y características de las cargas contaminantes y de la vulnerabilidad de los acuíferos. Los acuíferos más vulnerables son aquellos que se presentan en forma no confinada (y en consecuencia no tienen un estrato superior que los aisle), poco profundos y cuya granulometría contiene escasa cantidad de finos. En Chile la mayoría de los acuíferos explotados son libres o semi-confinados y con baja presencia de finos. Las profundidades son variables siendo importantes en los sectores del Valle Central próximos a la Cordillera de Los Andes y en general pequeñas en los cursos medios e inferiores, de modo que estos acuíferos resultan frecuentemente bastante vulnerables.

Además la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas, en general en el país es muy activa, lo que facilita la transferencia al acuífero de las descargas contaminantes superficiales.

Los compuestos que produce restricciones en forma más generalizada en los sistemas de aguas subterráneas son los nitratos, debido a la alta movilidad y estabilidad que muestran en los acuíferos. Las fuentes de nitratos normalmente son las aguas servidas domésticas y los fertilizantes. Otros constituyentes inorgánicos presentes frecuentemente son cloruros, hierro, manganeso, sodio y sulfatos. La amplia gama de compuestos orgánicos sintéticos, que se utilizan normalmente como plaguicidas muestran un comportamiento variable aunque en general presentan una alta sorción en los suelos.

La contaminación localizada de las aguas subterráneas se produce por infiltración en pozos con residuos industriales y por percolación desde depósitos de cola minero (tranques de relaves), lagunas de estabilización y rellenos sanitarios. En general en el país no existe información acerca de la ocurrencia de contaminación de este tipo, aunque no se puede descartar la posibilidad de que esté presente en la actualidad en especial en las zonas industriales.

Mediciones efectuadas en los diferentes cauces muestran procesos de salinización en diferentes valles del norte del país asociados a la actividad agrícola. Un ejemplo notable en este sentido se observa en el Valle de Azapa, donde la incorporación de nuevos suelos al riego desde los años 60 ha sido acompañada de un incremento sostenido de la concentración de sales en las aguas subterráneas.

La contaminación por nitratos se presenta claramente en sectores de la Región Metropolitana asociada al manejo de las aguas servidas y de los residuos sólidos. Se han detectado problemas de contaminación de este tipo en los sectores de Maipú, Renca, La Cisterna, San Miguel, Buin y Paine. En el sector de Maipú, área Santiago Poniente, se detecta constantemente una elevada presencia de $N-NO_3$, sobre la norma de agua potable (10 mg/l). También en los valles al norte de Santiago (Azapa, Copiapó, Limarí, Aconcagua) se detecta frecuentemente nitratos en las aguas subterráneas, aunque en general la concentración no supera las normas. En estos casos posiblemente las fuentes del nitrato sean diversas, incluyendo la percolación de aguas servidas y usos de fertilizantes en la agricultura.

En relación a las aguas subterráneas se debe mencionar además la contaminación producida por el fenómeno de intrusión salina, cuando se sobreexplotan acuíferos costeros. En Chile este problema se ha detectado en acuíferos que sirven de fuente de abastecimiento para balnearios ubicados en el litoral del Norte Chico y Central, lo que en ocasiones ha obligado a restringir su aprovechamiento.

Respecto del agua subterránea en 1990 de un total de 395 servicios de agua potable, entre las regiones I y XII, se detectaron sustancias contaminantes en 102 localidades. De ellas, 45

presentaron compuestos nitrogenados (nitrato, nitrito). Asimismo, se encontró un total de 37 localidades que mostraron presencia de fierro, en la mayoría de los casos en conjunto con manganeso. Por último, 17 localidades presentaron sustancias diversas, por lo general sólidos disueltos, cloruro y magnesio (Tabla No. 31).

Tabla No. 31
Problemas de Contaminación en Aguas Subterráneas

Región	Localidades con problemas (n°)	Sustancia contaminante problema
I	1	Sólidos disueltos
III	4 / 1	Sólidos disueltos, Cl, Mg/nitrógeno amoniacal
IV	4 / 4 / 3	Nitrato, nitrito / Fierro/Sólidos disueltos, Cl, Mg.
V	1 / 2	Nitrato / Fe
RM	7 / 9 / 3	Nitritos / Sólidos disueltos, SO ₄ , Mg/Fe. Mn
VI	8 / 7 / 1	Nitrito / Fe, Mn / Hg
VII	15 / 6	Nitrito / Fe, Mn /Hg
VIII	7 / 8	Nitrito / Fe
IX	4 / 1	Fe, Mn / Nitrato
X	1 / 3	Nitrito / Fe, Mn

Fuente: Universidad de Chile, 1999.

4.2.3 Aspectos relativos a salud pública

La contaminación del agua de origen fecal puede venir acompañada de microorganismos patógenos, dañinos para la salud humana. El contenido de coliformes fecales en el agua es un indicador de contaminación fecal de ésta, por esto la norma chilena NCh 409, sobre requisitos para el agua potable, establece que debe haber ausencia de coliformes fecales en el agua potable. Las enfermedades asociadas a este tipo de contaminación son las llamadas entéricas: *Cólera, Hepatitis A, Fiebre Tifoidea, Paratifoidea, Leptospirosis*.

Tabla No. 32
Situación Nacional de las Enfermedades de Notificación Obligatoria

Enfermedad	N° de casos Notificados							
	1996		1997		1998		1999	
	N° casos Ene-Dic	TIC	N° casos Ene-Dic	TIC	N° casos Ene-Dic	TIC	N° casos Ene-Dic	TIC
Cólera	4	0,03	1	0,01	24	0,16	0	0,00
F. Tifoidea y Paratifoidea	1.395	9,67	1.249	8,54	1.152	7,77	801	5,33
Hepatitis	8.180	56,73	10.525	71,98	5.796	39,10	4.666	31,07

TIC: Tasa de incidencia acumulada

Fuente: Ministerio de Salud, 2000.

En Chile, la leptospirosis es una enfermedad que no se encuentra incluida entre las enfermedades de notificación obligatoria, por lo tanto la magnitud de este problema es desconocida. Por otra parte, no existe capacidad diagnóstica de laboratorio en los Servicios de Salud del país. Al efectuar una revisión de las defunciones por leptospirosis en un período de 10 años, se encuentran sólo 9 defunciones por leptospirosis, correspondiendo todas a hombres, entre 19 y 69 años de edad (Tabla No. 33).

Tabla No. 33
Número de Defunciones por Leptospirosis

Año	Nº defunciones
1986	2
1987	1
1988	0
1989	0
1990	1
1991	0
1992	0
1993	2
1994	0
1995	1
1996	2

Fuente: Ministerio de Salud, 2001.

5.- PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO

Se considera caudal ecológico al caudal mínimo de agua que se requiere conservar en el cauce natural de forma de asegurar la supervivencia de los diversos componentes y funciones de los ecosistemas acuáticos.

Si bien en los últimos años se ha planteado la necesidad de conservar caudales ecológicos, han surgido problemas importantes en la aplicación práctica de este concepto. En Chile se ha argumentado que, al no existir una recopilación sistemática de antecedentes, por ahora sólo es factible la utilización de metodologías con base hidrológica y no metodologías más completas para su determinación como las que actualmente son comunes en Estados Unidos y Europa. En estos países se comenzó por destinar, para la preservación de los ecosistemas dulceacuícolas, un caudal que fluctúa alrededor del 10 por ciento del caudal medio original del río. No obstante esta fórmula se dificulta en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas, zonas en las cuales los caudales presentan una alta variabilidad de nivel anual e interanual.

Un criterio de aplicación general contempla considerar la manutención de un flujo en los cauces o caudales ecológicos que equivale al 10% del caudal medio pasante, criterio que se aplica en la constitución de derechos de aguas, situación que en la práctica es aplicable en cauces de la IX región al sur. Para la VIII Región se considera una fracción menor del 10 por ciento como reserva de caudal ecológico para el caso de ríos donde los derechos de aprovechamiento aún no han sido totalmente asignados, o cuando se trata de derechos no consuntivos. En tanto, en la Zona Central, este criterio se aplica sólo para los cursos inferiores de los principales ríos. De la VIII Región al norte, los derechos de agua ya concedidos no dan lugar a asegurar un caudal mínimo por razones ecológicas; los usuarios del agua muy bien podrían secar los cauces si utilizasen a plenitud sus derechos. Se trata de derechos de aprovechamiento concedidos cuando aún no se tomaban en cuenta consideraciones ecológicas.

Cabe mencionar que la autoridad competente cuenta, dentro de los procedimientos, con otros criterios para estimar los caudales mínimos de preservación y que se aplican según la naturaleza y características específicas.

La determinación de caudales ecológicos, adicionalmente a lo ya expresado, presenta el problema de que su evaluación resulta sumamente compleja, particularmente si se tiene en cuenta que la biota acuática presenta distintos requerimientos en sus diferentes etapas de desarrollo. Aún más, en determinados períodos del año coexisten sólo algunos estados de vida y, en otros, todos ellos se hallan presentes, manifestándose interacciones que no son conocidas en su totalidad.

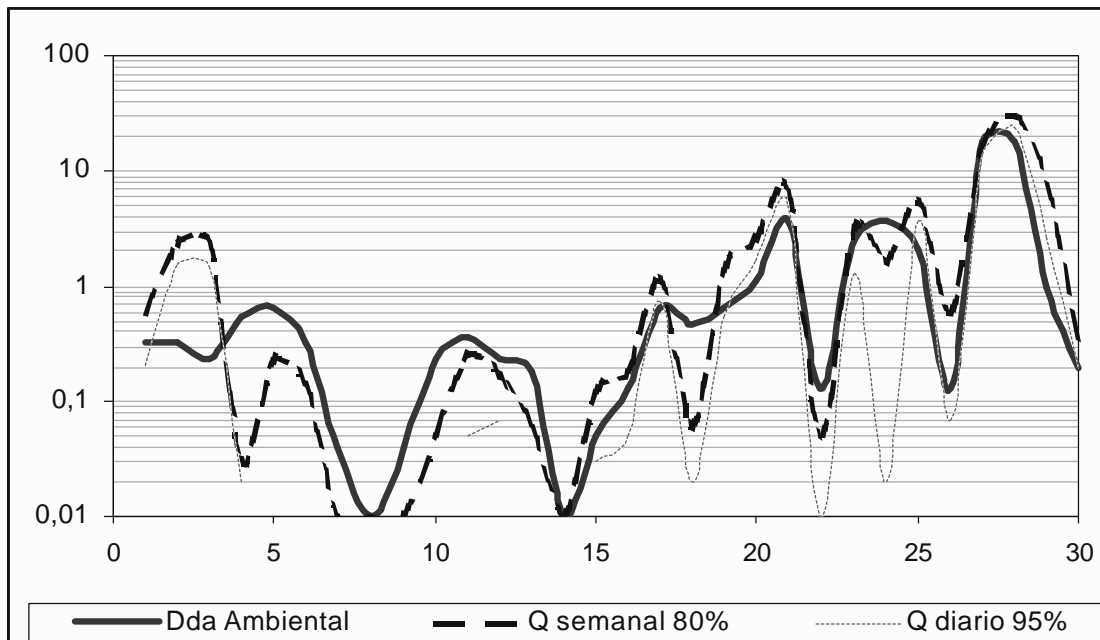
Por otra parte, es previsible que los conflictos por consideraciones de conservación ecológica se acentúen en el mediano y largo plazo cuando los beneficiarios de derechos de aprovechamiento, como consecuencia de una mayor demanda por el recurso hídrico producto del crecimiento económico y demográfico, pretendan la utilización plena de sus derechos. Se ha planteado que, para el caso de ciertos cauces, el volumen de agua que representan los derechos concedidos excedería los caudales disponibles. En todo caso, este es un tema que requiere un estudio más cuidadoso.

En todo caso estudios realizados para la zona central han permitido tener aproximaciones sobre la base de la caracterización de caudales ecológicos, cabe señalar que, en la zona central del país el uso del recurso es altamente intensivo, produciendo en muchos casos situaciones de secamiento de los cauces en época de verano. Se han efectuado estimaciones preliminares de demanda ambiental

para cauces ubicados entre la Regiones IV y Metropolitana, basadas en requerimientos de peces representativos (trucha, pejerrey, etc). Dichos valores se han comparado con indicadores hidrológicos de flujos mínimos, representados a través de caudales medios semanales con probabilidad de excedencia 80% y caudales diarios con probabilidad de excedencia 95% (Tabla No. 34).

Se puede observar que existe una grado razonable de similitud entre la demanda ambiental y caudales semanales (Figura No. 42). En el eje horizontal se han representado las estaciones siguiendo número de norte a sur, se aprecia que en las estaciones 1 a 10 (ríos Elqui y Limarí) la diferencia es mayor; hacia el sur se reduce, debiendo considerar que la utilización intensiva del recurso genera en algunas estaciones caudales observados muy bajos.

Figura No. 42
Demanda ambiental v/s flujos mínimos hidrológicos (m³/s)



Fuente: Elaborado en base a Salazar y Silva, 1993.

Tabla No. 34
Demanda ambiental v/s flujos mínimos

Región	Río	Estación	Demanda Ambiental (m3/s)	Flujos mínimos (m3/s)	
				Q semanal (80%)	Q diario (95%)
IV	Elqui	E1	0,33	0,57	0,21
		E2	0,33	2,35	1,53
		E3	0,24	2,5	1,51
	Limarí	L1	0,55	0,03	0,02
		L3	0,66	0,23	0,00
		L4	0,33	0,14	-
		L6	0,04	0,01	0,00
		L7	0,01	0,01	0,00
		L8	0,04	0,01	0,00
		L10	0,24	0,05	0,00
	Choapa	Ch1	0,36	0,25	0,05
		Ch2	0,24	0,16	0,07
		Ch3	0,18	0,06	0,00
Quilimarí	Q1	0,01	0,01	0,00	
V	Petorca	P1	0,05	0,12	0,03
	Ligua	L1	0,13	0,18	0,05
	Aconcagua	A2	0,66	1,12	0,75
		A3	0,48	0,06	0,02
		A4	0,66	1,35	0,54
		A7	1,10	2,54	1,70
		A8	3,70	6,82	5,02
		A9	0,13	0,05	0,01
		A10	2,60	3,15	1,28
		A11	3,70	1,65	0,02
Región Metrop.	Maipo	M2	2,00	5,44	3,72
		M3	0,13	0,59	0,07
		M4	18,0	17,1	14,1
		M5	18,0	30,2	23,8
		M7	1,00	7,78	2,66
		M9	0,20	0,32	0,20

Fuente: Salazar y Silva, 1993.

La incorporación del concepto de caudales ecológicos se ha efectuado en las prácticas de asignación de derechos de aguas desde la década de los 80, inicialmente en forma incipiente y a partir de criterios y elementos de juicio casuísticos. En la década de los 90 se comenzó un trabajo de sistematización consultando en una primera fase definir valores a partir del nivel de conocimiento disponible. La Dirección General de Aguas (DGA) incorporó en forma permanente el establecimiento de flujos de protección de ecosistemas fluviales en las zonas en las cuales ésta dimensión requería contemplarse. Además, dado que el sistema de asignación de derechos permite la posibilidad de intervención pública, la posibilidad de debate a los valores definidos por la DGA tanto por parte de la parte peticionaria de las aguas como por parte de instituciones públicas o personas naturales ha estado abierta y en algunos casos ha sido ampliamente debatida.

Cabe señalar que los procedimientos utilizados por la DGA están formalizados¹⁰ lo cual permite disponer de elementos de juicio bien definidos y transparentes, los cuales se han basado en la experiencia anteriormente señaladas a la que se agregan investigaciones en desarrollo y los aportes específicos que proporcionar en cada caso los interesados o los opositores a las solicitudes de derechos de aguas. Asimismo dentro de los procedimientos de la evaluación de impacto ambiental el concepto también está presente. En este sentido el acuerdo operativo entre instituciones establece que la DGA es el órgano especializado que determina los valores de caudal ecológico a partir de los antecedentes disponibles y sus criterios técnicos.

Finalmente, cabe señalar que se ha establecido en una diversidad de cauces caudales ecológicos, especialmente en la zona sur del país donde el uso de los cauces no ha alcanzado históricamente, valores que permiten que tramos queden secos. Debe considerarse que el concepto se aplica a la constitución de nuevos derechos de aguas. En el caso de derechos de aguas existentes el tema es de mucha mayor complejidad atendiendo principalmente a que el derecho de aguas es un derecho real, es decir es de propiedad del tenedor. En consecuencia se puede afectar la propiedad privada la cual tiene un alto nivel de protección jurídica en el marco legal chileno.

¹⁰ Dichos procedimientos se encuentran definidos en el “Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos” de la Dirección General de Aguas. Este manual se revisa en forma periódica aproximadamente cada dos años, estando vigente la versión del año 1999.

6 ASPECTOS JURÍDICO-INSTITUCIONALES DE LA GESTIÓN DEL RECURSO

6.1 Marco institucional y legal

La gestión de los recursos hídricos responde al marco jurídico - institucional que se ha establecido, dentro del cual el rol que se asigna al Estado y a los individuos define las formas de materializar la gestión y aprovechamiento del recurso. En el caso chileno los principales elementos que configuran dichos roles son:

- a) Las aguas son bienes nacionales de uso público; es decir, el dominio sobre ellas pertenece a la nación.
- b) A su vez, el marco legal establece que sobre dichas aguas es posible conceder a los particulares el derecho de aprovechamiento, cuyo titular puede usar, gozar y disponer de él, como cualquier otro bien susceptible de apropiación privada y tiene una protección jurídica similar; es decir, desde el punto de vista legal es un derecho real.
- c) Además, dicho derecho de aprovechamiento es un bien principal, es decir, no es accesorio a la tierra o industria para los cuales hubiera estado destinada. En consecuencia se puede transferir o transar libremente, situación que enfatiza la dimensión económica del recurso hídrico y que responde consecuentemente a la condición de bien escaso en la mayor parte del territorio.
- d) El Estado desempeña un rol subsidiario, o sea, no realiza aquellas tareas que pueden desarrollar los privados. En este ámbito el Estado orienta su acción a las tareas normativas y reguladoras, cumple una función de promoción de la equidad social, y también de fomento y desarrollo en aquellas áreas que los privados no pueden asumir.

6.1.1 Características Principales de la Institucionalidad estatal

Desde la perspectiva de la institucionalidad estatal, las características principales en Chile son:

- a) Concentración en una sola institución de las funciones de medición, investigación y de administración de recursos hídricos que competen al Estado. Ello tiene la enorme ventaja de orientar la evaluación de los recursos hídricos, hacia las necesidades más urgentes de la toma de decisiones, por parte de la autoridad y de los usuarios.
- b) Independencia de las tareas de regulación, tanto en lo que respecta al recurso hídrico como desde un punto de vista ambiental. Esta función que se ejerce de forma independiente de los organismos de Gobierno que atienden a un sector usuario específico.
- c) La clara separación institucional de las distintas funciones que desarrolla el Estado.
- d) Una de las limitaciones más importantes que es posible identificar en materia de institucionalidad, corresponde a la ausencia de instancias de coordinación intersectorial, de carácter público y privada, exceptuando el tema ambiental, para el cual la legislación lo establece expresamente a través de la ley 19.300.

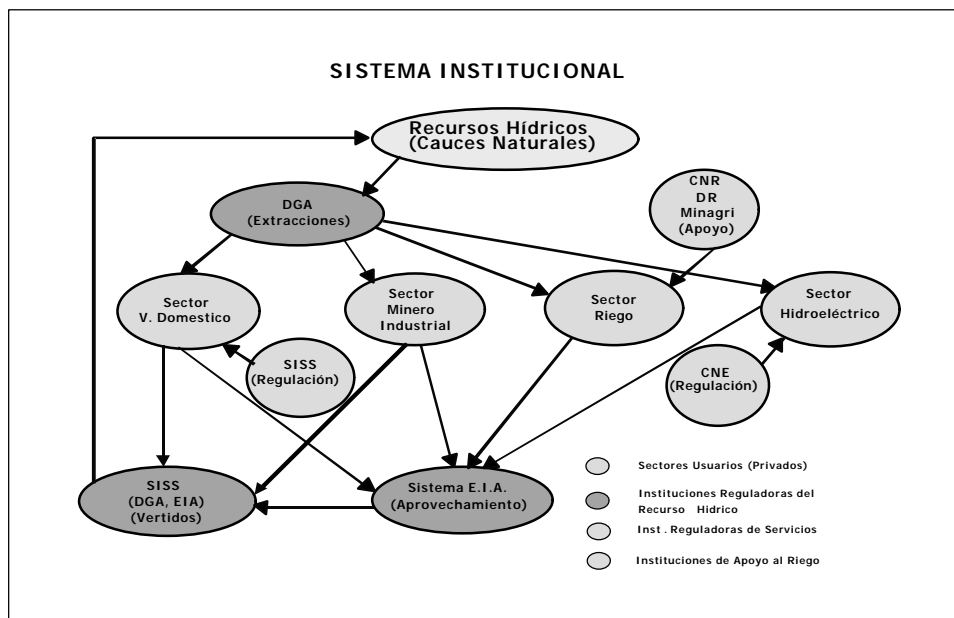
6.1.2 Objetivos de la estructura institucional.

La estructura institucional del Estado busca en lo fundamental:

- Evitar la distorsión de la función reguladora que se puede producir, cuando dicha función coexiste en una misma institución con objetivos de carácter social, los cuales en el ordenamiento existente tienen un camino propio y explícito de solución, u otros programas de gobierno.
- Otorgar un marco multisectorial e integral al tema ambiental relativo a los recursos hídricos.
- Dar señales claras a los usuarios del recurso hídrico, públicos y privados, a los prestadores de servicios y a sus usuarios, en relación a la escasez del agua y su valor económico.
- Garantizar el desarrollo económicamente eficiente de los aprovechamientos sectoriales.

En la Figura No. 43 se aprecia el esquema institucional relacionado con el recurso hídrico.

Figura No. 43
Sistema institucional para el recurso hídrico



Fuente: Dirección General de Aguas, 1999.

6.1.3 Rol del sector público

Bajo este marco institucional general, actualmente existente, y particularmente en relación con la gestión y aprovechamiento del recurso hídrico, el Estado asume las siguientes funciones:

- a) Investigar y medir los recursos hídricos y generar las bases de datos que permitan la gestión informada del agua.
- b) Regular el uso del recurso hídrico, evitando el menoscabo de los derechos de terceros y su sobreexplotación. Para ese propósito debe analizar la concesión de los nuevos derechos de aprovechamiento y el otorgamiento de variadas autorizaciones (vertidos, construcción de obras, cambios en los puntos de extracción de las aguas, etc.).
- c) Regular los servicios asociados a los recursos hídricos, (agua potable, hidroelectricidad), y promover las condiciones para su desarrollo económicamente eficiente. Considerando el carácter de monopolio natural de los servicios sanitarios y del abastecimiento eléctrico, el rol estatal se orienta en estos casos principalmente a garantizar la calidad de los servicios y a definir su tarifa.
- d) Conservar y proteger los recursos hídricos, mediante el sistema de evaluación de impacto ambiental y la normativa relativa al tema.
- e) Apoyar la satisfacción de los requerimientos básicos de los sectores más pobres de la población, para lo cual se ha implementado el subsidio directo al consumo de esos grupos.
- f) Promover, gestionar y, en la medida que existen beneficios sociales, apoyar el financiamiento de obras de riego y de las grandes obras hidráulicas que, debido a su complejidad, no existe posibilidad de que sean asumidas por los privados.

6.1.4 Rol del sector privado

Por su parte, los privados tienen las siguientes responsabilidades:

- a) Estudiar, financiar, decidir y materializar los proyectos de desarrollo o inversión asociados al agua. En este proceso los derechos de aprovechamiento, son parte de su activo patrimonial o comercial y, el agua, se puede considerar como un insumo dentro de la actividad productiva contemplada.
- b) Llevar a cabo la distribución de los recursos hídricos de acuerdo a los derechos de cada cual, además de la mantención de las obras de aprovechamiento; tarea que los privados desarrollan institucionalmente a través de organizaciones de usuarios, tales como juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas, comunidades de aguas u otras formas de organización.

6.2 Los derechos de aguas

La legislación de aguas chilena se fundamenta en la teoría económica del libre mercado y en el rol subsidiario del Estado. Se basa en el concepto de que la eficiencia en el uso se alcanza en la medida que se reconoce el valor real del recurso, para esto define los derechos de aprovechamiento como derecho real permitiéndose su enajenación sin restricciones de ninguna especie, reduciendo las potestades de la autoridad administrativa en materia de manejo y planificación del recurso.

Si bien el Código Civil chileno (artículo 595) y el Código de Aguas (artículo 5) declaran que las aguas son bienes nacionales de uso público, es decir, pertenecen a la Nación toda y su uso corresponde a los habitantes de la Nación (artículo 589 del Código Civil), se concede a los particulares un derecho de aprovechamiento sobre esas aguas que permite al titular usar, gozar y disponer de él como cualquier otro bien susceptible de apropiación privada; así una vez otorgado, dicho derecho pasa a ser protegido como propiedad privada según lo establece el artículo 19 N° 24 inciso final de la Constitución Política de la República

Hay opiniones que señalan que lo anterior es contradictorio en su esencia ya que al permitir la libre disposición de un derecho se está permitiendo indirectamente la comercialización de un bien que por definición no es comerciable (bien nacional de uso público).

Como se ha señalado el derecho de agua es un bien principal y no accesorio al uso al cual estuvieran destinadas, es decir tiene un régimen similar a un bien inmueble.

Los derechos son otorgados gratuitamente por el Estado a los particulares, tampoco es obligación indicar el uso que se dará a las aguas ni justificar la cantidad de agua solicitada. Por otra parte no existe la obligación de usar los derechos de aprovechamiento, no existiendo sanción de ninguna índole por su no uso. Es decir el beneficiario del derecho no está obligado a ejecutar obras de aprovechamiento asociadas al derecho otorgado.

No existe orden de preferencia en relación con los diversos usos para decidir el otorgamiento de los derechos en caso de presentarse simultáneamente varias solicitudes sobre las mismas aguas; en estos casos, de no existir disponibilidad, se aplica un procedimiento de remate adjudicando al mejor postor. Cabe mencionar que el Código de Aguas establece un mecanismo de remate de los recursos por parte de la autoridad con el fin de impulsar el desarrollo o aprovechamiento del recurso en zonas de interés.

6.2.1 Transacciones de aguas

Como se ha mencionado, la disponibilidad y las demandas son heterogéneas lo que motiva que las transferencias de aguas son de carácter muy diverso y respondan a situaciones específicas. (Dinar)

Las transacciones de derechos de aprovechamiento usualmente tiene como comprador a las empresas que otorgan servicios sanitarios, en menor grado las empresas mineras. Normalmente los derechos transados provienen del sector agrícola, ya sea porque se urbanizan o por venta propiamente tal. (Briscoe, Gazmuri, Hearne) Los antecedentes disponibles (Peña y Jaeger. 2000) indican que más del 50% de las empresas de servicios sanitarios localizadas en las regiones del país tienen una política de adquisición de derechos de aprovechamiento para apoyar el abastecimiento de la demanda existente.

Las empresas mineras por su parte recurren en forma más esporádica a la adquisición de derechos de aprovechamiento, prefiriendo explorar las zonas próximas a las faenas mineras para obtener derechos de aguas subterráneas. Sin embargo, a pesar de que el número de transacciones es bajo en comparación con el total de derechos, existen algunos casos interesantes que cabe mencionar; uno de ellos se refiere a la parte alta de la subcuenca del río Mapocho (cuenca del río Maipo), emplazada en la parte alta de la ciudad de Santiago (Región Metropolitana), en donde se registra un traspaso para uso de agua potable del 40% de los derechos de aprovechamiento utilizados en agricultura. Por otra parte, en la II Región, se ha producido la venta más alta de derechos de aguas entre dos empresas la cual alcanzó a un caudal de 700 l/s con un monto de US \$136 millones. También en la misma Región otra empresa minera ha adquirido importantes derechos en la parte baja del río Loa, a través de la compra de derechos a agricultores. (Valdes, 2001)

Las transacciones de carácter temporal o arriendo de derecho o de un volumen de agua se presentan en situaciones de sequía principalmente y se da principalmente entre agricultores. Sin embargo, se han dado casos en los cuales frente a situaciones de sequía empresas de servicios sanitarios han arrendado a agricultores, hecho que ha acontecido en la zona central del país (cuenca de los ríos Maipo y Aconcagua). En el primer caso el arrendamiento se produce en sistemas que disponen de infraestructura de distribución flexible que permita la redistribución sin costos significativos.

La experiencia existente en la cuenca del río Limarí, IV Región, es destacable. En efecto, en dicha cuenca existe un sistema de tres embalses con una capacidad total de 1.000 millones de m³, permitiendo la regulación multianual del recurso. En este sistema los usuarios tienen expresados sus derechos en términos volumétricos pudiendo hacer uso de dichos recursos en la época que estimen más adecuada, generándose un activo mercado de transacciones. Durante la temporada 1995-96, donde se experimentó una sequía, se verificó la reasignación del 16% del agua total entregada por el sistema.

El bajo nivel de transacciones existentes se explica por la existencia de disponibilidad del recurso hídrico en muchas partes del país. Por otra parte la cultura tradicional de los usuarios agrícolas que vinculan indisolublemente sus derechos de aguas a la tierra; la rigidez de las estructuras de distribución y conducción; las demandas mineras, de uso doméstico e industriales, que son las más dinámicas, representan un porcentaje bajo respecto del uso del recurso. (Lee, Rios, Simpson)

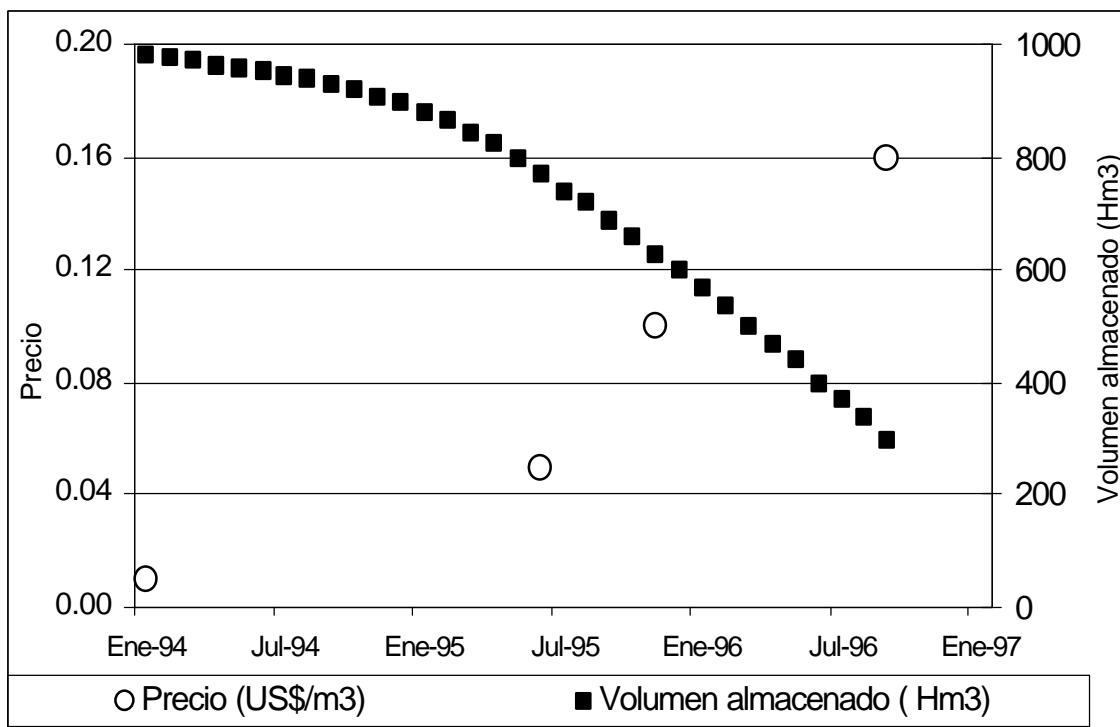
Como se ha señalado, el número de transacciones es bajo, de los cuales tampoco se cuenta con la información en detalle de ellas. Sin embargo en forma preliminar se puede indicar lo siguiente:

- a) Para los cauces que se ubican desde la Región Metropolitana al norte los valores más característicos fluctúan entre US \$1.000 y US \$4.000 por cada l/s. Cabe mencionar situaciones locales específicas¹¹ en las cuales el valor se eleva significativamente. Asimismo en la cuenca del río Limarí, se observa una fluctuación más amplia que varía entre US \$1.500 a US \$7.000 por cada l/s. Mas al sur los valores bajan significativamente, como son los casos de la cuenca del río Maule (entre US \$200 y US \$600 por l/s) y río Bío-Bío (US \$450/l/s)
- b) Respecto a las transferencias temporales o arriendo, su cantidad y magnitud se asocia significativamente a las condiciones hidrológicas. En la cuenca del río Limarí se puede observar

¹¹ Algunos datos específicos obtenidos principalmente a través de las organizaciones de usuarios, indican que en la cuenca del río Loa el valor alcanza a unos US\$ 28.000 por l/s; en la cuenca alta del río Mapocho frente a la ciudad de Santiago, (cuenca del río Maipo) llega a US\$ 25.000 por l/s. En la cuenca del río San José a poco más de US\$ 6.000 l/s.

que ante un período de sequía fuerte los valores crecen fuertemente en la medida que el volumen disponible se reduce (Figura No. 44)

Figura No. 44. Evolución del precio de arriendo. Sistema Paloma, Río Limarí.



Fuente: Peña, 1996.

6.2.2 Modificación de la ley de aguas

En esta materia en los últimos años ha existido un amplio debate respecto del temas de los derechos de aprovechamiento, a partir la puesta en discusión de un proyecto de modificación de la ley de aguas chilena (Código de Aguas). En forma sintética se pueden mencionar los aspectos, tanto positivos como negativos, que se argumentan en relación al sistema vigente.

Aspectos positivos	Aspectos negativos
Existe seguridad jurídica para los dueños de derechos de aprovechamiento de agua; incentivando la inversión privada ya que existe certidumbre de contar con el recurso, cuestión altamente valorada por el inversionista nacional e internacional	No se garantiza ni incentiva el uso productivo del agua. Siendo el agua un recurso escaso, no existe razón alguna para permitir que un particular adquiera derechos de agua gratuitamente y no los use. Esta posibilidad permite la especulación e incluso obtener un enriquecimiento por el mero transcurso del tiempo a costa de las demandas crecientes.
Existe flexibilidad y movilidad en el cambio de uso de las aguas, lo anterior permite dar al recurso el destino mas eficiente y productivo que pueda encontrar el titular del derecho	El no incentivo al uso beneficioso y efectivo de las aguas favorece los monopolios y el manejo del recurso hídrico como un instrumento de competencia económica desleal; es así que bloqueando al acceso al recurso se impide el ingreso de nuevos competidores al mercado y la expansión de la oferta de bienes y servicios
Existe libertad de transacción y transferencia de los derechos de agua, lo que obviamente tiende a la optimización en su uso	Constituye un abuso del derecho quien detenta para sí la facultad de uso exclusivo y excluyente de un bien nacional e uso público y no lo destina a un aprovechamiento efectivo y beneficioso para la comunidad.
En general la libre transacción constituye un mecanismo adecuado para la reasignación del recurso sin intervención del Estado.	

La proposición de modificación del Código de Aguas lleva una larga discusión, casi 10 años de trámite legislativo, debido a la fuerte discrepancia de opinión sobre la necesidad de modificación. Cabe mencionar que en los últimos años se ha logrado un importante consenso sobre la necesidad de corregir las principales distorsiones existentes. Los aspectos mas relevantes en esta materia son los siguientes:

- a) Acumulación de derechos de aguas.

En el caso de los derechos no consuntivos cabe mencionar algunos casos ilustrativos de la situación existente:

La principal empresa de generación hidroeléctrica tiene constituidos derechos por un caudal de casi 7.600 m³/s, de los cuales utiliza 1.013 m³/s. Estos derechos representan un 59% del caudal total constituido en el país y un 73% del caudal constituido a las principales empresas generadoras. Adicionalmente el caudal ya constituido equivale a 4,5 veces los derechos actualmente utilizados en generación hidroeléctrica en el país.

Además esta misma empresa hidroeléctrica tiene solicitado y se encuentra en tramite un caudal de poco mas de 16.100 m³/s, lo que sumado a lo anterior alcanza a un total de cerca de 23.700

m³/s. Es decir en el caso hipotético que se constituyeran los derechos solicitados llegaría a tener un caudal máximo superior al 80% del caudal total utilizable en el país.

Esto puede tener una implicancia económica relevante pues el atraso en la entrada de una central hidroeléctrica de tamaño importante al sistema tiene un impacto en los precios de la electricidad entre un 16 y 20%. En consecuencia la señal privada para una empresa con alta participación en el mercado apunta a la postergación de la entrada en operación de una futura central, ya que sus ingresos son mayores comparados con la puesta en operación de dicha central.

b) Justificación para su uso e imposibilidad de rechazo por causas de interés general

En la actualidad el Código de Aguas establece que el derecho de aguas debe ser otorgado por la autoridad competente cuando la solicitud efectuada sobre las aguas sea formalmente correcta y exista disponibilidad de agua. En este sentido no se establece ninguna obligación de justificar la cantidad de agua requerida, por cuanto tampoco es obligatorio señalar el destino que se desea dar al recurso. En consecuencia la autoridad no tiene facultades para rechazar la solicitud en caso de peticiones desmedidas que puedan, por ejemplo, comprometer la totalidad de las aguas de la cuenca. La legislación contempla el mecanismo de oposiciones para cautelar los derechos existentes y de remate si existen solicitudes concurrentes sobre las mismas aguas y el recurso no es suficiente para satisfacerlas a todas.

c) Debilidad en la función de fiscalización

La legislación actual no establece con precisión facultades concretas para que la autoridad administrativa (Dirección General de Aguas) para impedir extracciones no autorizadas, sino que debe informar al tribunal competente de tal situación para que se proceda a efectuar las diligencias pertinentes, situación que en la práctica no permite respuesta oportuna. Cabe mencionar que existe la figura de Amparo de Aguas, que corresponde a un recurso de rápida tramitación a través se establece un mecanismo de protección para cualquiera que se encuentre afectado en el ejercicio de su derecho de aprovechamiento.

d) Caudales ecológicos

En relación con los aspectos de protección ambiental, si bien es cierto que a partir de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300) se incorpora el establecimiento de caudales ecológicos o con fines de preservación escénica, estos son aplicables en aquellos casos tipificados por la ley referida. Considerando el hecho de que para el derecho de agua no existe un destino definido, solo al momento de materializar el ejercicio podría aplicarse dichas disposiciones siempre y cuando corresponda a la tipificación establecida. De allí se desprende la necesidad de incluir al momento de la asignación original el establecimiento de caudales ecológicos de modo de incorporar este elemento dentro de los balances hídricos de la cuenca.

e) Interrelación entre aguas superficiales y subterráneas

La legislación actual los maneja en forma independiente; situación que ha originado en los últimos años impactos mas marcados debido a la mayor intensidad de uso. En efecto, esta situación ha venido produciendo mermas sobre las caudales superficiales por efecto del descenso de los niveles subterráneos, así como también se ha detectado la disminución del caudal de vertientes. La integración dentro del marco legal de estos aspectos permitiría una gestión más adecuada.

f) Regularización de derechos de aguas

En materia de constitución de derechos de aprovechamiento de agua el Código de Aguas, contempla cláusulas que permiten el reconocimiento de derechos o usos previos. En particular el artículo 1° transitorio¹² establece un procedimiento para regularizar derechos alguna vez inscritos. Dado que dicho artículo estatuye el uso de la vía judicial como alternativa en el caso de no disponerse de títulos inscritos previamente; han surgido múltiples problemas debido a que los jueces aplican, por una parte criterios diversos, ni tampoco es obligación dar publicidad a esta solicitud ni requerir informe u opinión fundada a la autoridad administrativa (Dirección General de Aguas). Lo anterior ha implicado la constitución de derechos que en la práctica no correspondía reconocer formalmente.

g) Registro de Aguas

Los derechos de aguas en su calidad de derechos reales son incorporados al patrimonio de quien los detenta; para tal efecto se ha establecido el Registro de Aguas dentro del Conservador de Bienes Raíces. Al igual que otros bienes de carácter inmueble la adquisición del derecho de aguas requiere de su inscripción en el registro de aguas así como cualquier transferencia de su propiedad u otro gravamen. Sin embargo, no existe obligación hacia el Conservador de Bienes Raíces de informar a la autoridad competente de estos hechos dificultando la formulación de políticas o planes según el desarrollo o la movilidad de tales derechos, lo que a su vez impide que la autoridad difunda la información sobre transacciones para dar la mayor transparencia al mercado. En este aspecto, en el año 1999 se dictó el Reglamento del Catastro Público de Aguas que se orienta, entre otros temas, a impulsar que los titulares de derechos de aguas informen a la DGA sobre los derechos de aguas que disponen.

h) Organizaciones de usuarios

El Código de Aguas establece diferencia entre los tres niveles de organizaciones de usuarios que define (Juntas de Vigilancia; Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas). Para el caso de las comunidades de aguas no establece la posibilidad de contar con personalidad jurídica, situación que limita su accionar, ya que el no poder ser una persona jurídica no puede optar a programas de desarrollo y mejoramiento o postular a créditos muchos de los cuales requieren de la constitución de garantías.

En base a lo anterior las modificaciones de la legislación de aguas propuestas apuntan a lo siguiente:

- Establecer una patente por la no utilización de las aguas.

¹² Artículo 1° transitorio: “ Los derechos de aprovechamiento inscritos en el registro de Aguas respectivo y que en posteriores transferencias o transmisiones no lo hubieren sido, podrán regularizarse mediante la inscripción de los títulos correspondientes desde su actual dueño hasta llegar a la inscripción del cual proceden.

Si no pudiere aplicarse lo establecido en el inciso anterior, el Juez ordenará la inscripción y deberá, en todo caso, tener a la vista copia autorizada de la inscripción de dominio del inmueble en que se aprovechen las aguas, con certificado de vigencia de no mas de 30 días de expedido; comprobantes tales como recibos de pago de cuota de la respectiva asociación de canalistas o comunidades de agua; copia de la escritura pública a que se redujo el acta de la sesión del directorio o de la asamblea de la asociación, sociedad o comunidad en la cual conste la calidad de socio o comunero del interesado y otros documentos útiles”

- Facultar a la autoridad competente a denegar solicitudes en el caso de a) no justificar la cantidad de agua solicitada, b) de comprometer gravemente el manejo y desarrollo del recurso en una cuenca, y c) que por razones de utilidad pública fuere necesario destinar el recurso para fines distintos al solicitado.
- Precisar adecuadamente las atribuciones de la autoridad competente para impedir la extracción sin título de aguas.
- Extender la obligación de respetar, al otorgar un derecho, caudales que permitan conservar los ecosistemas, los recursos escénicos y recreacionales existentes.
- Integrar y unificar aguas superficiales y subterráneas para los fines de asignación de derechos.
- Establecer la obligación dar publicidad y de contar con un informe de la autoridad competente, previo a la regularización a través de los tribunales.
- Establecer la obligación de informar a la autoridad competente todas las inscripciones y anotaciones practicadas en los Registros de Aguas.
- Otorgar personalidad jurídica a las comunidades de aguas para eliminar la discriminación existente, estableciendo las mismas condiciones que para las asociaciones de canalistas

En relación con el tema ambiental cabe señalar que, su institucionalidad se ha puesto en marcha muy recientemente y aún presenta áreas que están siendo implementadas

En materia ambiental, la proposición de modificación al Código de Aguas prácticamente reproduce los artículos 41 y 42 de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente¹³ (Ley 19.300), complementándolos en el sentido de precisar para el caso del agua que el organismo encargado por ley de regular el uso de un recurso natural es la Dirección General de Aguas. De ese modo, sólo se busca dar una mayor coherencia al Código de Aguas, en lo relativo al proceso de constitución de nuevos derechos.

6.2.3 Catastro Público de Aguas

El artículo 122 del Código de Aguas dispone que “la Dirección General de Aguas deberá llevar un Catastro Público de Aguas, en el que conste toda la información que tenga relación con ellas. En dicho catastro, que estará constituido por los archivos, registros e inventarios que el reglamento establezca, se consignarán todos los datos, actos y antecedentes que digan relación con el recurso, con las obras de desarrollo del mismo, con los derechos de aprovechamiento, con los derechos reales constituidos sobre éstos y con las obras construidas o que se construyan para ejercerlos.”

El Catastro Público de Aguas es imprescindible para que la Dirección General de Aguas pueda llevar adelante de un modo adecuado su misión de órgano encargado de la función pública de Administración de las aguas, toda vez que, sin un conocimiento cabal y exhaustivo, científica y

¹³ Artículo 41 de la ley 19.300: “ El uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables se efectuara asegurando su capacidad de regeneración y la diversidad biológica asociada a ellos, en especial de aquellas especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o insuficientemente conocidas.”

Artículo 42 de la ley 19.300: “ El organismo público encargado por ley de regular el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en un área determinada, exigirá de acuerdo con la normativa vigente, la presentación y cumplimiento de planes de manejo de los mismos, a fin de asegurar su conservación. ...”

prácticamente comprobable, del recurso y de los usos del mismo, resulta imposible que dicho Servicio pueda cumplir de una manera eficiente y moderna las funciones que la ley le ha encomendado. Este está destinado a proporcionar a la autoridad de aguas toda la información necesaria para que pueda cumplir sus funciones de planificación y administración del recurso.

Conforme a lo anterior, la finalidad del Catastro Público de Aguas es lograr un inventario del recurso, sobre lo cual buscar la aplicación de políticas públicas.

Del mismo modo, su consagración legal y la reglamentación de su contenido otorga una mayor transparencia a la gestión de la Dirección General de Aguas en su calidad de órgano rector de las aguas del país, así como también permite que cualquier interesado en ello pueda acceder en forma rápida, oportuna y eficiente a toda información relacionada con el recurso hídrico.

En virtud de lo precedentemente expuesto, se llevó adelante el mandato del legislador y se procedió a dictar el D.S. M.O.P. N° 1220, de 1998, que estableció la forma y contenido del Catastro Público de Aguas.

El Catastro Público de Aguas está destinado a proporcionar a la autoridad de aguas toda la información necesaria para que pueda cumplir sus funciones de planificación y administración y gestión del recurso. Conforme a lo anterior su finalidad es lograr un inventario del recurso sobre el cual basar la aplicación de políticas públicas. Está compuesto por 5 registros, 7 inventarios y 2 archivos. La información que se obtiene de cada una de estas fuentes es la siguiente:

a) Registro Público de Organizaciones de Usuarios.

- Identificación y principales aspectos legales y administrativos con respecto a su constitución para comunidades de aguas superficiales, obras de drenaje, asociaciones de canalistas, juntas de vigilancia, comunidades de aguas subterráneas y otras sociedades que establece el artículo 186 del Código de Aguas.

b) Registro Público de Derechos de Aprovechamiento.

- Derechos de aprovechamiento constituidos históricamente por la autoridad o reconocidos en conformidad a la ley.

c) Inventario Público de Extracciones Autorizadas de Aguas.

- Registro de todas las extracciones autorizadas de aguas superficiales y subterráneas realizadas a través de bocatomas u obras de captación de aguas subterráneas provenientes de derechos de aprovechamiento constituidos o aprobados conforme a la ley.
- Esta información será referencia obligatoria para la DGA al momento de efectuar los análisis de disponibilidad del recurso hídrico en alguna fuente natural.
- La DGA aprobará mediante resoluciones este inventario para cada una de las regiones del país, la que será publicada una vez al año en el Diario Oficial.

d) Inventario Público de Obras Hidráulicas.

- Información sobre obras hidráulicas mayores (por ejemplo embalses) y menores (por ejemplo canoas, sifones) y normas de operación de éstas obras.

e) Inventario Público de Información Hidrológica y Meteorológica

- Información relativa a medición en cauces naturales de las siguientes variables: caudales, meteorología, sedimentometría, aguas subterráneas y datos limnológicos.
- f) Inventario Público de Obras Estatales de Desarrollo del Recurso y Reservas de Aguas.
- Obras de riego construidas por el Estado e inventario de reservas de aguas.
- g) Inventario Público de Extracciones Efectivas de Aguas.
- Registro de todas las extracciones efectivas autorizadas de aguas superficiales y subterráneas realizadas a través de bocatomas u obras de captación de aguas subterráneas provenientes de derechos de aprovechamiento constituidos o aprobados conforme a la ley.
 - Para el cumplimiento de lo señalado, la DGA podrá exigir la instalación de sistemas de medida en las obras de captación a los usuarios individuales o a las organizaciones de usuarios.
- h) Inventario Público sobre Calidad de Aguas.
- Datos de calidad físico-química y biológicos de aguas obtenida a través de la red de monitoreo de la DGA.
- i) Inventario Público de Cuencas Hidrográficas, Glaciares y Lagos.
- Se consignarán toda aquella información que no se encuentre registrada en otros Registros, Inventarios o Archivos, sobre cuencas, glaciares y lagos.
- j) Archivo Público de Jurisprudencia Administrativa y de Normas sobre Calidad de Agua.
- Jurisprudencia administrativa emanada por la DGA.
 - Dictámenes de la Contraloría General de la República referidas a materias de aguas.
 - Normas de calidad de aguas.
- k) Registro Público de Roles Provisionales de Usuarios.
- Estará conformado por todos los aquellos roles de usuarios provisionales que ha formado la DGA.
- l) Registro Público de Solicitudes.
- Información referente a ingreso de solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas (nombre del peticionario, región, provincia, comuna, lugar donde se presentó la solicitud, nombre de la fuente, caudal solicitado, etc.), tanto para solicitudes de aprovechamiento de aguas como para exploración de aguas subterráneas.
- m) Registro Público de Vertidos de Residuos Líquidos en Fuentes Naturales de Aguas.
- Información referida a las descargas líquidas domésticas e industriales que se efectúen en alguna fuente natural de agua.

n) Archivo de Estudios e Informes Técnicos.

- Estudios e informes técnicos realizados por la DGA u otros organismos nacionales e internacionales que digan relación con el recurso hídrico.

La obligatoriedad de la inscripción de los derechos de aprovechamiento en el Registro respectivo, establecida en el Catastro Público de Aguas, está relacionada con determinadas actuaciones que los titulares de aquellos derechos deseen efectuar ante la Dirección General de Aguas, tales como las dirigidas a obtener las autorizaciones para la construcción, modificación, cambio o unificación de bocatomas; o a obtener la autorización del traslado del ejercicio de los derechos de aprovechamiento, o en general a cualquier solicitud relacionada con su derecho no registrado en el Catastro Público de Aguas. En resumen, el titular de este derecho no va a poder actuar ante la Dirección General de Aguas en trámites relacionados con ese derecho, a menos que exhiba copia autorizada del registro respectivo en el Catastro Público de Aguas. (Cuevas)

Igualmente la Dirección General de Aguas deberá establecer convenios con los servicios públicos que emitan certificados que de alguna manera se relacionen con los títulos de derechos de aprovechamiento de aguas, con el objeto de que éstos incorporen en sus procedimientos la exigencia de una copia o certificado en que conste que el derecho respectivo se encuentra incorporado en el registro que corresponda al Catastro Público de Aguas.

6.3 Aspectos medioambientales

El cuerpo legal que actualmente está regulando desde el punto de vista ambiental toda actividad en Chile, es la ley de Bases del Medio Ambiente (ley N° 19.300), basada en la definición de conceptos tales como daño ambiental, medio ambiente y recursos naturales, establece como objetivo salvaguardar de todo daño, los recursos naturales renovables como el agua.

En este sentido, la ley de bases del medio ambiente, que se promulgó en 1994, establece claramente el proceso de generación de normas ambientales como pilar fundamental del control de la contaminación, derivado de que ésta se define en relación a las normas de calidad ambiental y, por tanto, en base a estas normas se pueden utilizar herramientas tan efectivas como los planes de descontaminación y prevención.

Pese a todo esto, aún no se cuenta con todas las Normas de Calidad Primarias y Secundarias, aún cuando existen algunas relacionadas con la emisión a alcantarillados, de residuos industriales líquidos. Asimismo, al haberse comenzado por las emisiones antes que la calidad en los cauces y cuerpos superficiales podría producir dificultades para establecer los límites de los tratamientos requeridos.

Un instrumento preventivo de gran importancia presente en esta ley, es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el cual se encuentra en plena vigencia, lo cual ha significado un gran avance en la protección del recurso, previniendo, mitigando, restaurando y compensando los impactos provocados por los proyectos y actividades más relevantes.

En este marco, la ley otorga¹⁴ funciones específicas al Estado; entre ellas reglamentaciones específicas establecen que la Dirección General de Aguas deberá fijar los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente puedan constituir un riesgo para la vida o salud de la población, o la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza, y ello con el objetivo de colaborar en el proceso de determinación de las normas primarias y secundarias de calidad ambiental. En consecuencia, corresponde a la Dirección General de Aguas velar por la protección y conservación de los recursos hídricos. Asimismo, las normas¹⁵ establecen que será la Dirección General de Aguas quien defina la capacidad de dilución del cuerpo receptor de los residuos líquidos, como también deberá definir su calidad natural o basal, teniendo en consideración no establecer restricciones más exigentes que la calidad natural de dicho cuerpo.

Un aspecto importante de destacar, es el deterioro que presentan algunos cuerpos y cursos de agua, en términos de la diversidad biológica y/o el valor escénico y turístico asociado. Esto ha tenido sus causas en el hecho que la sustentabilidad ambiental asociada al recurso, no se ha abordado cabalmente, aún cuando la asignación de los derechos de agua siempre se ha efectuado considerando su capacidad de renovación, excepto en aquellos derechos asignados, sin ningún criterio ambiental, en el pasado.

El siguiente cuadro muestra la evolución de los estudios y declaraciones de impacto ambiental (EIA y DIA) ingresados a la D.G.A. desde 1992, lo cual da cuenta de la importancia que la legislación ambiental ha ido alcanzando.

Tabla No. 35
Ingresados EIA y DIA a la Dirección General de Aguas (92-98)

AÑO	Nº de EIA	Nº de DIA
1992	2	0
1993	4	0
1994	11	0
1995	35	0
1996	48	0
1997	46	137
1998	39	359

Fuente: Universidad de Chile, 1999.

¹⁴ Artículo 33 de la Ley 19.300: “Los organismos competentes del estado desarrollan programas de medición y control de la calidad ambiental del aire, agua y suelo para los efectos de velar por el derechos a vivir en un medioambiente libre de contaminación”

¹⁵ Artículo 40 de la ley 19.300:” Las normas de emisión se establecerán mediante decreto supremo, el que señalar el ámbito territorial de aplicación. Tratándose de materias que no corresponden a un determinado ministerio, tal decreto será dictado por intermedio del Ministerio Secretaria General de la Presidencia...”

Tabla No. 36

Número de EIA y DIA por Región ingresados en 1998, tanto en Conama como en la DGA

Región	N° de EIA		N° de DIA	
	DGA	CONAMA	DGA	CONAMA
I	2	4	5	19
II	1	5	21	37
III	3	3	30	30
IV	2	3	16	23
V	6	6	45	51
VI	2	3	17	23
VII	0	0	45	47
VIII	4	4	21	69
IX	5	5	30	53
X	4	4	60	106
XI	1	3	4	23
XII	4	4	13	14
R.M.	8	11	52	154
INTER REGIONALES	3	3	5	5

Fuente: Universidad de Chile, 1999.

6.4 Gestión y planificación del recurso

Como se ha mencionado la estructura institucional vigente presenta ventajas por cuanto: a) evita la distorsión de la función reguladora que se puede producir cuando dicha función coexiste en una misma institución con objetivos de carácter social u otros programas de Gobierno; b) Otorga un enfoque multisectorial al tema ambiental relativo a los recursos hídricos, en el marco de la Ley de Bases del Medio Ambiente; c) Da señales a los usuarios del recurso hídrico, a los prestadores de servicios y sus usuarios en relación a la escasez del agua; d) Favorece el desarrollo económicamente eficiente de los aprovechamientos sectoriales.

Sin embargo, desde el punto de vista institucional, es posible detectar superposición y duplicidad en las labores de policía y vigilancia¹⁶ relativas al tema del control de la contaminación. Así también, cabe señalar que en el sector público la aplicación de facultades existentes no es completa por falta de recursos u otras limitaciones (duplicidad, capacidad técnica, etc.).

Así también existen factores que propenden a dificultar la adecuada coordinación que requiere una gestión integrada, impidiendo el control de las externalidades presentes en la gestión de los distintos sectores e imposibilitando el desarrollo armónico con una visión sistémica de mediano y largo plazo de los recursos hídricos y de las cuencas. La carencia, dentro del modelo institucional vigente, de instancias de integración de los diversos instrumentos sectoriales favorece la generación de ineficiencias, impactos ambientales negativos y conflictos. En la situación concreta de las

¹⁶ El artículo N° 299 del Código de Aguas señala dentro de las funciones de la Dirección General de Aguas “Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en estos se construyan, modifiquen o destruya obras sin la autorización del Servicio o autoridad quien corresponda aprobar su construcción o autorizar su demolición”

cuencas hidrográficas del país se observan problemas específicos que pueden atribuirse, al menos parcialmente, a la ausencia de una gestión integrada. En forma sucinta, ellos se pueden resumir en los siguientes temas:

- a) Administración de los recursos hídricos a nivel de secciones (o tramos) de ríos y no a nivel de cuencas, lo cual limita fundamentalmente la posibilidad de abordar tareas, en materias relacionadas con el aprovechamiento, que afectan al conjunto de las secciones.
- b) Interferencias entre el uso de las aguas subterráneas y superficiales, las cuales se manejan en forma independiente sin aprovechar las enormes ventajas de un uso conjunto.
- c) Gestión independiente de los aspectos relativos a la calidad y a la cantidad de las aguas, lo cual se contrapone a la inter-dependencia sustantiva que existe entre las cargas contaminantes y los caudales de dilución.
- d) Uso del recurso hídrico exclusivamente para fines sectoriales, con una pérdida de eficiencia debido a la ausencia de un escenario adecuado para el desarrollo de iniciativas de uso múltiple más ventajosas (los proyectos de uso múltiple existentes tienen su origen en acuerdos de hace más de 25 años atrás).
- e) Análisis sectorial de los aspectos relativos al uso del suelo, cobertura vegetal y recursos hídricos resultando, en consecuencia, muy difícil la concreción de iniciativas orientadas a controlar problemas tales como la erosión, la degradación de suelos, la modificación del patrón de escorrentía, la salinización de las aguas y su contaminación difusa por actividades agrícolas.
- f) Ausencia de planes adecuados de conservación ambiental y descontaminación, los cuales por su propia naturaleza suponen una visión holística, a nivel de la cuenca en sus distintas fases: diagnóstico, formulación, implementación, financiamiento y operación.
- g) Imposibilidad de dar respuestas adecuadas a los problemas relativos al control de crecidas e inundaciones y, en general, al manejo de los cauces los cuales suponen una fuerte interacción entre actores distribuidos espacialmente en distintos sectores de las cuencas y que se relacionan con estos fenómenos en forma muy diversa (usuarios de agua, municipios, poblaciones ribereñas, empresas forestales, inmobiliarias, agricultores, etc.).
- h) Limitación para hacer frente a impactos de sequías extremas que trascienden en sus efectos, de un modo complejo, al conjunto de los actores de la cuenca y que requieren para su mitigación de programas integrales.
- i) Falta de integración entre políticas orientadas a la oferta de los recursos hídricos (constitución de nuevos derechos de agua, construcción de obras de infraestructura, etc.) y aquellas que se refieren a la gestión de la demanda (uso doméstico, hidroelectricidad, etc.).

Para avanzar en la materia se han planteado propuestas, a partir de la elaboración de la Política Nacional de Aguas, como elemento esencial se plantea la necesidad de una gestión integrada que permita internalizar en las decisiones, teniendo presente un horizonte de mediano y largo plazo, las externalidades ambientales y económicas que generan los distintos sectores en su accionar y que no son percibidas o claramente ponderadas por todos los usuarios. Para la detección y solución de problemas que afectan a los usuarios en el espacio de la cuenca se apunta a promover una participación amplia y representativa de los diversos grupos de actores, tanto del sector público como del sector privado permitiendo, sobre la base de un conocimiento adecuado de los sistemas hidrográficos, identificar apropiadamente los problemas, otorgar prioridades y armonizar o

concordar las acciones a desarrollar. Además, se buscará fortalecer y coordinar la acción de los servicios públicos vinculados al tema para mejorar el cumplimiento de las funciones que le han sido asignadas (municipios, obras fluviales, policía y vigilancia, etc.).

Un aspecto recogido en la interacción con los actores, en el proceso de discusión de la Política Nacional de Aguas, apunta a que el trabajo a realizar no ponga en riesgo los beneficios obtenidos ni las características legales e institucionales del sistema vigente. De acuerdo con lo señalado, los elementos que deben ser incorporados al actual modelo serán: a) la definición de escenarios de referencia futuros que orienten la acción públicas y privadas; b) la incorporación de las condicionantes derivadas del análisis en el ámbito de las cuencas a las políticas regulatorias públicas y, c) la gestión de las externalidades producidas por la acción de los distintos sectores y la promoción de las iniciativas multisectoriales de interés común.

El enfoque propuesto contempla dos niveles de acción: a) acciones dentro del marco institucional y legal vigente y b) Modificaciones al marco legal.

En el primer caso se consulta la elaboración e implementación de Planes Directores para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, los cuales tienen como objetivo delinear una acción coordinada entre: i) el sector público, en su calidad de ente normativo y fiscalizador; ii) el sector público como promotor e inversionista del desarrollo sectorial; iii) el sector privado, a través de las señales que se le entregan en relación con los efectos de acciones que importan el uso del recurso hídrico o respecto de la conveniencia del desarrollo de iniciativas multipropósito. El Plan Director se define como un instrumento de planificación indicativa que contribuye a orientar y coordinar las decisiones públicas y privadas con el fin último de maximizar la función económica, ambiental y social del agua.

Los planes directores, dada su naturaleza, requieren de un procedimiento de consulta a los actores representativos de la cuenca para su validación e implementación. Para tal efecto se establecerá, a escala regional, un grupo de trabajo ad hoc de composición mixta, público y privado (Comité de Recursos Hídricos), con el objeto de lograr su efectiva implementación, previa su aprobación, como instrumentos de la estrategia de desarrollo regional, por las instancias competentes, los Consejos Regionales

Cabe mencionar que en la actualidad se está trabajando en la formulación de planes directores en tres cuencas representativas de distintas condiciones a lo largo del país (San José, Aconcagua e Imperial).

En el segundo caso, con un horizonte de mediano plazo, se propone la creación de Corporaciones Administradoras de Cuencas u otros organismos con propósitos análogos, como una alternativa descentralizada, participativa y autónoma desde el punto de vista financiero para la gestión de las externalidades presentes en el ámbito de las cuencas hidrográficas y para el desarrollo de las iniciativas de interés común. De este modo estos organismos se transformarían en una expresión concreta del proceso de regionalización y democratización de las decisiones que afectan a los ciudadanos y de autofinanciamiento de la infraestructura por parte de los beneficiarios directos. Como premisa básica, en un organismo de esta naturaleza los miembros deben tener una estrecha relación con los problemas que se espera resolver y con las instancias relevantes que permitan alcanzar su solución. En este sentido, deben tener un espacio en dicha estructura: los usuarios actuales y potenciales del agua, los entes que utilizan cauces para vertidos, los entes ribereños expuestos a los impactos de origen fluvial, los propietarios del suelo, especialmente quienes tienen una influencia significativa sobre el comportamiento hidrológico de la cuenca, los representantes de sectores que se interesa en el uso de los cursos y cuerpos de agua con fines recreativos y ambientales, y los organismos públicos con atribuciones en la materia.

Desde el punto de vista del financiamiento se plantea una estrategia abierta que permita a la organización de cuencas establecer mecanismos de acceso a distintas fuentes de financiamiento, entre ellos, la tarificación, la recepción de cobros por multas de carácter ambiental y otros instrumentos de similar naturaleza, además de recibir recursos provenientes del presupuesto del sector público central, regional y municipal, y de créditos. En este sentido, un criterio fundamental para lograr los objetivos de desarrollo y sustentabilidad es que los recursos financieros generados por la vía de cobros sobre el uso del recurso o por el vertido de desechos, sean reinvertidos en un proporción significativa en la misma cuenca que los genera.

7. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Las características fisiográficas determinan una amplia variabilidad para la distribución del recurso hídrico pasando de mayor aridez a áreas de gran disponibilidad, las cuales sin embargo tienen escaso potencial de utilización.

La población se localiza principalmente en la zona centro del país donde el clima es de carácter más benigno y su desarrollo ha estado determinado en su origen por la agricultura, teniendo como polos de desarrollo la minería que se localiza en la zona norte del país.

El desarrollo socioeconómico del país ha sido importante en las últimas décadas por efecto de su política de economía de mercado. En efecto es posible advertir un fuerte crecimiento en el producto interno y en indicadores como esperanza de vida y tasas de natalidad y mortalidad, sin embargo la distribución del ingreso no ha mejorado manteniendo diferenciales importantes que afectan la equidad social.

El uso del recurso ha tenido un fuerte incremento, la intensidad de uso actual se traduce en que en la mitad norte del país no existen caudales sobrantes que escurran hacia el océano en época de sequía.

Lo anterior se refleja en la intensidad de uso de las aguas subterráneas lo que ha motivado que en gran parte del país la explotación de muchos acuíferos ha llegado a copar la recarga media, debiéndose tener en cuenta que la demanda actual supera en cerca de 3 veces los derechos otorgados.

En términos de disponibilidad per capita ($\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$), la gran variabilidad hídrica mencionada se traduce en una zona de alta disponibilidad, por sobre $800.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$, pero en la cual gran parte tiene escaso potencial de aprovechamiento. En la zona central del país la disponibilidad fluctúa entre 10.000 y $40.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{año}$. Sin embargo en la mitad norte del país la interacción es drástica alcanzándose valores inferiores a $1000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{día}$ e incluso con regiones enteras bajo $500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{día}$; cifras altamente restrictivas para el desarrollo.

Las proyecciones de crecimiento de la demanda señalan que para riego se espera un aumento del orden de 25 a 30%; por su parte se espera que duplique la demanda minera, industrial y consumo doméstico. El mayor impacto está previsto en el sector hidroeléctrico, donde se prevé un crecimiento por sobre 7 veces el actual.

Desde el punto de vista institucional el marco legal establece que las aguas son bienes nacionales de uso público, sobre ellas es posible otorgar derechos de aprovechamiento a los particulares con una calidad jurídica similar a un bien inmueble, es decir, se integran a su patrimonio individual pudiendo transarse libremente.

El Estado desempeña un rol subsidiario, es decir, no realiza aquellas tareas que pueden desarrollar los privados; su labor se orienta a la función reguladora y también al fomento y desarrollo en aquellas sectores donde los privados no participan.

La estructura institucional en la definición de las funciones públicas, separa claramente las funciones de regulación de las tareas de desarrollo y fomento. Lo anterior sin duda constituye una fortaleza del sistema pues otorga mayor transparencia institucional evitando distorsiones en la gestión de los recursos.

Una de las limitaciones más importantes tiene relación con la carencia de instancias de coordinación intersectorial, situación que se hace mas notoria en la medida que la intensidad de uso sobre los recursos naturales ha aumentado. Cabe mencionar que en materia medioambiental ha habido avances importantes, existiendo un esquema coordinación interinstitucional que lleva operando alrededor de 8 años; sin embargo aun requiere perfeccionarse especialmente en materia de evaluación de impacto ambiental.

La estructura institucional y el marco legal, con un fuerte acento en el desarrollo privado y sectorial ha permitido un importante avance en los sectores productivos y de servicios. Es así como en materia de abastecimiento de agua potable la cobertura actual alcanza a un 99% y en el ámbito rural alcanza a cerca del 99% respecto de la población rural concentrada, ésta última equivale a un 52% de la población rural total.

La mayor debilidad ha estado en el tratamiento de las aguas servidas, donde las políticas de gobierno de la época no dieron prioridad a este tema. Cabe señalar que antes de 1990 se alcanzaba una cobertura del 10% de la población total, lo anterior radicaba además en el hecho de que en el sector la función reguladora y operativa se encontraban en la misma entidad, el desarrollo de políticas con acento en la cobertura de servicios. La reestructuración del sector materializada a partir de 1990 ha permitido avanzar en el tema y prever que para el año 2010 el tema quede resuelto y posiblemente antes debido al importante proceso de privatización desarrollado el que permite disponer de recursos financieros para abordar este tipo de inversiones.

Para el caso del uso hidroeléctrico la expansión del sector ha respondido al desarrollo del país y se ha sustentado en el desarrollo privado. En este ámbito, la aplicación de políticas públicas ha permitido mejorar la cobertura de electrificación rural alcanzando alrededor de un 80% el año 2000.

En este mismo orden de ideas y basada en el marco de libre competencia e incentivo de la inversión privada el sector industrial y minero han tenido un desarrollo significativo. Este desarrollo implica mayores requerimientos hídricos y plantea desafíos tanto de gestión como de carácter ambiental para lograr el uso sustentable del recurso.

El tema de la contaminación hídrica ha sido uno de los aspectos más complejos; lo anterior explicado por una parte por la carencia de políticas de tratamiento de las aguas servidas domésticas que de una u otra forma se extendieron hacia los vertidos mineros, atendido el hecho de que antes del año 1990 la participación estatal en la minería fue relevante, lo cual dificultó el cumplimiento de la función reguladora por parte del mismo Estado. En el sector industrial la carencia de una voluntad clara en materia de fiscalización además de falta de recursos técnicos y financieros y también de una conciencia social en materia ambiental dio pie a problemas de contaminación importantes, especialmente en las zonas más pobladas. En la década de los 90, la situación se modificó a partir de una legislación ambiental que obliga a adoptar medidas de control y prevención en materia de vertidos; de hecho a partir del año 1999 se observa un cambio importante en la materia al considerar el número de autorizaciones de sistemas de tratamiento en establecimientos industriales.

En materia de conservación del recurso en los últimos años se ha planteado la necesidad de establecer caudales de conservación en los cauces naturales, lo cual ha tenido problemas de aplicación práctica debido a la falta de información que permita aplicar metodologías que incorporen aspectos ecológicos más allá de los meramente hidrológicos. Actualmente se aplican un conjunto de criterios de acuerdo a la naturaleza del cauce que permitan contar con ciertos elementos de protección pero que no cabe duda debe profundizarse mucho más.

Uno de los aspectos distintivos en materia hídrica lo determinan, como se ha señalado, el marco jurídico de las aguas el cual otorga el carácter de bien susceptible de apropiación privada y por ende de ser transado comercialmente en forma libre ya que no existe destino de uso predefinido ni prioridad entre los distintos usos. Este hecho, en conjunto con las políticas de impulso sectorial en el marco de un rol del Estado de carácter subsidiario, permitió un fuerte desarrollo para los distintos sectores. Por otra parte este mismo hecho ha impedido abordar aspectos de interés general a los cuales se le ha otorgado menor preponderancia en aras de privilegiar lo sectorial.

Por su parte el mismo marco jurídico ha permitido la ocurrencia de distorsiones en materia de derechos de aguas, detectándose conductas especulativas en la acumulación de derechos de aguas los cuales no son utilizados. Este hecho genera problemas evidentes para la adecuada asignación y reasignación del recurso en usos que resulten de mayor beneficio tanto privado como social; el hecho se deriva fundamentalmente de la inexistencia de costo por la tenencia de derechos de aguas.

Para lograr avanzar en la mejora de la gestión de los recursos hídricos se ha formulado la Política Nacional de Recursos Hídricos, la cual tiene como objetivo establecer los principales lineamientos en esta materia; dicha política otorga importancia a la necesidad de avanzar en un enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos como elemento central. Por su parte se encuentra en un largo trámite legislativo un conjunto de mejoras a la legislación de aguas, cuyo objetivo es resolver una serie de problemas que dificultan la adecuada reasignación de los derechos de aguas y la capacidad de fiscalización del Estado en materia medioambiental y sobre la propia utilización de las aguas.

8. REFERENCIAS

- Benítez, A. y Vidal, F. Estudio de las zonas nevadas en Chile entre los paralelos 28° y 42° latitud sur. Jornadas de hidrología de nieves y hielo. Programa Hidrológico Internacional. Santiago,1984.
- Centro Despacho Económico de Carga-SIC Estadísticas de operaciones 1989-1998.
- Comisión Chilena del Cobre Antecedentes y datos estadísticos. 2001.
- Comisión Nacional de Energía Antecedentes y datos estadísticos. 2001.
- Comisión Nacional de Riego Estudio de seguimiento y evaluación de los resultados de la ley 18.450 en el período de 1986 a 1996. 1999.
- Comisión Nacional de Riego Antecedentes y datos. 2001.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente Perfil ambiental de Chile. 1994.
- Cuevas, T. y Morales, I. Los derechos de aprovechamiento y su inscripción en el catastro público de aguas. IV Jornadas de Derechos de Aguas. Universidad Católica de Chile. 2001.
- Dirección de Planeamiento Diagnóstico del sector silvoagropecuario. Subsector riego. 1990.
- Dirección General de Aguas Contaminación de aguas naturales. Inventario de Contaminación. Etapas I y II. 1989 y 1991.
- Dirección General de Aguas Mapa hidrogeológico nacional. 1991.
- Dirección General de Aguas Estudio de síntesis de catastro de usuarios e infraestructura de aprovechamiento. SIT N° 6. 1991.
- Dirección General de Aguas Balance hídrico de Chile. 1987.
- Dirección General de Aguas Análisis del uso actual y futuro del recurso hídrico a nivel nacional. 1996.
- Dirección General de Aguas Análisis de oferta y demanda en cuencas críticas. 1996-1998.
- Dirección General de Aguas Política nacional de recursos hídricos.1999.
- Dirección General de Aguas Dpto. Administración de Recursos hídricos. 2001.
- Instituto Nacional de Estadísticas Antecedentes y estadísticas. 2001.

Jaeger, P.	Legislación de aguas y las proposiciones para su modificación. SDT N° 7. DGA-1996.
Lagos, G.	Gestión del agua en la minería. Centro de Estudios Públicos. Serie documentos de trabajo N° 273. 1997.
MIDEPLAN	Pobreza y distribución del ingreso.1990-1998. Doc. N° 1. 1999.
MIDEPLAN	Antecedentes y datos sobre escolaridad. 2001.
Ministerio de Salud	Boletín El Vigía. N° 11. 2000.
Ministerio de Salud	Departamento de coordinación e informática.2001.
Muñoz, J.	Situación de las aguas subterráneas en Chile. Demanda, disponibilidad y caudales concedidos. DGA. ADM-2654.1999.
Peña, H.	Recursos hídricos. Serie documentos técnicos. DGA-1993.
Peña, H. y Salazar, C.	Calidad de aguas. Serie documentos técnicos. SIT N° 2. DGA-1993.
Peña, H.	Water markets in Chile. 4 th Annual World Bank Conference on Environmentally sustainable development. 1996.
Peña, H. y Jaeger, P.	Sobre la racionalidad económica de la imposición de una patente por la no utilización de los derechos de aprovechamiento. SDT N° 62. DGA-2000.
Revista Chile Riego	N° 3. Año 2000. Comisión Nacional de Riego.
Revista Minería Chilena	N° 240. Junio-2001.
Revista Vertiente	Capitulo Chileno. ALSUHD. N° 2. 1997.
Salazar, C. y Soto, M.	Caracterización y monitoreo de sistemas lacustres chilenos. VI Jornadas Comité Chileno de Programa Hidrológico Internacional. 1999.
Salazar, C. y Silva, A.	Caudales mínimos para la preservación de ecosistemas fluviales. I Reunión sobre evaluación de impacto ambiental. Comisión Nacional de Medio Ambiente.1993.
Salazar, C.	Hidrología del altiplano chileno.

	II Simposio Regional de Estudios Altiplánicos. 1993.
Sociedad de Fomento Fabril	Indicadores económicos y antecedentes de la Federación Gremial de la Industria. 2001.
Superintendencia de Servicios Sanitarios	Informe de gestión del sector sanitario.1998.
Superintendencia de Servicios Sanitarios	Datos y antecedentes. 2001.
Universidad de Chile	Informe país. Estado del medio ambiente en Chile-1999.CONAMA-2000.
Valdés, F. y Alegría M.A.	Mercado del agua. Análisis teórico y empírico IV Jornadas de Derechos de Aguas. Universidad Católica de Chile. 2001.