NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL

GENERAL
E/CN.12/501/Add.1
15 de marzo de 1959

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES/ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
Octavo período de sesiones
Panamá, 13-23 de mayo de 1959

LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE CHILE Y SU APROVECHAMIENTO

INDICE

Páginas

Páginas

Páginas

/b) Extracción

Páginas

/c) Establecimiento

Páginas

/Nota preliminar

NOTA PRELIMINAR

De conformidad con el inciso f) de la resolución 99 (VI), se ha iniciado un estudio preliminar sobre los recursos hidráulicos en América Latina. En el documento E/CN.12/501 se resumen los estudios realizados hasta ahora, que se complementa con este examen de los recursos hidráulicos y su aprovechamiento en Chile. El presente informe fue preparado por el Grupo Conjunto de Estudios Hidráulicos del que forman parte expertos de la Administración de Asistencia Técnica, la Organización Meteorológica Mundial y funcionarios de la secretaría de la CEPAL.

El informe está sujeto a revisión, tanto desde el punto de vista editorial como en cuanto a las cifras y datos que contiene. La edición impresa se completará con anexos técnicos sobre hidrometeorología y análisis de las principales cuencas hidrográficas de Chile, que en esta versión mimeografiada no se han incluído.

/PROLOGO

PROLOGO

El presente estudio constituye un examen preliminar de los recursos hidráulicos de Chile y de su aprovechamiento en función del desarrollo económico pasado y futuro del país.

En la introducción se reseñan las grandes regiones geográficas y climáticas, que servirán de marco para el análisis de los recursos hidráulicos. Esta ojeada a las características físicas del país complemèntase con un breve estudio del crecimiento demográfico, del progreso económico y de la evolución de las instituciones, con especial referencia a aquellas que se ocupan de los problemas hidráulicos. Esta breve incursión permite destacar recursos de esta índole que mayor significación ofrecen para el desenvolvimiento económico nacional. La mayor parte de las actividades demográficas y económicas céntranse en torno a ocho cuencas hidrográficas, razón por la cual se presta, en el curso del estudio, mayor atención a los recursos hidráulicos de dichas cuencas y su capacidad para satisfacer la creciente demanda de agua. Pónese de manifiesto asimismo la baja tasa de capitalización del país, por lo cual al través de todo el estudio se subraya la necesidad de utilizar el capital en forma eficiente y de cobrar tarifas económicas por los servicios de aguas. Otro problema es el que dice relación con la eficiencia de las actuales legislación y administración de los recursos hidráulicos, concebidas ambas para una época de menor presión demográfica y menor grado de crecimiento económico. En el curso de este informe préstase bastante atención a las posibilidades de adaptar las instituciones existentes a las necesidades de una política hidráulica eficiente.

Así bosquejado en sus líneas generales el problema, en la Primera Parte del estudio se entra a analizar los recursos hidráulicos con que cuenta el país. Los estudios hidrometeorológicos e hidrológicos abarcan a todo el país, aunque se dan mayores informaciones sobre la disponibilidad de aguas en los ocho ríos a que se ha hecho referencia. Indícanse las fluctuaciones estacionales por su importancia desde el punto de vista del riego y de la producción de hidroelectricidad. Destácase asimismo la utilidad de medir la nieve de la Cordillera con el fin de conocer el gasto de los ríos al fundirse aquélla. Al estudiar la hidrometeorología y la hidrología, se consideran también las mediciones que actualmente se

/practican, la

practican, la organización de los servicios y la necesidad de ampliarlos y coordinarlos.

La utilización de los recursos (Segunda Parte) abórdase desde dos ángulos diferentes: por funciones separadas (abastecimiento doméstico, riego, hidroelectricidad, etc.) y por zonas geográficas (estudios especiales de las necesidades de agua para los distintos usos en relación con su disponibilidad). En primer término preséntase la estructura institucional que condiciona las actividades de cada uno de ellos y su coordinación (o su falta de coordinación).

En el análisis funcional de su aprovechamiento, tiénese en cuenta la actual utilización de las aguas en varios fines (población que dispone de agua potable, extensión de las zonas regadas, instalaciones hidroeléctricas y producción, etc.). La demanda de agua para cada uso funcional se ha proyectado para un período de quince años (hasta 1973), teniendo en cuenta el desarrollo económico general, el crecimiento de las necesidades alimenticias de la población, etc. También se ha intentado estimar las inversiones necesarias en obras hidráulicas derivadas de una mayor demanda de agua. En materia de riego, que es la actividad que más agua consume en Chile, también se han estudiado los métodos que se aplican, poniéndose en evidencia un considerable desperdicio de este elemento.

Al estudiar la utilización de las aguas en fines múltiples, examínanse en forma conjunta el uso combinado del agua en varias funciones, primeramente definiendo tipos de problemas en grandes regiones geográficas, y luego analizando en detalle las ocho cuencas hidrográficas en que se concentra la mayor parte de la actividad económica. Aunque la información hidrológica suele ser escasa, de estos estudios preliminares del sistema fluvial de Chile despréndese que un aprovechamiento racional de los recursos requiere su coordinación bajo la responsabilidad de una autoridad central.

Como quiera que el agua es escasa en la parte económicamente más avanzada de Chile, como también es escaso el capital, es esencial formular una política de administración de aguas integral para que el país pueda aprovechar sus recursos hidráulicos en forma eficiente. Mas, formular esa política, habría significado rebasar el objeto y los límites de este estudio, en cuyo capítulo final se examinan las medidas que habría que adoptar con el fin de posibilitarla, formulándose al efecto algunas reco-

INTRODUCCION

DESCRIPCION DE CHILE CON ESPECIAL REFERENCIA A SU DESARROLLO HIDRAULICO

1. Geografía

Con una superficie de 742 000 km^2 (excluyendo el territorio antártico), Chile se extiende a lo largo de la costa del Pacífico, entre la Cordillera de Los Andes y la costa, entre los 17°12' y 56°32" de latitud sur. Su anchura media de 188 kilómetros contrasta con su longitud de 4 300 kilómetros. Su gran variedad de latitudes, su aridez en el norte y su clima riguroso en el sur son otros tantos factores que influyen en el desenvolvimiento del país.

Sus principales rasgos geográficos son la Cordillera de la Costa, cadena que se alza hasta 2 000 metros al este, y la Cordillera de los Andes, cadena de altas montañas, al oeste, con una extensa depresión longitudinal entre uno y otro sistema.

En el norte de Chile, la Cordillera de la Costa emerge abruptamente desde un mar muy profundo. Detrás de este sistema, extiéndense las pampas desérticas y sus salares. Por último, hacia el este, la Cordillera de los Andes, que por allí separa a Chile de Bolivia y la Argentina, alza sus elevadas mesetas de 3 000 a 4 000 metros en promedio, que dominan volcanes y picachos de más de 6 000 metros de altitud.

En el Chile Central, divídese la Cordillera de la Costa en breves cadenas y bajos macizos que separan el Valle Central en varias partes. Allí alcanzan los Andes sus más elevadas alturas.

En la región Sur Chico, la depresión se ensancha no siendo apenas interrumpida por cadenas. Es ésta también zona sísmica y de actividad volcánica.

Al sur de los 41°30', el Valle Central se divide en numerosas islas, y en el Sur Grande, profundos fiordos penetran los Andes, que escasamente exceden allí de 3 000 metros.

En la mayor parte del país, los ríos corren hacia el occidente, precipitándose desde los Andes en marcha hacia la costa. Sin embargo, en el Sur Grande la línea divisoria de las aguas se desplaza hacia el este. En el extremo sur, en Magallanes, corre al este del eje principal de los Andes.

/La configuración

La configuración del país explica que no existan ríos muy largos. En cambio, por lo general éstos son de pronunciado declive, lo que constituye una ventaja desde el punto de vista de su aprovechamiento como fuentes de producción de hidroelectricidad. Los principales ríos de Chile aparecen clasificados por zonas geográficas en el cuadro 1 (el norte del país se divide en dos regiones: Norte Grande y Norte Chico).

La división de Chile en regiones geográficas corresponde aproximadamente a las principales zonas de vegetación, que varían según el clima. Corresponde también exactamente esta división a la siguiente clasificación hidrológica de las regiones: zonas que han menester de riego durante todo el año, zonas que lo requieren durante varios meses, y, en fin, zonas que no necesitan de él para el desarrollo de la producción agrícola.

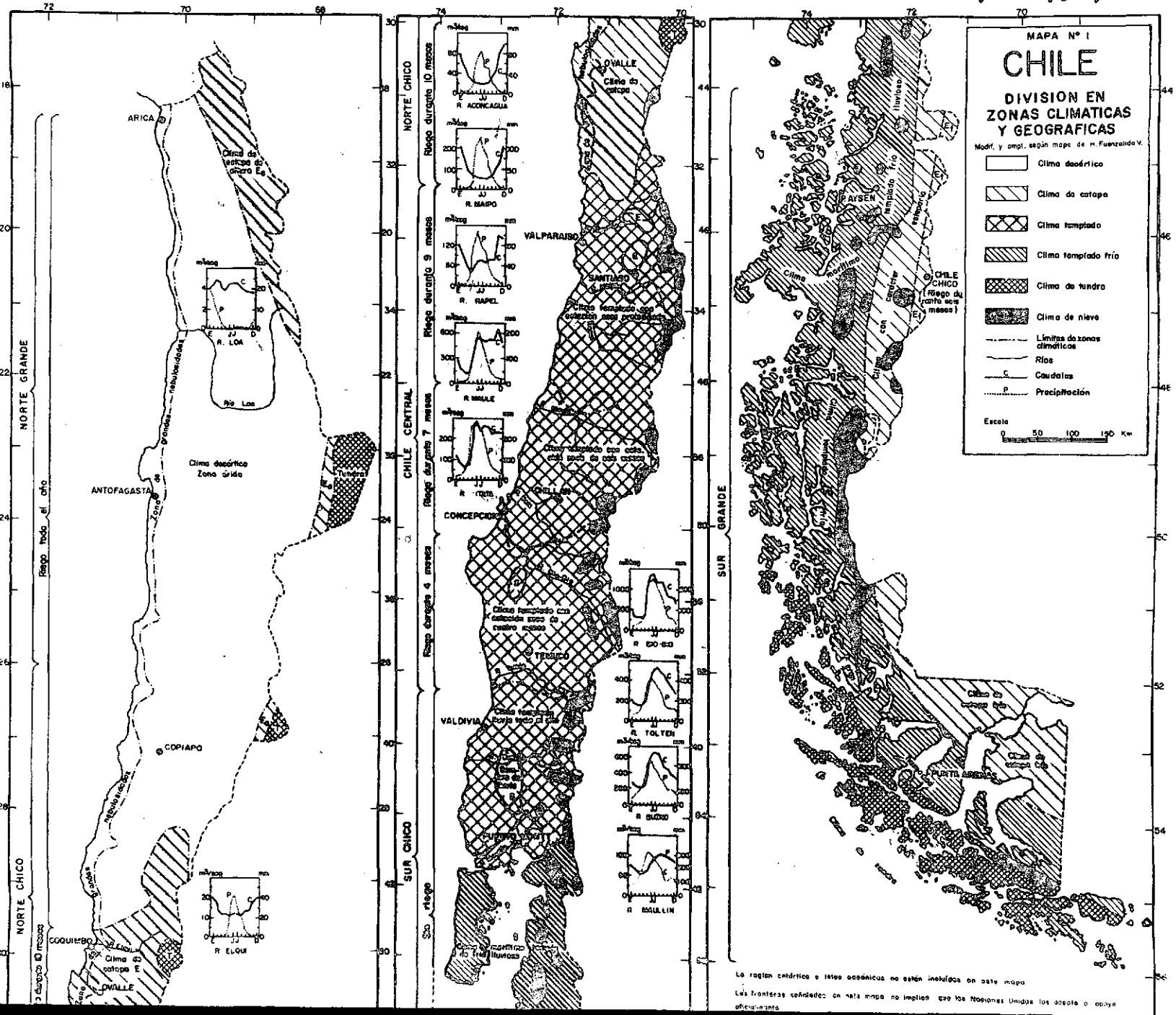
En el Norte Grande los cultivos importantes sólo son posibles en zonas aisladas que requieren riego constante durante todo el año. Y esto también vale para el Norte Chico, en cuya parte meridional el período de riego puede reducirse a unos diez meses aproximadamente cuando se producen lluvias adicionales y la temperatura es tal que se abrevia el período de crecimiento. La zona central necesita riego durante un período que varía entre nueve y cuatro meses según el tiempo de germinación de las plantas durante el invierno, cuando el volumen de las precipitaciones aumenta en forma constante. En el Sur Chico puede prescindirse casi totalmente del riego, aunque también allí, en particular en la zona de sombra de lluvia, alrededor de la ciudad de Osorno, existe un período de sequía de duración variable. Por último, en el Sur Grande por lo general no se necesita riego, pues allí las lluvias y las nieves son abundantes, aunque con algunas pocas excepciones, como ocurre en Chile Chico, en el lago Buenos Aires, donde la agricultura requiere de más agua desde octubre a marzo.

2. Clima

Pueden distinguirse cinco tipos principales de clima (véase el mapa I):

1. Clima desértico
2. Clima de estepa
3. Clima templado (influído por el océano y las latitudes moderadas)
4. Clima de tundra
5. Clima de nieve (que comprende las grandes altitudes con nieves

/Cuadro 1


MAPA Nº 1
CHILE
DIVISION EN ZONAS CLIMATICAS Y GEOGRAFICAS
Modif. y ampl. según mapa de H. Fuenzalida V.
Clima desértico
Clima de estepa
Clima templado
Clima templado frío
Clima de tundra
Clima de nieve
Límites de zonas climáticas
Ríos
Caudales
Precipitación
Escala
0 50 100 150 Km
NORTE GRANDE
NORTE CHICO
CHILE CENTRAL
SUR CHICO
SUR GRANDE
Riego todo el año
Riego durante 10 meses
Riego durante 9 meses
Riego durante 7 meses
Riego durante 4 meses
ARICA
ANTOFAGASTA
COPIAPO
COQUIMBO
OVALLE
VALPARAISO
SANTIAGO
CONCEPCION
TEMUCO
VALDIVIA
PUERTO MONTT
PUNTA ARENAS
CHILE CHICO
Clima desértico
Zona árida
Clima de estepa
Clima templado con estación seca prolongada
Clima templado con estación seca de cuatro meses
Clima templado sin estación seca
Clima templado frío
Clima de tundra
Río Loa
R. LOA
R. ELQUI
R. ACONCAGUA
R. MAIPO
R. RAPEL
R. MAULE
R. ITATA
R. BIO-BIO
R. TOLTEN
R. BUEIO
R. BAUILLIN
PAYSEN
Tundras
Clima de estepa
Clima templado frío
Clima templado
Clima de tundra
Clima de nieve
Clima desértico
Clima de estepa
Clima templado
Clima templado frío
Clima de tundra
Clima de nieve
La región antártica y islas oceánicas no están incluídas en este mapa
Las fronteras señaladas en este mapa no implica que las Naciones Unidas las acepte o apoye oficialmente

Cuadro 1

CHILE: RIOS PRINCIPALES

Zonas geográficas	Latitud	Provincia	Ríos	Superficie de la cuenca hidrográfica, en km2
Norte Grande (178 000km2)	18° - 26°	Tarapacá	Lauca a/	
		Antofagasta	Lluta	3 300
			Camarones	4 760
			Loa	30 970
Norte Chico (120 000 km2)	26° - 32°	Atacama	Copiapó b/	21 280
		Coquimbo	Huasco b/	10 430
			Elqui b/	9 840
			Limarí b/	12 090
			Chopa b/	8 070
Chile Central (147 000 km2)	32° - 39°	Aconcagua	Aconcagua b/	7 590
		Valparaíso	Maipo b/	15 620
		Santiago	Rapel b/	13 940
		O'Higgins	Mataquito b/	6 490
		Colchagua	Maule b/	21 410
		Curicó	Itata b/	11 380
		Maule	Bío-Bío b/	23 440
		Talca	Imperial b/	12 930
		Linares	Toltén b/	8 500
		Concepción		
		Ñuble		
		Arauco		
		Bío-Bío		
		Malleco		
		Cautín		
Sur Chico (72 000 km2)	39° - 45°	Valdivia	Valdivia b/	10 500 c/
		Osorno	Bueno b/	15 110
		Llanquihue	Petrohué b/	2 760
		Chiloé	Puelo b/	3 110 c/
Sur Grande (225 000 km^2)	45° - 56°	Aysén	Yelcho	3 930 c/
		Magallanes	Palena	6 970 c/
			Aysén	11 460 c/
			Baker	27 700 c/
			Serrano	8 110 c/

a/ Parte chilena - Entra en Bolivia.
b/ Superficie medida planimétricamente a base del mapa hidrológico de la ENDESA
/ rte h len - E _ í principal y sus afluentes nacen en la Argentina

eternas y cubiertas de hielo).

El clima templado puede muy bien subdividirse según los períodos de precipitación en clima continuamente húmedo y clima periódicamente seco. Es ésta una distinción de señalada importancia para Chile desde el punto de vista de la administración de las aguas, de la energía hidroeléctrica y del riego.

El clima desértico predomina en el Norte Grande y el Norte Chico; en vastas zonas no existe la menor precipitación. Caen ligeras lluvias sólo en la vertiente occidental de los Andes dentro de un reducido sector y a una altitud que oscila entre 2 500 y 3 000 metros. Estas lluvias dan a esa región un clima similar al de las altas estepas. Esta zona climática, de anchura variable, se extiende a través de Chile en dirección al oriente, desde Arica hasta cerca de los 22° latitud sur, continuando luego hacia Bolivia. Sólo a la altura de Antofagasta y al sur de Caldera existen otras dos pequeñas zonas con el mismo clima.

El clima de tundra (sobre 4 000 metros de altura existe únicamente en tres pequeños sectores de Chile adyacentes a las estrechas regiones de clima estepario, donde la altura general no baja de 4 000 metros. Caracterízase este clima por una intensa radiación solar durante el día y por la pérdida de cantidades similarmente elevadas de calor durante la noche, siendo el aire puro en extremo. La temperatura media es muy baja, por lo general alrededor de 5°C. La variación de la temperatura durante el año es pequeña, al paso que en el día puede ser considerable. Allí, en el umbral de la zona solar tropical, la temperatura fluctúa en alto grado según la hora del día.

Las pequeñas precipitaciones que se registran en las regiones de las altas estepas y tundras no revisten importancia hidrológica, por cuanto su volumen escasamente excede de 200 mm como máximo, lo que basta apenas para formar en algunos lugares pequeños depósitos que luego se evaporan.

En la parte oriental, a la altura de los 27° y 30° latitud sur, en la frontera con la Argentina, existen otras dos pequeñas regiones de clima de tundra provocado por la altura. Hidrológicamente, son más importantes porque la precipitación, almacenada en forma de nieve, es mayor, ascendiendo aproximadamente a 500 mm al año. Además, los meses de precipitaciones más

/abundantes corresponden

abundantes corresponden a la parte más fría del año, lo que significa una ventaja desde el punto de vista hidrometeorológico. Los ríos que nacen en esas zonas llegan a la costa y sus aguas se utilizan en el riego durante todo el año.

Al clima desértico viene a agregarse una zona de clima de estepa, que en términos generales sigue los límites de las provincias de Atacama y Coquimbo, y comprende la parte norte de la provincia de Aconcagua y continúa esporádicamente hasta Santiago. En esa zona semiárida se registran fuertes precipitaciones que pueden dar vida a alguna vegetación. Sin embargo, esas lluvias irregulares no tienen importancia para los fines de la agricultura o de la energía hidroeléctrica. Pueden desencadenarse ocasionalmente fuertes temporales (como el registrado en La Serena, en el mes de mayo de 1957) que ocasionan grandes daños.

En cambio, las precipitaciones sólidas almacenadas en los picachos de los montes cordilleranos son, hidrológicamente consideradas, de gran importancia para esta zona semiárida y también para las provincias adyacentes del sur. La primera zona de gran extensión con nieves eternas y capas de hielo aparece a los 31° latitud sur.

A lo largo de toda la zona de clima de estepa extiéndese una estrecha faja costera de intensa nebulosidad. Esta humedad, que no puede medirse hidrológicamente, reviste importancia para la vegetación sólo en contados lugares.

Desde Aconcagua y abarcando la mayor parte de esta provincia, extiéndese hasta el sur del río Toltén, una vasta región de clima marítimo cálido temperado, con 8 meses secos en el norte, que disminuyen a alrededor de 7 en el sur, en los límites de las provincias de Talca y Linares. Las provincias de Linares, Maule, Ñuble, Concepción y Bío-Bío tienen el mismo tipo de clima, pero la estación seca es más corta y se reduce a los seis meses de verano. Arauco, Malleco y Cautín, hasta el río Toltén, por lo general gozan de una distribución más favorable de las precipitaciones, que duran entre 8 y 9 meses al año. También allí la estación de las lluvias favorables se presenta durante el invierno (a mediados de año) y dura hasta la primavera. Al mismo tiempo, las lluvias comienzan más temprano durante el otoño. Por otra parte, en

/esa zona

esa zona obsérvanse interrupciones en las lluvias en ciertas localidades al sur del Golfo de Arauco y en la vertiente de sombra de lluvias de la Cordillera de Nahuelbuta.

Al sur del río Toltén, en el Sur Chico, las bajas cadenas montañosas que se extienden desde el oeste hacia el este forman la línea divisoria de las aguas entre los ríos Toltén y Valdivia. Es ésta una zona continuamente húmeda con fuertes lluvias que caen durante todo el año. Sólo en el lado de las sombras de lluvia de la Cordillera Pelada aparece una zona más seca. Aunque el clima de esa zona húmeda pertenece al grupo de temperatura cálida, diferénciase por algunas oscilaciones notables. El margen de variación anual de la temperatura es estrecho: alrededor de 9°C. Se hace sentir ahí la influencia del mar, que modera la temperatura en invierno.

Desde el punto de vista hidrológico, es ésta una zona de extremada importancia por cuanto generalmente existen suficientes precipitaciones naturales para la agricultura, lo que elimina la necesidad de riego adicional. La evaporación es baja como resultado del alto contenido de humedad del aire y del predominio de las nubes. Todos estos factores, unidos a la gran acumulación natural de agua en los lagos y a la existencia de cadenas montañosas cubiertas de nieves eternas, constituyen importantes recursos de energía.

La mayor parte de las provincias de Chiloé y Aysén cuenta con clima marítimo templado frío lluvioso. Como resultado de las fortísimas precipitaciones y, también, de su distribución estacional, la temperatura media mensual durante el verano se eleva a poco más de 10°C durante cuatro meses, lo que constituye una característica esencial de esta subdivisión climática. En algunos puntos la lluvia y la nieve exceden de 5 000 mm. La línea de las nieves es muy baja y los ventisqueros se extienden hasta el borde del mar, particularmente en la parte austral de la zona temperada fría. Esta región, al igual que todo el Sur Chico, aún no ha sido estudiada ni hidrometeorológica ni hidrológicamente.

La parte oriental de la provincia de Aysén es de clima seco influído por los rasgos continentales de la Patagonia. Los inviernos son más fríos y los veranos, en promedio, más cálidos que en la parte occidental.

/La precipitación

La precipitación es notablemente menor, hecho de singular importancia para la vegetación, parecida a la que se encuentra en las estepas. Este clima estepario se hace más pronunciado hacia el sur, donde predomina el clima típico de las estepas frías, y aunque se prolonga sobre la parte oriental de las provincias de Aysén y Magallanes, existe allí una repentina transición al clima temperado frío con fuertes precipitaciones hacia la costa del Pacífico.

/3. Población

3. Población

El clima y la vegetación han influído, por supuesto, en la distribución geográfica de la población. Chile cuenta con una población de 7.2 millones de habitantes aproximadamente y una densidad media de 9.7 habitantes por kilómetro cuadrado. Sin embargo, esta población se encuentra repartida en forma muy desigual. Las zonas en exceso áridas y húmedas están escasamente pobladas.

Si se exceptúan los distritos mineros al interior y sus puertos terminales, el Norte Grande está prácticamente deshabitado. El Norte Chico, con actividades mineras en menor escala, pero con mayores posibilidade para la agricultura de riego en la parte meridional, tiene una densidad algo superior. Pero la masa de la población chilena (80 por ciento) se agrupa en los valles centrales. Dentro de esta región, la concentración es mayor en la ciudad capital, Santiago, y en su puerto, Valparaíso. Las dos provincias de Santiago y Valparaíso, que son los centros de mayor actividad industrial, reunen más del 40 por ciento de la población total. La agricultura de riego existe en toda la región de Chile Central. En su límite con el Sur Chico, está desarrollándose un centro industrial en la zona de Concepción, con el establecimiento y la ampliación de una industria siderúrgica. El Sur Chico cuenta fundamentalmente con una población agrícola, que se va disminuyendo hacia el sur. El Sur Grande está poco poblado, con la excepción de Magallanes. (Véase el cuadro 2.)

Entre 1920 y 1950, la población de Chile aumentó alrededor de 156 por ciento. Ha sido éste uno de los crecimientos demográficos más bajos de la América del Sur, cuyo promedio durante el mismo período fue de 183 por ciento. La mortalidad infantil en Chile ha sido de lejos la más alta de la zona templada de la América del Sur (más del doble de la de la Argentina y el Uruguay) y casi igual a las más altas tasas de la zona tropical. Como resultado de un reciente descenso de la mortalidad, la tasa anual de crecimiento de la población ascendió a 2.5 por ciento en los últimos años, que es similar a la de los países de rápido crecimiento demográfico. Sin embargo, la tasa actual podría no mantenerse en caso de producirse un descenso en la natalidad. En este informe se ha supuesto, para el período 1958-73, una tasa media anual de crecimiento demográfico de 2.2 por ciento,

/con sus

con sus repercusiones en materia de suministro de agua, necesidades alimenticias, crecimiento industrial y demanda de energía. Sobre la base de esta hipótesis, la población total de Chile en 1973 excedería de diez millones de habitantes. (Véase el cuadro 3.)

Con cerca de 57 por ciento de su población establecida en ciudades, según el censo de 1952, ya no puede decirse que Chile sea predominantemente agrícola. El ritmo de la urbanización ha sido bastante rápido desde los años treinta, cuando el Gobierno inició una vigorosa política de industrialización. En realidad, la mayor parte de esta expansión ha ocurrido en la zona Santiago-Valparaíso. Es probable que esta tendencia de la urbanización continúe, pero no que la población rural crezca en forma sustancial en el futuro. Casi todo el incremento de la población se acumularía en los centros urbanos, de suerte que la población urbana podría llegar al 69 por ciento de la total. Este permanente proceso de urbanización plantea, naturalmente, problemas sanitarios e hidráulicos. (Véase el cuadro 4.)

4. Desarrollo económico general

En 1956, el ingreso nacional por habitante ascendió a 290 dólares, cifra que sitúa a Chile en el grupo de países latinoamericanos de ingreso medio. Sin embargo, la tasa de crecimiento de la economía chilena es bastante baja. Como resultado de una relación desfavorable de los precios del intercambio, el ingreso real por habitante disminuyó 22 por ciento entre 1929 y 1945; luego aumentó 11.8 por ciento entre 1945 y 1956, o sea con una tasa media anual de 1.1 por ciento. Sin embargo, durante los últimos cuatro o cinco años la economía se ha mantenido casi estacionaria. Un rasgo sobresaliente de este cuadro de crecimiento es la bajísima tasa de inversión que, inferior al 10 por ciento del producto natural bruto, está por debajo de la tasa de la mayoría de los países que se encuentran en un nivel de desarrollo similar.

Los índices de producción de los principales sectores productivos de la economía - minería, industria y agricultura - que son de mayor significado desde el punto de vista de las necesidades hidráulicas, muestran una tendencia de crecimiento muy desigual. Comparada con el nivel registrado a fines de la década de los años veinte, la producción minera se ha

/mantenido casi

mantenido casi estacionaria, la industrial se ha más que duplicado y ahora alcanza a más del 50 por ciento de la producción total, y la agrícola ha aumentado en cerca del 40 por ciento. (Véase el cuadro 5.)

Estas diferencias de las tasas de crecimiento provienen en parte de una política de desarrollo deliberada. Los comienzos del siglo veinte caracterizáronse para Chile por una rápida expansión de la minería, que permitió abundantes exportaciones. Este desarrollo hacia el exterior fue una fuente de riqueza a la par que una causa de vulnerabilidad debido a la creciente dependencia de su economía con respecto a los inestables mercados para sus minerales. Después que el mercado tomó un giro desfavorable para sus dos principales productos mineros (por la depresión mundial en lo que respecta al cobre y por la competencia del nitrato sintético en lo referente al salitre), Chile inició al comenzar la década de los años treinta una vigorosa política de industrialización basada en varias medidas, entre ellas la fijación de tarifas altamente proteccionistas y el fomento directo de la industria, para cuyos efectos no tardaría en crearse la Corporación de Fomento de la Producción, que emprendió numerosos proyectos industriales y participó en otros. No cabe duda de que la acción del gobierno ha contribuido notablemente al rápido crecimiento de la industria. Mientras la industria seguía progresando, la tasa de aumento de la producción agrícola quedaba a la zaga del crecimiento de la población y aún mucho más con respecto al consumo de alimentos por habitante, que crece ligeramente. Resultó de ello que Chile, exportador neto de alimentos, empezó a importar cereales y carne, transformándose en importador neto de alimentos en 1939. De acuerdo con las conclusiones de un estudio conjunto realizado por la FAO y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, que mostró varias posibilidades de incrementar sustancialmente la producción agropecuaria del país, las autoridades chilenas prepararon un Plan de Desarrollo Agrícola y de Transportes de ocho años (1954-62), que habrá de devolver a la agricultura nacional su capacidad de exportadora neta.

Actualmente no existe en Chile un plan de desarrollo económico general, sino una serie de planes individuales para algunos sectores y aun algunas regiones. En efecto, además del Plan de Desarrollo Agrícola y de Transportes, Chile tiene actualmente en ejecución un Plan de Electrificación (1943-64),

/Cuadro 2

Cuadro 2

CHILE: POBLACION POR REGIONES, 1957

Regiones	Superficie (miles de km2)	Población a/ (miles)	Densidad
Norte Grande	178	350	2.0
Norte Chico	120	416	3.5
Chile Central	147	5 621	38.1
(comprende Santiago y Valparaíso)	(22)	(2 739)	(125.6)
Sur Chico	72	725	10.1
Sur Grande	225	99	0.4
Total	742	7 211	9.7

Fuente: Servicio Nacional de Estadística.

a/ Fines de año.

Cuadro 3

CHILE: CRECIMIENTO DEMOGRAFICO

Año	Población (miles)	Porcentaje anual de crecimiento
1885	2 492	1.16
1907	3 213	1.34
1930	4 365	1.68
1952	6 295	2.50
1957	7 121	2.20
1973	10 100	

a/ Mediados de año.

/Cuadro 4

Cuadro 4

CHILE: DISTRIBUCION DE LA POBLACION

(Porcentajes)

Año del censo	Urbana	Rural
1907	43.2	56.8
1920	46.4	53.6
1930	49.4	50.6
1952	56.8	43.2
1973	69.0	31.0

Cuadro 5

CHILE: COMPOSICION Y AUMENTO DE LA PRODUCCION

(Promedios en millones de pesos de 1950 y porcentajes con respecto a la producción total)

	Promedio 1925-29	Porcentajes	Promedio 1945-1949	Porcentajes	Promedio 1955-57	Porcentajes	Porcentajes de aumento		
							1955-57 / 1945-49	1955-57 / 1925-29	1945-49 / 1925-49
Minería	8 101	21.3	8 589	14.2	10 585	13.9	23.2	30.7	6.0
Industria a/	13 881	36.5	29 075	48.2	38 511	50.5	32.5	177.4	109.5
Agricultura b/	16 050	42.2	22 670	37.6	27 180	35.6	19.9	69.3	41.2
Total	38 032	100.0	60 334	100.0	76 276	100.0	26.4	100.6	58.6

a/ Incluyendo la construcción.

b/ Incluyendo la ganadería, la pesca y la silvicultura.

/un Plan

un Plan de Obras Públicas (1954-59), un plan de desarrollo regional en el Valle Central, el Plan Chillán, y otros dos en el norte: el Plan Arica y el Plan Norte. Todos estos planes sufren en su ejecución, los efectos de las condiciones inflacionarias de que Chile ha padecido durante años y que repercuten en las fuentes financieras y en la fase de construcción. También se resiente seriamente el servicio de las inversiones efectuadas.

De este modo, el desarrollo "hacia afuera" que predominó durante los comienzos del siglo veinte ha tendido a transformarse en un crecimiento "hacia adentro" de la industria y ahora de la agricultura, lo que da mayor estabilidad a la economía chilena. La tasa general de crecimiento depende, sin embargo, en gran medida, de que se logre romper el círculo vicioso que forman una baja tasa de inversión y un lento aumento de la producción. (El Plan de Desarrollo Agrícola previó para el período de 1954 a 1962 una elevación de la tasa de inversión a 13 por ciento, que en realidad no se ha alcanzado). La experiencia ganada en materia de planeamiento de las actividades económicas podría servir para utilizar en forma más eficiente el capital y los recursos, y elevar con ello los niveles de producción. Mas esto sólo se logra lentamente. De superarse las persistentes condiciones anormales de los mercados de minerales y considerando un lapso de unos quince años, no parece que fuera imposible alcanzar una tasa anual de crecimiento del orden del 2 por ciento del ingreso por habitante. Es la hipótesis de crecimiento que se empleará en este estudio para determinar la demanda de agua en distintos usos.

a) Principales sectores de producción

Minería. Las actividades mineras constituyen la principal fuente de las exportaciones chilenas (alrededor del 80 por ciento). La más importante de ellas es la del cobre. Las reservas comprobadas de mineral de cobre de Chile son las mayores del mundo. Con una producción anual de 400 000 a 450 000 toneladas, el cobre constituye del 60 al 70 por ciento de las exportaciones chilenas. A menos de mantenerse las desfavorables condiciones del mercado del cobre, los planes de expansión de las compañías permitirían elevar la producción a 500 000 toneladas a comienzos de la década de 1960-69. Actualmente se explotan dos grandes yacimientos.

/Uno se

Uno se encuentra en el Norte Grande, en Chuquicamata, en el altiplano adyacente a la Cordillera de los Andes. Proporciona más de la mitad de la producción actual. Para satisfacer sus necesidades hidráulicas, Chuquicamata se abastece en el curso superior del sistema del río Loa. El segundo gran yacimiento, El Teniente (35 por ciento de la producción actual), se encuentra a 3 500 metros de altura aproximadamente (Sewell), en el Valle Central, al sur de Santiago. Utiliza las aguas del sistema del río Rapel. Además de los "dos grandes", existe una mina menor (30 000 toneladas anuales) en Potrerillos, en el Norte Chico; en la misma región de Santiago se encuentran en explotación o en vías de ampliación varias otras minas pequeñas.

Tras el cobre viene, entre las actividades mineras, la minería del salitre. Los nitratos chilenos han sufrido considerablemente a raíz de la competencia del salitre sintético. De un máximo de 3 millones de toneladas alcanzado en 1917, la producción ha bajado a 1 500 000 toneladas anuales, las que sin embargo siguen representando 10 por ciento de las exportaciones. La capacidad de competencia de los nitratos chilenos ha mejorado recientemente como resultado de las modificaciones introducidas en la legislación minera del país y del descubrimiento de nuevos procedimientos técnicos que aumentan el rendimiento de subproductos. Todas las salitreras se encuentran localizadas en el Norte Grande, con una gran concentración en los salares de la provincia de Antofagasta. Los dos principales yacimientos de la región, Pedro de Valdivia y María Elena, proporcionan el 65 por ciento de la producción total. Ambos utilizan las aguas del río Loa.

Un tercer grupo minero importante, aunque de mayor significado para el desarrollo interno que para las exportaciones (si bien se exportan considerables cantidades de ambos productos), lo forman el hierro y el carbón. Existen ricos yacimientos de minerales de hierro con reservas comprobadas de más de 120 millones de toneladas de mineral y reservas probables del orden de los 800 millones, en su mayoría localizados en el Norte Chico. La principal mina de hierro, El Tofo, es explotada por la Bethlehem Steel Corporation. Numerosos productores pequeños están aumentando actualmente sus operaciones. Trátase de minería seca, que prácticamente no ha menester

/de agua.

de agua. De una producción total de 3.5 millones de toneladas anuales, alrededor de la mitad se exporta, transportándose la otra mitad, por barco, a través del puerto de Coquimbo, hasta Huachipato, centro de la industria del acero, cerca de las minas de carbón de la parte meridional del Valle Central. En el Golfo de Arauco existen reservas de carbón de buena calidad de unos 500 millones de toneladas. La producción de carbón alcanza actualmente a 2.5 millones de toneladas anuales. Una de las razones que se tuvo en cuenta para elegir el actual emplazamiento de la industria del acero fue la falta de agua en la zona de las minas de hierro y la proximidad del río Bío-Bío a las minas de carbón. Los altos hornos de Huachipato tienen hoy una capacidad de 300 000 toneladas, la que se duplicaría en los próximos cinco años.

Otras actividades mineras son la minería del oro y del manganeso en el Norte Chico, varios productos de sal y azufre del Norte Grande, molibdeno en el Valle Central y petróleo en Magallanes. La producción de petróleo, que alcanza a 560 000 toneladas anuales, se embarca para la refinería de Concón (cerca de Valparaíso), que emplea las aguas del río Aconcagua.

Industria. No obstante el considerable aumento experimentado por la actividad minera y sus industrias conexas en el curso de los últimos diez años (desde 1948 la producción de metales no preciosos y las industrias metalúrgicas y mecánicas se han más que triplicado), la masa de la industria chilena sigue descansando en numerosas fábricas pequeñas de "industrias livianas". La producción de alimentos y bebidas representa más de la cuarta parte de la actividad industrial; una alta proporción de la industria de alimentos corresponde a la molienda de cereales, que es una industria casi seca. Después de las industrias de la alimentación vienen las textiles y del vestuario (también más del 25 por ciento de la producción total), de las cuales, las primeras necesitan agua para blanquear y teñir. El grupo de metales no preciosos, mecánica y metalurgia representa actualmente el 15 por ciento de la producción industrial, y requiere grandes cantidades de agua para el acero. La industria química (principalmente ácido sulfúrico, álcalis y abonos) se ha mantenido prácticamente estacionaria en torno al 4 por ciento, pero existen planes en estudio para su ampliación (productos a base de petróleo, del carbón y en un futuro más lejano, productos electroquímicos).

/Una característica

Una característica importante de la industria chilena es su actual concentración geográfica en la zona de Santiago y Valparaíso (71 por ciento de la producción industrial), que satisface sus necesidades hidráulicas con las aguas de los ríos Maipo y Aconcagua. El otro centro industrial que necesita agua es Concepción (12 por ciento), cuyas industrias metalúrgica y textil se abastecen en el Bío-Bío.

El crecimiento industrial, que probablemente continuará con ritmo seguro, pone de manifiesto dos nuevas tendencias en lo que respecta a las necesidades de agua: por una parte, muchas de las nuevas industrias proyectadas o que habrán de ampliarse, serán grandes consumidoras de agua (fábricas de azúcar de remolacha, fábricas de celulosa y papel, fábricas de productos químicos, ampliación de las refinerías de acero y petróleo); y por otra, en su mayoría no se localizarán en la zona de Santiago.

Agricultura. De una superficie total de 74 millones de hectáreas, 22 millones no son aptas para la agricultura, 21 millones están cubiertas de bosques y sólo 31 millones son de suelos agrícolas. Sin embargo, las dos terceras partes de éstos se componen de pastos naturales, de suerte que la superficie cultivable alcanza a cerca de 11 millones de hectáreas, de los cuales 7.1 millones necesitan riego. Actualmente se cultivan 6.8 millones de hectáreas de suelos agrícolas, de los cuales cuentan con riego 1.3 millones. Aunque por lo general los mejores suelos ya se encuentran bajo cultivo, aún no se han agotado las tierras que pudieran cultivarse económicamente previa limpieza, avenamiento y riego.

Además del cultivo de más tierras, podría aumentarse la producción mejorando la productividad, que es baja. Uno de los factores causantes de la baja productividad es el actual régimen de tenencia de la tierra basado en predios o demasiado pequeños o demasiado grandes para una producción eficiente. Casi la mitad de los 178 000 predios agrícolas se compone de pequeñas unidades de menos de 5 hectáreas cada una, que en conjunto no suman más del 0.6 por ciento de la superficie total, en tanto que los fundos de más de 1 000 hectáreas representan el 75 por ciento de esa misma superficie, aun cuando sólo constituyen el 1.5 por ciento del número total de predios.

Los principales productos agrícolas son los cereales (50 por ciento del valor de la producción agrícola), las papas (8 por ciento), las leguminosas (6 por ciento) y las uvas (8 por ciento). La ganadería y la lana

representan 18 y 6 por ciento respectivamente. Como resultado del lento crecimiento de la producción en el curso de las últimas décadas, ha habido que efectuar grandes importaciones de trigo (alrededor de 20 millones de dólares), carnes (15 millones) y azúcar (15 millones). Por su parte, Chile exporta lana (15 millones de dólares), productos forestales (8 a 9 millones), leguminosas diversas (6 millones), frutas y hortalizas (13 millones). El Plan de Desarrollo Agrícola (1954-62), que en realidad se encuentra sólo en sus comienzos, tiene el propósito de eliminar totalmente las importaciones de trigo y carnes y reducir las de azúcar. Simultáneamente se desarrollaría la producción de artículos de exportación, sobre todo de productos forestales.

Las formas regionales de producción están determinadas por el clima, la topografía y los suelos. Los desiertos del Norte Grande no ofrecen sino limitadas posibilidades agrícolas y la pequeña superficie apta para el cultivo no se puede aprovechar plenamente debido a la alcalinidad de los suelos y a veces del agua. Disponiendo de más agua de riego (hay 140 000 hectáreas), el Norte Chico produce, si bien en escala limitada, excelentes cosechas y ganado. Zona de excedentes alimenticios, el Norte Chico puede proveer al Norte Grande de bienes perecederos, y a la región de Santiago de frutas y hortalizas de invierno. La actividad agrícola del país se concentra en el Valle Central. El ya citado informe de la FAO y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, refiriéndose a las condiciones naturales de esta región, dice que "no son ni muy favorables ni demasiado desfavorables", debido a que la mayor parte de las lluvias cae fuera del ciclo vegetativo de los principales cultivos, aunque el ligero declive de los suelos y la existencia de numerosos ríos favorecen grandemente el riego. Existen en el Valle Central alrededor de 1.2 millones de hectáreas regadas, superficie que se aumentará de acuerdo con el Plan de Desarrollo Agrícola. La parte meridional del Valle Central y el Sur Chico son ricos en recursos forestales y posibilidades de forestación, que se explotarán en forma más racional para la producción de madera, celulosa y papel. En el Sur Chico se cultiva el trigo de secano, constituyendo esa región el granero de Chile (más del 30 por ciento de la producción de cereales). El avenamiento permitiría ocupar nuevas tierras. El Sur Grande está

/sin explotar,

sin explotar, aunque tiene tierras de pastoreo y se presta para la ganadería; también posee densos bosques con buenas perspectivas madereras.

Electricidad. La producción de electricidad en 1957 fue de 590 kWh por habitante, que es con creces la tasa de generación más alta de América Latina. Explícase por el elevado consumo de las compañías cupreras y salitreras (que poseen el 31 por ciento de la capacidad de producción), los abundantes recursos hidroeléctricos del sur del país y la vigorosa política de electrificación que ha llevado a cabo la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA), dependiente de la Corporación de Fomento de la Producción, organismo estatal creado en 1939.

En 1957, la capacidad instalada total alcanzaba a 1 006 100 kW, 52 por ciento de la cual correspondía a hidroelectricidad. La termoelectricidad puede subdividirse a su vez en energía de generación diesel (15 por ciento) y energía de generación térmica (33 por ciento), que requiere más agua. El cumplimiento del plan de electrificación permitiría aumentar la capacidad, en 1973, a 2.1 millones de kW, con 77 por ciento de hidroelectricidad. En la zona de Santiago, actualmente hay escasez de electricidad.

El Norte Grande casi no posee recursos hidroeléctricos, de manera que las necesidades de electricidad se satisfacen allí casi en su totalidad con centrales térmicas (cerca del 70 por ciento de la producción de termoelectricidad del país y 45 por ciento de la capacidad térmica). El Norte Chico tiene una capacidad instalada menor (100 300 kW, de la cual sólo el 22 por ciento es hidráulica). Chile Central dispone del 36 por ciento de la capacidad instalada de termoelectricidad del país, y del 91 por ciento de la capacidad de hidroelectricidad. Aunque los ríos de esa región sólo representan un pequeño porcentaje del potencial hidroeléctrico del país, se han explotado primero debido a su proximidad a los centros de consumo. Por la misma razón, la gran mayor parte del aumento de la producción de hidroelectricidad (91 por ciento) proyectado para los próximos quince años corresponderá a esa región. En el Sur Chico, actualmente existe una sola central hidroeléctrica de importancia (24 200 kW), aunque para 1973 se han proyectado nuevas obras (60 000 kW).

/El enorme

El enorme potencial hidroeléctrico del Sur Grande se encuentra intacto.

b) Actividad económica por cuencas hidrográficas

El cuadro que acaba de trazarse de los grandes sectores de la economía chilena revela un alto grado de concentración geográfica de la actividad económica, que desde el punto de vista hidráulico puede identificarse con siete cuencas hidrográficas. Son de norte a sur, los ríos Loa, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Itata y Bío-Bío. En representación del Norte Chico, podría agregarse el río Elqui. Estas ocho cuencas hidrográficas representan cerca del 73 por ciento de la población, 83 por ciento de la minería, 96 por ciento de la industria y 85 por ciento de la capacidad de electricicad. La proporción es menor en el caso de la agricultura (55 a 60 por ciento), aunque la diferencia corresponde casi totalmente a la agricultura del Sur Chico, que no necesita riego. La mayoría también se radicará en estas cuencas. Semejante intensificación de la demanda frente a una disponibilidad de recursos sin variación se traduce en conflictos entre ambos factores que plantean con creciente agudeza el problema de una administración eficiente de los recursos hidráulicos. (Véase el cuadro 6.)

Cuadro 6

CHILE: ACTIVIDAD ECONOMICA POR CUENCAS HIDROGRAFICAS

(Valor de la producción en millones de pesos)

Cuencas hidrográficas	Provincia	Población (fines de 1957) (miles)	Porcentaje de aumento de la poblac. 1957-1940	Valor de la producción minera 1951	Valor de la producción industrial 1950	Agricultura: Trigo (Millones de quintales)	Agricultura: Cebada (Millones de quintales)	Agricultura: Maíz (Millones de quintales)	Agricultura: Ganado vacuno (miles de cabezas)	Electricidad. Capacidad instalada en 1956: Total (Miles de kW)	Electricidad. Capacidad instalada en 1956: Hidráulica (Miles de kW)	Electricidad. Capacidad instalada en 1956: Termica (Miles de kW)	Proyectada para 1973 (hidroelectricidad)
Loa	Antofagasta	225	+50	7.6	0.6	-	-	-	-	196	5	191	2
Elqui	Coquimbo	160	+33	0.3	0.2	0.1	-	-	0.1	17	1	16	-
Aconcagua	Aconcagua	156	+33	0.1	0.2	0.3	-	-	0.1	99	22	77	-
	Valparaíso	606	+43	0.2	3.8	0.2	0.1	-	-				
Maipo	Santiago	2 133	+68	0.3	11.8	0.9	0.3	0.2	0.2	166	118	48	-
Rapel	O'Higgins	273	+36	5.8	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	132	132	-	399
	Colchagua	170	+30	-	0.3	0.4	-	0.1	0.1				
Maule	Talca	211	+34	-	0.1	0.3	-	-	-	101	101	-	268
	Linares	178	+23	-	0.4	0.3	-	-	0.1				
Itata	Ñuble	306	+26	-	0.1	0.6	-	-	0.1	-	-	-	-
Bío-Bío	Concepción	500	+62	1.2	2.0	0.1	-	-	0.1	115	87	28	349
	Bío-Bío	168	+24	-	0.1	0.4	-	-	0.1				
	Malleco	194	+26	-	0.1	0.8	-	-	0.2				
Total		5 280	(+50)	15.5	20.0	4.7	0.5	0.4	1.2	826	466	360	1 018
Total Chile		7 211	(+44)	18.7	20.8	8.5	0.7	0.6	2.3	980	518	462	1 225
Porcentajes de las ocho cuencas		73		83	96	55	80	66	52	85	89	78	83

/5. Administración

5. Administración

Chile ha organizado sus instituciones en un sistema de dirección unitaria, caracterizándose además por la gran centralización geográfica de su estructura administrativa (lo que ha constituído un factor importante de la excesiva concentración de la actividad económica en la zona de Santiago).

Sin embargo, ante la creciente intervención y participación directa del gobierno en los asuntos económicos, ha aparecido la tendencia a descentralizar funcionalmente algunos servicios económicos y a establecer organismos autónomos (como la Corporación de Fomento o la Empresa Nacional de Electricidad), con objeto de evitar las influencias políticas en la administración de los servicios públicos y de permitirles mayor flexibilidad en el desempeño de sus funciones. Simultáneamente, se han relajado los vínculos entre los distintos organismos en desmedro de una política nacional coordinada e integral.

En lo que respecta a los recursos hidráulicos, la administración chilena ofrece las mismas características generales de gran centralización (unida a la existencia de instituciones autónomas), no obstante lo cual, no existe una política hidráulica integral. Estos organismos altamente centralizados han sido concebidos únicamente para aplicar medidas unilaterales referentes a determinados usos de las aguas. Es lo que ha ocurrido con el Plan de Desarrollo Agrícola (uno de cuyos aspectos importantes es el riego), con las obras públicas (incluyendo el abastecimiento de agua y el riego), con la electricidad (en su mayor parte energía hidráulica), etc. No existe una autoridad administrativa para formular una política hidráulica integral que tenga en cuenta los posibles conflictos o la complementación de los distintos usos planeados separadamnete. Los intentos de coordinación que hasta aquí se han hecho han sido obra de la iniciativa personal de algunos funcionarios.

La falta de coordinación en materia de política hidráulica no implica una carencia de actividades o de organismos administrativos para formularla individualmente. Muy por el contrario, son numerosos, si bien se encuentran dispersos o se superponen. En lo que respecta a los principales usos del agua (riego, electricidad, consumo humano), no existe una

/desvinculación administrativa

desvinculación administrativa notable en el plano ejecutivo, sino más bien, a veces, una duplicación de órganos con las mismas atribuciones.

En realidad, puede afirmarse que con los mismos elementos humanos y materiales de que dispone el Gobierno para administrar los recursos hidráulicos del país, podría formularse y aplicarse una política hidráulica integral.

En el gráfico 1 se da un esquema de la actual organización institucional chilena en materia de recursos hidráulicos, que abarca tanto el sector público como el privado. Indícase la autoridad responsable de las fases principales de actividad (planeamiento, construcción y funcionamiento). El gráfico pone claramente en evidencia la falta de coordinación entre los distintos usos del agua y la dispersión de esfuerzos.

6. Legislación

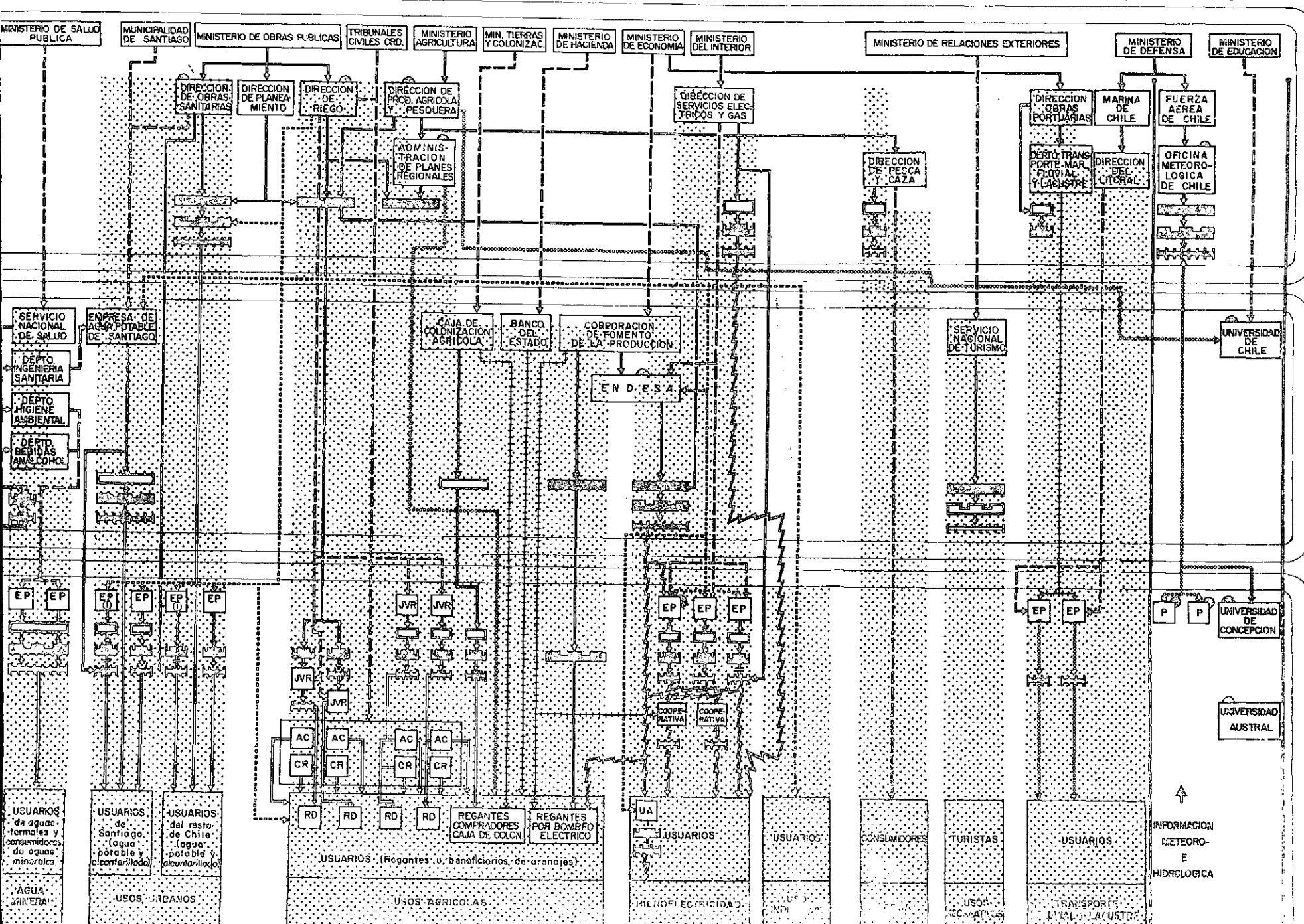
En los párrafos que siguen se bosquejará a grandes rasgos la legislación de aguas de Chile en cuanto ella influye, favorable o desfavorablemente, en el desarrollo hidráulico.

El Código Civil de Chile, redactado por don Andrés Bello, en lo relativo a la legislación de aguas se inspiró en el Código de Napoleón, aceptando, en su artículo 834, la doctrina de los derechos ribereños, o sea el derecho de los propietarios ribereños a usar las aguas de los cursos naturales proprio jure, sin necesidad de una merced. El riego se ha desarrollado en Chile bajo este sistema, cuyo espíritu sigue influyendo en el planeamiento del desarrollo agrícola. Dado que el aprovechamiento del agua se autorizaba por la ley, era incorporado en el derecho de dominio de las tierras ribereñas. Los usuarios no inscribían ni llevaban registros de los usos que hacían de las aguas y, salvo contados casos, tampoco lo hacen hoy debido a que las reformas legislativas posteriores no les impusieron tal obligación.

Partiendo de la idea que los derechos de aguas de los propietarios ribereños equivalían al dominio de una porción del río, resultó que éste encontrábase dividido entre aquéllos en cuotas. Estas cuotas, llamadas "acciones" o "regadores", implicaban la idea de una copropiedad del río, idea que en el fondo inspiraba a la legislación nacional. Así, pues, ésta reconoce los derechos de los propietarios ribereños y, hoy, el de

/todos los

GRAFICO 1 ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS EN CHILE (Público y Privado)



Explicación de los signos usados en el gráfico 1

indica dependencia jerárquica (la institución dependiente es aquélla hacia la cual apunta la flecha)

indica control o supervisión (sin superioridad jerárquica), por la institución de donde arranca la línea hacia aquélla a la que apunta la flecha

indica otorgamiento de concesiones o permisos, por id. id.

indica otorgamiento de créditos o subsidios, por id. id.

indica suministro de agua, por id. id.

indica suministro de electricidad, por id. id.

indica suministro de servicios o ayuda técnica, por id. id.

indica actividad de planeamiento, cumplida por la institución a la que está unida por una línea. Si el signo está en blanco, sin rellenar, indica que la actividad no se realiza

indica construcción de obras, cumplida por la institución a la que está unida por un línea. Si el signo está en blanco, sin rellenar, indica que la actividad no se realiza

indica explotación de obras o prestación de servicios " "

indican colección de información meteoro e hidrológica, cumplida por la institución donde aparece el signo

ABREVIATURAS:

EP: Empresa privada

JVR: Junta de Vigilancia de Ríos

AC: Asociación de canalistas

CR: Comunidad de Regantes

P: Individuo particular

EPI: Empresa privada intervenida (bajo administración estatal)

RD: Regantes individuales, directos de un río

UA: Usuarios autoproductores de la energía que consumen

todos los titulares de una merced a vender o arrender los excedentes que no utilizan. Del mismo modo, las obras de captación y conducción también son copropiedad de los propietarios ribereños.

El Código de Napoleón había sido redactado para Francia, país "húmedo" para el cual la navegación interior era, al entrar en vigencia aquél, un problema mucho más importante que el riego. Los ríos dividíanse así en navegables y no navegables; el dominio de los primeros pertenecía al Estado y el de los segundos, a los propietarios ribereños. También fue ésta la tendencia de la legislación de los Estados Unidos cuando se encontraban en vías de desarrollo sólo los estados del este. Al iniciarse la explotación de las regiones árida y semiárida, los Estados Unidos promulgaron, en 1907, una ley en que se adoptaba un nuevo concepto para los Estados del oeste: la doctrina de la "apropiación", esto es la concesión del derecho a usar del agua al primer ocupante, fuera o no propietario ribereño. En la misma dirección se orientó Colombia al limitar los derechos del propietario ribereño al uso del agua que efectivamente podía hacer.

En Chile se ha operado una evolución similar, pero iniciada antes. El artículo 860 del Código Civil reconoce a los propietarios no ribereños el derecho a obtener mercedes. Estas han sido concedidas por las municipalidades, los Intendentes o el gobierno nacional, pero al margen de toda legislación orgánica. El desarrollo del riego en Chile (que es el país que dispone de mayor superficie regada de la América del Sur) hizo necesario dictar nuevas medidas legislativas sobre administración de aguas. En 1908, la Ley 2138 estableció y reglamentó las Asociaciones de Canalistas, creación original de la legislación chilena. Por último, tras varias tentativas, el 1 de abril de 1951 se promulgó el Código de Aguas que derogó las disposiciones anteriores contenidas en el Código Civil y en el Código de Minas. (Fuera del Código, subsisten varias leyes, como la 9962 de 1950, sobre construcción y explotación de obras de regadío por el estado). 1/

1/ La bibliografía chilena en materia de legislación de aguas en su casi totalidad es anterior al Código, por lo cual no presenta sino un interés limitado en un estudio de la legislación positiva. De todos modos, en el Apéndice I se da una bibliografía anterior y posterior al Código.

/El Código

El Código de Aguas innova sustancialmente con respecto al Código Civil en lo referente al dominio de las aguas, las que pueden dividirse en dos categorías:

a) Aguas de dominio público:

Pertenecen a esta categoría: 1) Todas las aguas que corren por cauces naturales, cualquiera que sea la importancia de su caudal. En lo sucesivo, el aprovechamiento de tales aguas sólo puede obtenerse mediante una merced del Presidente de la República. Sin embargo, el Código reconoce los derechos adquiridos bajo el imperio de las leyes precedentes, inclusive los derechos de los propietarios ribereños. 2) Los lagos navegables por buques de más de 100 toneladas. 3) Las vertientes que nacen en un predio y corren hacia otro.

b) Aguas de dominio privado:

1) Las vertientes y corrientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad; 2) Los lagos navegables por barcos de menos de 100 toneladas y los lagos no navegables; 3) Las aguas subterráneas (el Código no establece que son privadas, pero, mediante el mecanismo de las mercedes, otorga su aprovechamiento al propietario del predio en que se encuentran); 4) Las aguas lluvia, que jurídicamente son res nullius, pueden ser retenidas sin embargo por el propietario del suelo.

Por lo que toca al uso de las aguas de dominio público, el Código contiene las siguientes disposiciones importantes:

i) El Presidente de la República tiene autoridad para fijar y reservar cuotas de determinadas aguas y concederlas sólo para ciertos usos. También puede dictaminar el "agotamiento" de ciertas aguas, lo que impide conceder en ellas nuevas mercedes.

ii) Las mercedes se definen como derechos reales. La ley no prohibe, por lo tanto, su arriendo o transferencia, como ocurre en cambio en muchas legislaciones sudamericanas, y admite que puedan venderse.

iii) Las mercedes se otorgan para cierta cantidad y para cierto tiempo, pero el Código no exige la fijación de normas para tasar el aprovechamiento de las aguas en relación a una superficie dada u otra unidad de medida.

/iv) El Código

iv) El Código establece un estricto orden de prelación para el caso de superposición de solicitudes de merced para unas mismas aguas. Este orden es el siguiente: 1o. Bebida y servicio de agua potable de las poblaciones y centros industriales; 2o. Usos domésticos y saneamiento de poblaciones; 3o. Abastecimiento de ferrocarriles y elaboración de salitre; 4o. Regadío; 5o. Plantas generadoras de fuerza motriz o eléctricas; 6o. Industrias, molinos y fábricas, y 7o. Otros usos.

Aunque la legislación chilena se ha apartado de la doctrina original de los derechos de los propietarios ribereños, el problema de su idoneidad actual y futura para un aprovechamiento eficiente de las aguas debe ser totalmente examinado a la luz de la disponibilidad de recursos para satisfacer las crecientes necesidades de aguas.

Después de un inventario de todo lo que se conoce en materia de recursos (Primera Parte), se examinarán en forma más detallada las distintas instituciones chilenas que tienen ingerencia en materia de aprovechamiento de las aguas (Segunda Parte, capítulo III). El análisis de los usos mismos, dentro de este marco institucional, primero por funciones separadas, como abastecimiento doméstico, regadío, hidroelectricidad, etc., (materias de que se trata en el capítulo IV), y luego en forma conjunta por cuencas hidrográficas y regiones geográficas (capítulo IV), culminará con algunas sugestiones sobre las modificaciones que sería del caso introducir en la actual organización institucional.

Primera Parte

METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Capítulo I

M E T E O R O L O G I A

I. CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS DE CHILE[1/]

1. Condiciones atmosféricas generales

Para comprender los procesos hidrometeorológicos no sólo se requiere información acerca de las precipitaciones, sino también un estudio de las condiciones meteorológicas generales. Se prestará especial atención a los factores que provocan las precipitaciones en sus distintas formas (inclusive la lluvia artificial).

La principal característica del clima chileno es la discrepancia entre la temperatura del aire y la cantidad de radiación. Mientras ésta es la que corresponde a la latitud, la temperatura del aire es inferior a lo normal. Esta anomalía, causada por la corriente de Humbolt y la proximidad del agua fría a la costa, aumenta en las zonas norte y central de Chile desde el sur hacia el norte y desde el invierno hacia el verano. La temperatura se normaliza a medida que crece la distancia con respecto a la costa.

En vastas zonas del norte y del centro del país existen grandes variaciones diarias en la temperatura del aire. Estas variaciones que condicionan el tiempo y el clima, se hacen más marcadas a medida que se penetra desde la costa hacia el interior.

Las condiciones del viento están determinadas, en primer término, por la posición del país, situado como está al oeste de la Cordillera de los Andes, a lo largo de un extenso y estrecho zócalo continental, y en segundo término, por la posición del anticiclón del Pacífico. Por sobre los 40° de latitud sur, el viento que predomina en el océano sopla hacia el sur. Al alcanzar la costa, vira hacia el sudoeste como resultado del diario intercambio de las brisas terrestres y marinas. Más al sur, aproximadamente desde la latitud de Valdivia, predomina un viento del oeste, que gira gradualmente hacia el noroeste al acercarse al Polo. En el valle longitudinal, donde sólo se producen pequeñas

1/ Con especial referencia a la hidrometeorología.

/corrientes cálidas

corrientes cálidas ascendentes durante los días de sol, el viento frío del océano penetra en las capas atmosféricas más bajas hasta una altura de unos 500 metros, en tanto que en la noche bajan masas de aire frío desde la Cordillera. Parece producirse una fuerte evaporación en la parte superior de las capas de nubes cercanas a la costa que provoca precipitaciones en los contrafuertes de la Cordillera cuando soplan vientos del oeste o del sur.

Hasta el presente, prácticamente no se ha efectuado en Chile estudio alguno sobre el curso que siguen las zonas de baja presión y su influencia en las condiciones del tiempo, sobre todo desde el punto de vista hidrometeorológico. La Sección Meteorología de la Pan American Grace Airways, Inc. (PANAGRA), en su oficina de Los Cerrillos (Santiago), ha reunido datos que abarcan cierto número de años al través de boletines diarios sobre el tiempo en tierra y, también, mediciones de los vientos a grandes alturas. Sin embargo, hasta ahora este material no se ha elaborado ni analizado estadísticamente.

El centro de depresión se forma aproximadamente a la altura del Golfo de Colorado (Chiloé). La posición central de su frente se desplaza un tanto hacia el norte durante el invierno y hacia el sur durante el verano. Esto determina el ciclo anual de lluvias.

La lluvia es provocada por el viento tropical que sopla a lo largo de los Andes desde el norte hacia el sur. En casi todo el territorio del país, en especial desde Coquimbo a Chiloé, los períodos de precipitación se presentan en invierno. Durante el verano sólo se registran precipitaciones en el sur de la Patagonia, cuando el frente se desplaza hacia el Polo. Mas, la alta cadena de los Andes viene a complicar esta sencilla modalidad. En la vertiente argentina (Mendoza) existe una marcada época de lluvias estivales que se extiende hacia el territorio chileno por sobre una meseta de más o menos 3 000 metros sobre el nivel del mar, y que se prolonga entre las dos cadenas andinas desde los 20° de latitud sur. Las regiones bajas, al igual que la costa en general reciben muy poca lluvia, cuando llegan a recibirla, durante el invierno.

El predominio de las lluvias invernales sobre las zonas más activas desde el punto de vista económico, tiene importantes consecuencias, en su

/mayoría adversas.

mayoría adversas. En lo que respecta a la agricultura, la mayor parte de las lluvias se registra fuera del ciclo de cultivo, de donde la necesidad de recurrir al regadío. En cuanto a la hidroelectricidad, las precipitaciones invernales en las altas montañas revisten la forma de nieve sólida que se funde sólo en el verano, al paso que la mayor demanda de energía ocurre durante el invierno. Las lluvias invernales también aumentan la erosión de los suelos ya que la cubierta vegetal les da menos protección durante dicha estación. Por otra parte, las lluvias que caen durante una estación fría están menos sujetas a la evaporación. La nieve acumulada en las montañas proporciona también reservas más abundantes para los fines hidráulicos.

2. Estudio del régimen pluvial

Desde una precipitación de invierno infinitesimal o nula en las regiones secas del Norte Grande - por lo que es necesario el riego todo el año - el volumen absoluto de las lluvias anuales va aumentando hacia el sur. Al mismo tiempo, la proporción - no el total - de las precipitaciones invernales (abril-septiembre) disminuye en forma gradual en tanto que las precipitaciones estivales (octubre-marzo) aumentan en la misma forma.

La medición del porcentaje de lluvia anual para cada mes permite establecer la relación exacta entre las precipitaciones de verano y las de invierno. Basándose en informaciones provenientes de distintas estaciones del país, se han preparado algunos gráficos pluviométricos. El estudio de estas mediciones mensuales a lo largo de los años es de extraordinaria importancia para calcular no sólo los valores medios sino también los máximos y mínimos de las precipitaciones durante todo el período de observación. El mínimo tiene importancia para determinar las ampliaciones que podrían hacerse en las obras de regadío, así como el máximo la tiene para calcular la capacidad necesaria de las presas y obras de defensa ribereña. Si se desea conocer con gran exactitud la regularidad de las variaciones registradas, se requieren alrededor de cuarenta años de observaciones para todas las regiones tropicales y zonas bajas no tropicales, y cincuenta en las regiones montañosas. Muchas de las estaciones de Chile llenan el requisito del número de años de

/observación, pero,

observación, pero, al menos en el Norte Grande y el Norte Chico, no se han observado las tendencias estadísticas. En las zonas que normalmente carecen de lluvias, una precipitación repentina puede influir en los promedios y las variaciones efectivas al extremo de comprometer totalmente cualquiera regularidad registrada antes. Puede considerarse que el señalado requisito de cincuenta años de observaciones se cumple satisfactoriamente en Chile Central, el Sur Chico y el Sur Grande.

a) Registros pluviométricos de estaciones localizadas en 9 latitudes diferentes

En Antofagasta, donde se encuentra la estación más septentrional del país y que no registra prácticamente lluvia alguna, durante todo el período de observación se produjeron sólo algunas precipitaciones esporádicas, en especial entre los meses de junio y noviembre. El mes con mayores probabilidades de lluvia es julio. (Véase el cuadro I-1.)

La estación siguiente hacia el sur, Copiapó, registra un cuadro similar, aunque el tiempo con mayores probabilidades de lluvia empieza en mayo, y las lluvias son poco más intensas y por lo común cesan en octubre. La probabilidad de que pueda llover en cualquier período del año es mayor que en Antofagasta, aunque durante el período de observación se registraron ocho años con lluvias inferiores a 10 mm y seis años sin lluvia alguna.

La distribución de las precipitaciones cambia en Ovalle, en el sur de la provincia de Coquimbo. El único mes totalmente seco es enero y durante el período de 1900 a 1954 no se registraron años sin lluvias. También allí la principal estación de lluvias se sitúa entre los meses de mayo y octubre. Cabe destacar que durante los meses de junio y julio no se registraron lluvias sólo en seis o siete años de todo el período de observación. En otros términos, estos dos meses presentan una alta probabilidad de lluvias. Los registros mensuales suelen ser muy altos, siendo el máximo de 209 mm. Como en general las lluvias son muy intensas pueden causar serios perjuicios en los caminos y en las obras de regadío.

/Cuadro I-1

Cuadro I-1

CHILE: PRECIPITACIONES PLUVIALES (mm)

egiones	Promedios mensuales												Promedios anuales	Máxima			Mínima	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
te Grande																		
Antofagsta	0	0	0	0.2	0.6	2.1	3.2	0.9	0.5	1.1	0.2	0		mensual	55	Julio 1911	0	varios
(1904-1956)													9.3	anual	100	1911	0	varios
rte Chico																		
Copiapó	0	0	0.2	1.2	3.8	9.0	7.3	4.6	0.4	0.9	0.2	0		mensual	75	Junio 1927	0	varios
1900-1956)													28.5	anual	95	1927	0	1910, 13, 24, 33, 45
)valle																		
(1900-1956)	0	1	0.3	2.5	28.1	44.2	33.5	20.5	5.0	2.1	0.8	1.0		mensual	209	Julio 1904	0	varios
													139	anual	347	1926	26	1924
ile Central																		
antiago	2	3	4.5	14.3	69.5	89.5	72.1	52.9	27.0	14.1	5.8	3.5		mensual	433	Junio 1926	0	varios
(1900-1956)													322	anual	820	1900	66	1924
Chillán																		
1913-1956)	16.8	18.7	30.5	62.4	192	213	174	132	84.4	45.6	34.0	25.8		mensual	571	Junio 1934	0	varios
													997	anual	1 654	1914	484	1924
Chico																		
Valdivia	65.8	65.1	109	209	381	424	374	320	218	118	112	98		mensual	1 127	Mayo 1951	0	Dic.1910
1901-1956)													2467	anual	3 493	1904	1 343	1955
Puerto Montt	94.8	99.2	135	173	243	268	222	213	166	120	120	121		mensual	542	Mayo 1902	2	Ene 1941
1901-1956)													1860	anual	3653	1930	1 298	1943
Sur Grande																		
Puerto Aysén																		
(1928-1956)	191	192	242	229	291	279	291	269	198	192	198	213		mensual	557	June 1928	22	Dic.1952
													2796	anual	3 650	1933	2142	1934
nta Arenas	35.2	26.3	45.8	45.7	49.7	41.2	37.6	35.8	33.6	25.8	32.1	32.3		mensual	188	Mayo 1919	0	varios
(1901-1956)													438	anual	829	1950	189	1937

En lo que respecta a Santiago, el estudio pluviométrico se basó en un período de observación que va desde 1900 a 1956, aunque se dispone de series que abarcan alrededor de 100 años. El principal período de lluvias se extiende entre los meses de abril y octubre. En términos generales, no hay ningún mes sin lluvia, si bien las probabilidades de precipitaciones durante los meses estivales de noviembre a marzo son en extremo escasas. Un rasgo interesante lo constituyen los elevados registros mensuales entre mayo y agosto, los que en muchos casos exceden considerablemente la cantidad total de agua caída en ciertos años. Estos hechos deben tenerse en cuenta en cualquier plan de regadío de regularización de aguas. Sin embargo, suele ocurrir en Santiago que, durante el período de lluvias mismo, esto es en invierno, los meses que presentan los registros medios más elevados - mayo, junio y julio - sean en algunos años totalmente secos.

La falta de lluvias durante los meses en que normalmente se las espera, lo que es de suma importancia para la agricultura y la producción de energía, no se observa más al sur, en la provincia de Ñuble (Chillán). Además, el promedio mensual aumenta. Las probabilidades de lluvias mensuales (número de meses de lluvias dividido por el número de meses del período de observación) también aumentan en todos los meses, correspondiendo los registros más bajos a enero. En Chillán, las condiciones más favorables para las lluvias se presentan en junio, mes que, si bien es casi igualado por julio, ha registrado hasta ahora el máximo absoluto mensual.

Valdivia, estación en extremo lluviosa, recibe precipitaciones prácticamente cada mes, con un pronunciado mínimo en febrero. La precipitación media máxima se registra en junio, aunque los registros más altos observados hasta el presente corresponden a mayo y julio. Conviene señalar que, no obstante los altos registros mensuales y anuales habidos durante todo el período de observación, no llovió sino dos veces en enero y una en diciembre.

En Puerto Montt - la estación más austral de la parte de Chile que hasta ahora se ha desarrollado agrícolamente - la tendencia pluviométrica

/es similar

es similar a la de Valdivia: un registro medio anual elevado con distribución media muy pareja al través de todos los meses. También allí el máximo se registra en junio y el mínimo, que no es muy inferior a los registros de los demás meses, se ha desplazado hacia enero. No hay ningún mes totalmente seco.

Las observaciones en Puerto Aysén abarcan sólo unos pocos años, pero así y todo, este breve período ha permitido formarse un cuadro bastante exacto de la distribución de las lluvias. Es de destacar que entre septiembre y febrero, las cantidades de aguas lluvia son casi las mismas y que durante el invierno sólo aumentan muy ligeramente. Entre 1928 y 1956 no se registró ningún mes sin lluvias.

La distribución de éstas es similar en Punta Arenas, donde se encuentra la estación más austral de Chile construída hasta la fecha. La cantidad media de agua caída fluctúa muy poco entre un mes y otro, registrándose las mayores precipitaciones entre marzo y julio. Es importante señalar que los dos registros mínimos ocurren en febrero y en octubre y el máximo, generalmente en mayo.

Desde el punto de vista hidrometeorológico, la parte austral de Chile, que comprende las provincias de Aysén y Magallanes, representadas por los registros medios de Puerto Aysén y Punta Arenas, sigue siendo desconocida. Esos promedios se refieren no sólo a las islas sino también a la tierra firme. Para los efectos de este estudio, el Sur Grande debe considerarse inexplorado. Por lo que hasta aquí se sabe, es improbable que la tendencia pluviométrica general presente problemas particulares en lo futuro por cuanto una distribución anual pareja con suficientes precipitaciones, unida a la existencia de abundantes recursos hidráulicos provenientes de las nieves y los ventisqueros, garantiza amplios recursos. Las mediciones se han efectuado únicamente en aquellas partes de Chile en que la línea divisoria de las aguas está ubicada al otro lado de la cordillera principal, y en el interior de Punta Arenas, debiendo agregarse que ellas abarcan sólo unos pocos años. No existen observaciones individuales que permitieran extraer conclusiones más exactas.

/b) <u>Perfiles</u>

b) Perfiles que caracterizan las lluvias en latitudes similares

El primer perfil empieza en Tocopilla, sobre la costa, y termina un poco al sur de los 22° de latitud, en la frontera chileno-boliviana. Por desgracia, las observaciones meteorológicas en esta franja de 200 kilómetros no son muy numerosas. Sólo existen datos para Tocopilla y San Pedro. Los registros para Chuquicamata y Calama son muy inseguros. Es interesante anotar el desplazamiento del período anual de lluvias desde la costa hacia el interior. Aunque en Tocopilla la época con mayores probabilidades de precipitaciones es el invierno (es imposible hablar de una estación húmeda), en San Pedro el período de lluvias ya se ha desplazado al verano. En razón de la falta de estaciones de observación, desafortunadamente es imposible trazar el curso del desplazamiento y establecer los límites entre las precipitaciones de verano y las de invierno. Para la pequeña agricultura existente, el riego es necesario durante todo el año, salvo en las grandes alturas durante los meses de junio y julio, cuando las bajísimas temperaturas obligan a invernar a toda vegetación. (Véase el mapa 2.)

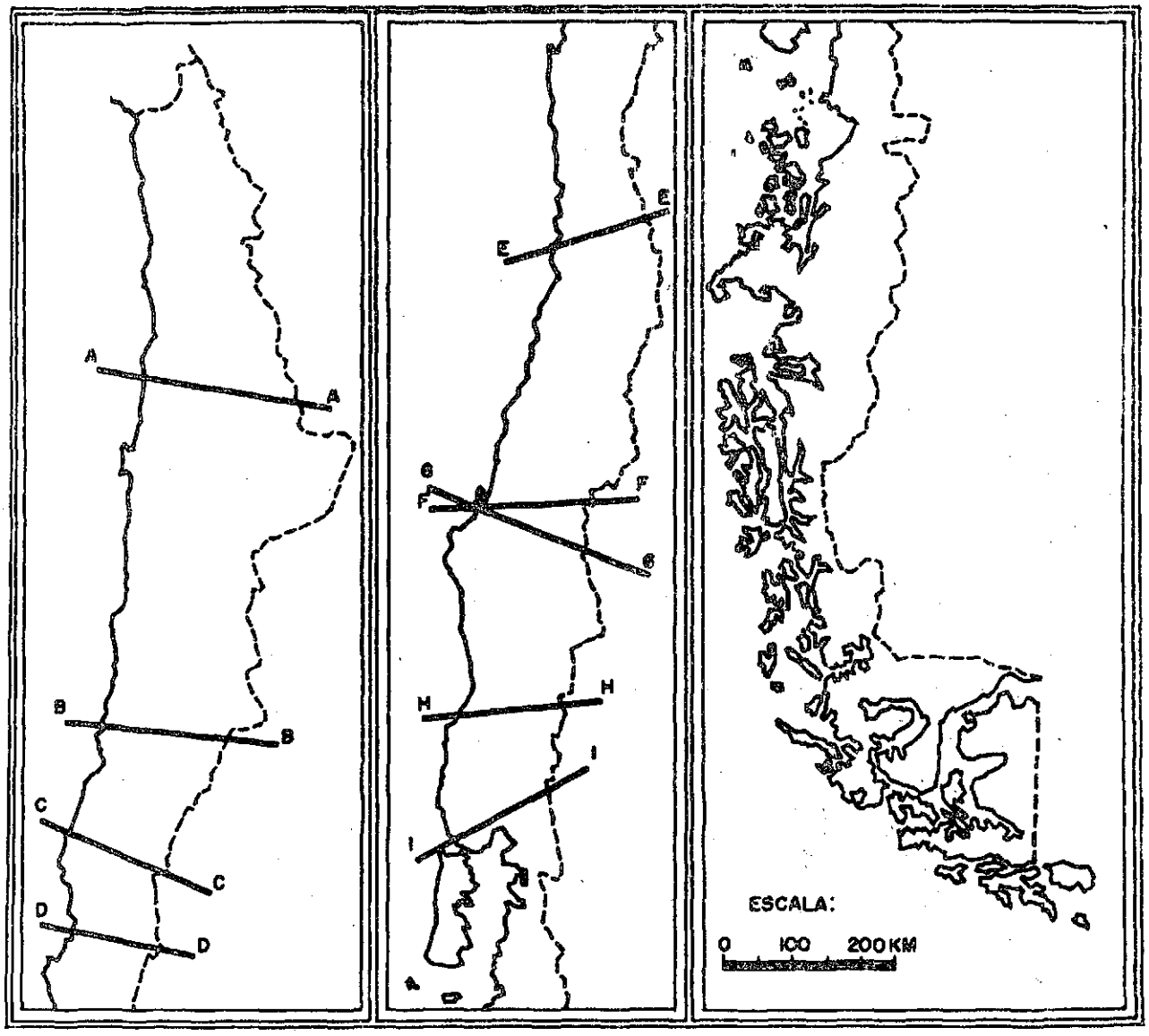
Un segundo perfil, que ilustra el ciclo de lluvias entre Caldera y Negro Francisco, cruza la fértil zona regada del río Copiapó. Caldera, estación costera, registra una distribución anual de lluvias que difiere muy poco de la de las estaciones más septentrionales. Es interesante señalar un aumento de la cantidad media de lluvias, aunque el período lluvioso se extiende a otros dos meses en Algarrobo, lo que significa un aumento de la proporción del invierno. Algarrobo se encuentra situado en la zona de las grandes nubosidades de la costa, donde existen algunas zonas de vegetación dispersas que se alimentan con las precipitaciones de aquellas nubosidades en los primeros contrafuertes de la Cordillera. No es posible comprobar la exactitud de las mediciones. La tercera estación, Copiapó, se encuentra ubicada en el valle del río, encerrada por altas cadenas montañosas. El volumen de las lluvias vuelve a disminuir aquí y se parece un tanto al de Caldera. La última estación - Negro Francisco - situada en las vecindades del nacimiento del río y rodeada de altos macizos, presenta una distribución de lluvias peculiar. Pueden observarse aquí dos períodos de lluvias perfectamente

/distintos: uno

MAPA 2

CHILE

UBICACION DE LOS PERFILES



LAS FRONTERAS SEÑALADAS EN ESTE MAPA NO IMPLICAN QUE LAS NACIONES UNIDAS LAS ACEPTEN O APOYEN OFICIALMENTE.

PERFILES :

A — A : TOCOPILLA, CHUQUICAMATA, CALAMA, SAN PEDRO.

B — B : CALDERA, ALGARROBO, COPIAPÓ, NEGRO FRANCISCO.

C — C : HUASCO, VALLENAR, SAN FÉLIX, EL TRÁNSITO, LA PAMPA.

D — D : LA SERENA, VICUÑA, RIVADAVIA, PAIGUANO, GUANTA, LA LAGUNA.

E — E : VALPARAISO, QUILLOTA, LLAY-LLAY, LOS ANDES.

F — F : CONCEPCIÓN, PEÑUELAS, BULNES.

G — G : CONCEPCIÓN, YUNGAY, ABANICO.

H — H : CORRAL, VALDIVIA, ANTILHUE, PANGUIPULLI, PUERTO FUÍ.

I — I : MAULLÍN, PUERTO MONTT, ENSENADA, CAYUTUÉ, PEULLA, PUERTO OLEST

distintos: uno estival, en enero y febrero, y el otro de invierno, más normal, con precipitación máxima en junio. Dicha estación se encuentra situada entre la zona de lluvias de verano (San Pedro) y la zona característica de lluvias de invierno. Desgraciadamente, por no disponerse de observaciones completas es imposible establecer con claridad si los dos períodos de lluvias se presentan en cada año o si, para cierto número de años, predomina un período de lluvias de verano o uno de invierno. Los registros no permiten afirmar que ocurra esto último, aunque parece ser ésta la situación. Convendría investigarlo desde los puntos de vista hidrometeorológico e hidrológico, de modo que pudiera disponerse de datos exactos en que fundar cualquier plan de desarrollo hidráulico. También parece necesario determinar los límites entre la zona en que se evaporan las nieves, lo que ocurre en la parte más septentrional de Chile (Norte Grande), y la zona en que ellas se funden y aumentan directamente los recursos hidráulicos.

Otro perfil incluye la fértil zona de riego del río Huasco y las estaciones de Huasco, Vallenar, San Félix, El Tránsito y La Pampa. El ciclo general de lluvias se conforma a los principios climáticos normales: aumento de la precipitación con la altitud y, al mismo tiempo, un ligero alargamiento del período de lluvias. Aquí rige en toda su amplitud el período de lluvias invernales, aún en las montañas.

Existe una situación similar, por lo que toca a la distribución mensual de las lluvias, en los perfiles siguientes, que comprenden la fértil zona del río Elqui. Allí las estaciones de observación son más numerosas que en la parte norte del país y, en el conjunto, las precipitaciones son mayores. Es lo que acontece tanto en la estación costera de La Serena como en las cinco restantes comprendidas en el perfil. Cabe señalar que las estaciones de Paihuano y Guanta registran una pequeña disminución del volumen medio de lluvias, lo que parecería deberse principalmente a las condiciones orográficas. En la estación más alta - La Laguna - las precipitaciones aumentan un poco, sobre todo en forma de nieve. Es ésta también una de las pocas estaciones en donde los niveles de la nieve se miden regularmente, como base para pronosticar las posibilidades de riego en la zona del río Elqui. Estas

/mediciones de

mediciones de la nieve son muy elementales y no se ajustan a las normas hidrometeorológicas corrientes, pero la inaccesibilidad de la región dificulta en alto grado el proceder a verificaciones regulares. Puede suponerse que con mediciones más precisas de la nieve se obtendrían cifras más elevadas.

El perfil que va desde Valparaíso hacia Los Andes, atraviesa la parte de Chile de mayor grado de desarrollo económico. Obsérvase aquí otro aumento del volumen total de lluvia, a la par que el período lluvioso es en promedio un tanto más largo. En este perfil, que sigue el curso del río Aconcagua, se advierte con nitidez la influencia de la Cordillera de la Costa en el régimen de las lluvias, que actúa como verdadero paraguas. En Valparaíso, la precipitación pluvial media al año es de 470 mm; en Quillota, también situada al oeste de aquella cadena, el registro desciende a 427 mm; en Llay-Llay, punto donde el río Aconcagua atraviesa la cadena de la costa, el volumen de aguas lluvias decrece notablemente, en tanto que en San Felipe, situado entre ambas Cordilleras, se registra casi la mitad del volumen de Valparaíso. Las lluvias vuelven a aumentar en Los Andes como resultado de una reciente elevación orográfica de las masas de aire. Por desgracia, no se han hecho mayores observaciones útiles en la zona de las altas cumbres.

Las precipitaciones vuelven a aumentar, al igual que la proporción de las lluvias invernales, al sur de la provincia de Concepción. Subsiste la influencia de la Cordillera de la Costa, aunque desaparece totalmente más al interior. A partir de Concepción, la distribución de las estaciones es un tanto irregular, si bien el cambio en el volumen de lluvias anuales es claro, o sea aumenta en la zona montañosa, como también aumenta la proporción de las lluvias estivales en el volumen total de precipitaciones. Desafortunadamente, también aquí casi no existen mediciones para las regiones montañosas. Respecto de esta parte de Chile, hay que subrayar una vez más que las zonas montañosas deben contar con mayor número de estaciones eficientes y que la nieve debe medirse en forma adecuada.

El octavo perfil corre desde Corral por Valdivia hacia Panguipulli, en el lago del mismo nombre, y baja allí hacia el sur, en dirección a

/Puerto Fuí,

Puerto Fuí, en el lago Pirihueico. Corral, ciudad marítima, registra el mayor volumen de lluvias; en las estaciones de más al interior disminuyen tanto el volumen como la proporción estival de las lluvias; por último, los registros de la zona costera extrema reaparecen tan pronto como se llega a las montañas. Extendiéndose aproximadamente desde la desembocadura del río Toltén hacia Villarrica, siguen luego la línea fronteriza, al sur de la cual las condiciones pluviales hacen innecesario el riego.

La estación de Cayutué, situada en la región del lago Todos los Santos, registra el mayor volumen de lluvias de todo el último perfil, que se extiende desde Maullín hasta Puerto Blest (Argentina), en el lago Nahuel-Huapi. Lo elevado de los registros, con un promedio de 4 298 mm, puede atribuirse con toda seguridad al hecho de que la estación se encuentra situada en una zona orográfica de lluvias. En este perfil, el aumento de las lluvias es evidente, como consecuencia de la proximidad de las montañas. Existe un hecho curioso, en las dos últimas estaciones del perfil, el registro mínimo se ha desplazado de enero a febrero y, en Puerto Blest, el máximo se ha corrido de junio a mayo. Allí, justo en el centro de la cadena montañosa, se produce la transición de las lluvias invernales (en el lado chileno de los Andes) a las lluvias estivales (en el lado argentino).

c) Precipitaciones en las grandes alturas - la nieve

En el estudio de los perfiles pluviométricos se han hecho referencias esporádicas a las nieves. Hay que destacar la fundamental importancia de las precipitaciones sólidas en las montañas para los meses estivales sin lluvias en los valles de los ríos. Sin embargo, la falta de suficientes mediciones no permite trazar un cuadro sistemático de estas reservas hidráulicas. Además de la estación de la Dirección de Riego en el río Elqui, la Braden Copper Company posee otra estación de nieves que determina el contenido de agua de la capa de nieve. También la ENDESA ha establecido un pequeño servicio para sus propios fines. No obstante su limitación en número y duración, estas mediciones pueden ser de utilidad para prever en algunos casos el régimen de los ríos (véase la sección Hidrología).

/También podría

También podría empezarse a levantar mapas más amplios de las regiones cubiertas de nieve y hielo. En el mapa climatológico (véase nuevamente el mapa 1) se ha tratado de calcular planimétricamente las zonas con clima de nieve en la mayor parte de Chile, hasta la provincia de Chiloé. La superficie total cubierta de nieves y hielos eternos ascendería a unos 14 670 km^2. Aunque la escala del mapa es tan pequeña que sólo puede hacerse un cálculo muy ligero, es el único método para obtener una aproximación de la magnitud y distribución de la reserva hidrológica más importante de Chile. Suponiendo una relación básica de 1:5, puede decirse que alrededor de 3 000 km^2 están cubiertos de ventisqueros.

3. Nebulosidad y "lluvia artificial"

Las nebulosidades de las regiones árida y semiárida del Norte Grande y Norte Chico son de gran importancia hidrológica. Reducen la absorción y emisión de radiación y aminoran la tasa de evaporación. En condiciones especiales, un techo de nubes suficientemente denso puede alimentar una vegetación permanente sin ninguna precipitación mensurable. En invierno, la zona de máxima nebulosidad - 8 décimas - se sitúa en la costa, cerca de Iquique; además, en todo el Norte, desde la frontera hasta los 21° de latitud sur, existen zonas con 7 décimas; más al sur, entre Taltal y Caldera, la nebulosidad vuelve a subir a 8 décimas.

La presencia de nubes permitiría provocar lluvia artificial en caso de que el tiempo fuese propenso a las precipitaciones de modo que el número de núcleos de condensación aumentase con la vaporización de los yoduros de plata u otros agentes similares contenidos en las nubes. Sin embargo, las nebulosidades del norte de Chile, planas y tenues, por lo general no reunen estas condiciones. Sólo existirían a lo largo de la costa misma. En Antofagasta, el grado de nebulosidad es elevado en el invierno. Las nubes, que se forman principalmente en la tarde y en la noche, alcanzan un espesor de 200 a 300 metros, no habiéndose determinado en cambio su altura media. La humedad relativa del cielo es sólo de 15 a 20 por ciento. Cabría señalar, para el caso de que se intentasen experimentos, que las instalaciones creadas por el Ministerio de Obras Públicas, al igual que muchos otros servicios, no cuentan con el material necesario para provocar lluvias intensas.

/Los experimentos

Los experimentos efectuados en La Serena en mayo de 1956 no dieron los resultados apeticidos. Aunque el nivel de las precipitaciones fue elevado, la lluvia no cayó en la zona prevista - La Serena y sus aledaños - después de efectuados los experimentos, sino únicamente fuera de la zona de siembra de nubes. Estos costosos experimentos se prosiguieron durantè algún tiempo, pero con resultados negativos.

4. Temperatura del aire y evaporación

En Chile no existe un mapa de temperaturas en gran escala que indique la distribución de las lluvias y la situación climática. No siempre se reunen en forma adecuada las condiciones básicas necesarias para un buen conocimiento de las condiciones de temperatura. Aunque el número de estaciones es suficiente, tales condiciones comprenden una organización e instrumentos (termómetros) uniformes, que deberían ser ensayados, distribuídos y controlados regularmente por una estación central. Comprenden asimismo períodos de observación uniformes, es decir, los registros deberían hacerse durante un período bastante largo (años) y a la misma hora. Por último, los datos medios que se extraigan deben ser uniformes y aptos para los fines requeridos.

En el Norte Grande y el Norte Chico las isotermas anuales reducidas al nivel del mar muestran muy pocas fluctuaciones y, como resultado de las corrientes marinas frías, tienen su inflexión más profunda en la costa (17°C), aumentan a 20°C en el interior del desierto y bajan a 18°C hacia el este, en la frontera.

En la parte central de Chile, durante el verano se registran temperaturas relativamente bajas a lo largo de la costa, en tanto que en la parte oriental del país predominan temperaturas medias mayores. Desde la provincia de Cautín al sur, las temperaturas de enero son normales para la latitud. Después aparece, hacia el sur, una tendencia general a temperaturas más elevadas de lo que podría esperarse dada la latitud, lo que tiene gran influencia en la evaporación. De modo, pues, que en la región agrícolamente más importante del valle longitudinal de Chile, la evaporación es superior a la normal para la latitud, pero tiene menos influencia en el derretimiento de la nieve. Las necesidades de agua para los cultivos son también mayores de lo que correspondería con temperaturas normales.

/En julio

En julio - invierno - ocurre exactamente lo contrario. En ese mes las bajas temperaturas del valle longitudinal - las más bajas que se registran - se extienden hasta muy al norte (Santiago, por ejemplo, tiene, durante el mes de julio, el mismo promedio de isotermas reducidas que la provincia de Cautín).

Desde el punto de vista de la agricultura, esto significa un largo período de invernación para la vegetación. Asimismo, la línea de las nieves será más baja de lo que correspondería de acuerdo con la latitud. También en este caso las isotermas se prolongan desde el norte hacia el sur. Un rasgo sobresaliente es la formación de dos zonas calientes en el valle longitudinal, la más importante de las cuales va de Santiago a Rancagua, y la otra abarca las provincias de Talca, Linares, Maule y Ñuble.

En la principal zona agrícola de Chile no ocurren "días de hielo" (días en que la temperatura, incluyendo la máxima, permanece bajo cero grado centígrado) o largos períodos de heladas. La nieve raras veces permanece en el suelo más de medio día.

El ciclo anual de evaporación por lo general está estrechamente ligado al ciclo de las temperaturas. Sin embargo, las observaciones de la evaporación no han sido bastante frecuentes para hacer mediciones exactas.

En cumplimiento del programa de observaciones hidrológicas de la ENDESA se está creando una serie de estaciones para medir la evaporación. Las mediciones y los cálculos de la evaporación son de vital importancia para determinar con exactitud la amplitud de los recursos hidráulicos.

Dentro de poco se instalarán, como parte del nuevo servicio agrometeorológico que se creará en cooperación con el Plan Chillán, evapotranspirómetros Thornwaite para determinar las necesidades de agua de las plantas. Ya se han instalado nueve estaciones de evaporación de otro tipo (atmómetro Livingstone) y se han proyectado otras más del mismo tipo.

/5. Influencia

5. Influencia de las condiciones hidrometeorológicas sobre el suelo y la vegetación

El régimen de los ríos se estudiará en el capítulo refererte a la hidrología. La influencia de las condiciones hidrometeorológicas sobre los suelos y los ciclos de vegetación puede bosquejarse en los siguientes términos:

a) Erosión del suelo

La erosión eólica no es importante en Chile, salvo en la zona de la costa y en varios sectores pequeños del Norte Grande y Norte Chico. En cambio, provocan una grave erosión las grandes fluctuaciones diarias de temperatura y las lluvias de invierno.

A raís de los fuertes descensos de temperatura que se producen diariamente, se forman a menudo en el suelo, durante el invierno, grandes agujas de hielo (fenómeno típico que se presenta cuando la tierra se hiela durante algunas horas al día) a altitudes de 700 a 800 metros, a lo largo de la latitud de Santiago, y a altitudes inferiores hacia el sur. En la tierra desnuda, o ligeramente cubierta, húmeda, pero no helada, se forman unas finas agujas de hielo perpendiculares que rompen la delgada capa de tierra y provocan su deslizamiento al sobrevenir el deshielo.

Debido a que en su mayor parte caen durante el invierno, las precipitaciones pluviales también producen un efecto negativo desde el punto de vista de la erosión. La tierra carece de una capa de vegetación después que se han recogido las cosechas anuales. Las nuevas semillas aún no se han sembrado y cuando lo son a fines del invierno, las jóvenes plantas no han tenido tiempo bastante para arraigarse firmemente. Todavía más, la rotura de la tierra para las nuevas siembras se hace precisamente durante el período de precipitaciones más intensas.

b) Ciclos de vegetación

Las condiciones generales del tiempo, las lluvias y la temperatura influyen considerablemente en el ciclo de vegetación. Pueden distinguirse cuatro zonas principales de vegetación, correspondiendo más o menos a las zonas geográficas (asignando al Norte Grande la parte septentrional del Norte Chico y al Chile Central, la parte meridional). El período comprendido

/entre la

entre la rotura de la tierra y la cosecha se ha relacionado con el porcentaje de precipitación mensual y se ha expresado en forma de diagrama.

La Zona 1 abarca las provincias de Tarapacá a Coquimbo. Como quiera que los cultivos en esa región sólo son posibles en pequeñas y aisladas manchas fértiles, su relación con la distribución, tan repartida, de las precipitaciones es clara; sin embargo, así y todo existe allí un período principal de crecimiento para todos los cultivos después de los respectivos meses de lluvias, lo que se debe más bien al hecho de que la vegetación permanece dormida durante los meses de invierno como consecuencia del descenso de la temperatura, y no a la precipitación, puesto que el Norte Grande virtualmente carece de toda lluvia y necesita del riego durante todo el año.

En la Zona 2, que se extiende desde Aconcagua a Concepción, la dependencia de la vegetación con respecto a la distribución de las lluvias es mucho mayor. Las lluvias mismas aumentan regularmente de norte a sur, en tanto que el porcentaje de distribución mensual sólo aumenta en grado insignificante. El número de meses secos, cuando el riego es necesario para la agricultura, disminuye desde el norte hacia el sur, como lo indica claramente la distribución de las lluvias registradas en algunas estaciones. Aparte de las uvas y manzanas, sólo se han considerado en esta zona cultivos anuales. El invierno, cuando la vegetación yace dormida, naturalmente produce mayor efecto en la tasa de crecimiento que la distribución de las lluvias en toda la zona, y en el sur, aun más que en el norte. Asimismo, por cuanto la temperatura anual mínima se registra durante la estación lluviosa, el efecto de este fenómeno sobre el ciclo de vegetación es mayor en esta zona. La mayoría de los cultivos y de las frutas empiezan a germinar y brotar después de la estación lluviosa. La cosecha se recoge a fines de la estación seca, antes de que comience la nueva estación de lluvias. Durante este período, el riego es esencial.

/En términos

En términos generales, el riego es innecesario en la Zona 3 (zona sur) que comprende las provincias de Malleco a LLanquihue, más la isla de Chiloé. Sólo en las partes más septentrionales, o sea en las provincias de Malleco y Cautín, se emplea el riego para complementar las lluvias. Con esta excepción la agricultura descansa casi exclusivamente en las precipitaciones naturales, que en las partes meridionales de esa región satisfacen con exceso la necesidad de agua de los cultivos. En esta zona, la invernación tiene un efecto aún mayor en el ciclo de vegetación.

En la zona más austral de Chile - que comprende las provincias de Chiloé, Aysén y Magallanes - sólo existen dos cultivos importantes, el trigo y la papa. El trigo sólo se cultiva en algunos lugares y en escala reducida. La papa se planta únicamente en las vecindades de los escasos centros poblados. La siembra y la cosecha no dependen de las precipitaciones, sino de la temperatura. De ahí que el riego se haya limitado a unas pocas localidades en la zona de Chile Chico.

II. ORGANIZACION DE LOS SERVICIOS, MATERIAL E INSTALACIONES DISPONIBLES

Existe en Chile toda una serie de organismos fiscales, semifiscales y privados que se ocupan de las observaciones meteorológicas (incluyendo la hidrometeorología) y, en algunos casos, de la investigación.

Realizan observaciones meteorológicas - de particular utilidad para fines hidrometeorológicos, sobre todo en lo que respecta a las precipitaciones - los siguientes organismos gubernamentales:

Grupo I: a) Ministerio de Defensa Nacional:
Oficina Meteorológica de Chile
(Dirección de Tránsito Aéreo, de la Fuerza Aérea de Chile)

b) Ministerio de Obras Públicas:
Sección Hidrometría (Dirección de Riego)

c) Ministerio de Obras Públicas:
Dirección de Obras Sanitarias

d) Ministerio de Agricultura:
Servicio Agrometeorológico del Subdepartamento de Conservación de Suelos y de Aguas.

De estos cuatro organismos, actualmente sólo funcionan los tres primeros. La Dirección de Obras Sanitarias está ahora equipando las estaciones hidrológicas ya construídas. El Ministerio de Agricultura ha trazado un plan para la construcción de diez estaciones agrometeorológicas como parte de estaciones agrícolas experimentales más amplias. Hasta la fecha no se han instalado los instrumentos, habiéndose proyectado iniciar las observaciones en cinco de ellas a mediados de 1958.

También realizan observaciones los siguientes organismos semifiscales:

Grupo II: a) División de Hidrología, ENDESA
b) Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile
c) Facultad de Agronomía de la Universidad Austral (Valdivia).

Además de estos organismos, de los cuales el único realmente importante es el de la ENDESA, realizan investigaciones particulares los agricultores y las grandes compañías. Estos registros no son fácilmente asequibles al público.

Grupo III: a) Braden Copper Company
b) Pan American Grace Airways Inc.

Todos los servicios y organismos señalados realizan observaciones con sujeción a un plan preestablecido que puede adaptarse para fines hidrológicos.

Aparte de estos tres grupos, existen otras compañías - como, por ejemplo, las empresas ferroviarias y la Anaconda Copper Mining Company (Chuquicamata) - que registran únicamente las condiciones atmosféricas generales, las lluvias, la nebulosidad, el estado de la atmósfera, etc.

Todos los servicios de los grupos I y II envían sus observaciones a la Oficina Meteorológica. De los del grupo III, sólo la PANAGRA transmite diariamente sus datos a esta última, donde son archivados. Por lo tanto, teóricamente la Oficina Meteorológica debería disponer de todos los datos necesarios para fines hidrometeorológicos; mas no es éste el caso en la práctica debido a que, por falta de personal y de dinero, sólo se ha podido

/acumular la

acumular la información archivada, mas no elaborarla.

1. Atribuciones de cada servicio

Grupo I: Organismos gubernamentales

a) La Oficina Meteorológica de Chile está destinada a atender ante todo las necesidades de la Fuerza Aérea. A consecuencia de ello, goza de preferencia el servicio sinóptico por lo que la labor hidrometeorológica que realiza la Sección Climatología es muy reducida.

La Sección Climatología cuenta con una subsección de Pluviometría que reune y comprueba los datos registrados, publicándolos después en el Anuario Meteorológico. El último número de esta publicación - el correspondiente a 1943 y recién publicado en 1957 - contiene, además de los registros climatológicos de las estaciones de "primer orden"[2/], los datos sobre precipitaciones reunidos por las estaciones pluviométricas (total mensual, máximo diario, número de días con precipitaciones de 0.1 mm o más, 1 mm o más y 10 mm o más). No se miden las precipitaciones de nieve, pero en las estaciones climatológicas se registran los días con nevadas de más de 1 mm. (Estos datos pueden conducir a engaño ya que sólo se refieren a los niveles de la nieve y no al contenido de agua). Los totales diarios no se dan en el Anuario, siendo el mes la menor unidad de tiempo que se utiliza.

Aparte de las estaciones pluviométricas propiamente tales, la Oficina posee algunas termopluviométricas que registran, además de las lluvias, la temperatura y la humedad del aire (psicrometría).

Las estaciones de "primer orden" - así las antiguas como las recientemente creadas - se ocupan en especial de los registros necesarios para la seguridad del tráfico aéreo, datos que al mismo tiempo se elaboran para fines climatológicos y para su publicación en el Anuario. Parte de estas observaciones puede utilizarse para fines hidrológicos generales, aunque no se llevan registros de la evaporación. En cambio, para las investigaciones especiales no pueden emplearse sino en muy reducida escala debido a que las estaciones de "primer orden" se encuentran situadas en su mayoría cerca de los aeródromos y no proporcionan información alguna sobre las condiciones

2/ Véase la sección III en que se define este término.

/hidrológicas locales.

hidrológicas locales.

No se han publicado instrucciones especiales para los observadores de las estaciones de "primer orden". Las únicas instrucciones disponibles son las que se han preparado para el personal de observación de las estaciones pluviométricas, las que están muy bien elaboradas. Aunque, con arreglo a ellas, también debe observarse la nieve, en la práctica sólo se registran los días con nevazones. No se miden ni el nivel de la nieve ni su contenido de agua.

Es curioso que la Oficina Meteorológica no estudie las lluvias; si se exceptúa un mapa pluviométrico de 1936, no existen publicaciones sobre el particular. Otra grave deficiencia es la falta de una estación de gran altura en un país tan montañoso como es Chile. Además, el número de registradores de lluvia instalados por la Oficina es totalmente insuficiente. Estos aparatos se han instalado, hasta la fecha, sólo en Santiago y Concepción. La evaporación no se mide.

La Fuerza Aérea de Chile efectúa observaciones hora por hora en algunas de sus estaciones (Santiago, Quintero, Antofagasta y Puerto Montt). La mayoría de estas estaciones hacen 13 observaciones diarias pero, desgraciadamente, ninguna por la noche.

Las observaciones de las estaciones de radiosonda de la Fuerza Aérea en Antofagasta , Quintero y Puerto Montt serán de grande importancia en el futuro para la hidrometeorología. Si bien los métodos para determinar el contenido de humedad de las masas de aire se encuentran sólo en su etapa de perfeccionamiento, estas estaciones, en colaboración con sus similares de la Argentina, podrían hacer previsiones bastante exactas de la cantidad de agua que contiene el aire marítimo tropical que sopla desde el Pacífico y de la proporción de humedad medida en la Argentina. La diferencia representaría la cantidad de precipitaciones en Chile.

Por el momento, la Oficina Meteorológica no tiene planes para mejorar la red de estaciones con el fin de recoger mejores datos hidrometeorológicos. (Sin embargo, la Fuerza Aérea sigue ampliando su red de estaciones para la seguridad del tráfico aéreo). Falta dinero y personal - dos factores igualmente importantes - para el desarrollo de los estudios hidrometeorológicos y climatológicos. Sería muy conveniente que cada sección de la Oficina

/Meteorológica dispusiera

Meteorológica dispusiera de un ingeniero especializado en meteorología. Sin embargo, es difícil contar con el personal necesario por cuanto la meteorología no es una carrera. Al terminar sus estudios, el empleado que ingresa en la Oficina percibe un sueldo inicial de 30 000 a 40 000 pesos mensuales 3/, y como quiera que en puestos similares puede ganar mucho más en otros Ministerios, es natural que prefiera otras ocupaciones antes que la meteorología.

El sistema de pagar a observadores voluntarios para que se ocupen de medir las lluvias caídas y llenar los formularios que han de remitirse a la Oficina Meteorológica (entre 250 y 300 pesos chilenos anuales)3/ es absolutamente inadecuado. Los observadores voluntarios de las estaciones meteorológicas reciben, por tres observaciones diarias, una remuneración que oscila entre 3 000 y 6 000 pesos chilenos por año3/, según el programa que se les fija.

b) La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas ha establecido, a través de su Sección Hidrometría, su propia red de estaciones hidrometeorológicas. Aquella sección tiene a su cargo la medición de las precipitaciones pluviales, siendo su método de observación idéntico al de la Oficina Meteorológica y los pluviómetros, los mismos. Fuera de la lluvia, no se mide ningún otro fenómeno meteorológico. Las observaciones, al igual que los registros de lluvias que figuran en los informes sinópticos diarios de la Oficina Meteorológica, son elaborados estadísticamente por la Sección Hidrometría para los efectos de medir el aumento y la disminución de caudal de los ríos. La Dirección posee una sola estación de nieve - a la cual ya se hizo referencia - situada en La Laguna y se ocupa de calcular el gasto del río Elqui.

Puesto que las observaciones pluviométricas de la Sección Hidrometría consisten en registros destinados a un fin específico, son elaboradas

3/ 1957.

/simultáneamente en

simultáneamente en la Sección y puede utilizarse luego en el campo de la hidrología propiamente tal. En la hoja de observación, además de la lluvia, se registran las condiciones atmosféricas generales.

c) Dirección de Obras Sanitarias. Además de la red actual de estaciones pluviométricas de que dispone, la Dirección de Obras Sanitarias proyecta establecer aparatos registradores de lluvia en todos los grandes centros de agua potable (ciudades) situados entre La Serena y Punta Arenas. Al igual de lo que ocurre con las demás instalaciones, hasta la fecha se miden únicamente las lluvias, no se hacen observaciones sobre la nieve y los datos se intercambian con la Oficina Meteorológica.

d) Ministerio de Agricultura - Subdepartamento de Conservación de Suelos y Aguas, y Servicio Agrometeorológico.

Actualmente se mide la evaporación - siguiendo el sistema de Veihmeyer (atmómetro de Livingstone) - con el objeto de determinar el agua que requieren los cultivos, en los siguientes institutos de investigación agrícola: Iquique, Vallenar, La Serena, Maipú, Chillán, Los Angeles y Temuco.

Los servicios del Ministerio de Agricultura contarán también con una red de estaciones agrometeorológicas, por crearse aún. Ya se recibieron en Chile y se instalarán próximamente los instrumentos que suministró la Administración de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas. Aunque son esencialmente agrometeorológicas, serán de gran utilidad como estaciones estratégicas de primer orden dentro de la red de centros de observación hidrometeorológica. Además de las lluvias, se observarán los siguientes fenómenos: temperatura del aire, temperatura del suelo, humedad del aire, movimiento del aire (dirección y velocidad) y radiación solar. Se calcula que todas las estaciones agrometeorológicas iniciarán sus observaciones en 1959.

Todas las observaciones que efectúan los servicios del Ministerio de Agricultura se intercambian en seguida con las de la Oficina Meteorológica.

/Grupo II

Grupo II. Organismos semifiscales

a) Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA). División de Hidrología. La ENDESA[4] tiene el programa de observaciones más amplio, que abarca todos los elementos climáticos de importancia hidrometeorológica. Su División de Hidrología tiene la obligación de efectuar mediciones de las precipitaciones (lluvia y nieve), del viento y de la evaporación. Esta División está muy bien organizada y dispone de un personal formado por observadores eficientes y bien preparados. La organización de la ENDESA podría servir de modelo para cualquier servicio hidrológico e hidrometeorológico futuro de Chile.

b) Universidad de Chile. La Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile ha establecido en su instituto esperimental de La Rinconada (Maipú) y para su uso particular, una estación pluviométrica y otra atmométrica. En el mismo sitio se está construyendo otra estación con la estrecha cooperación del Servicio Agrometeorológico del Ministerio de Agricultura. Los datos registrados se elaborarán junto con los obtenidos por las demás estaciones de este último.

c) Universidad Austral, Valdivia. En Valdivia existe una estación agrometeorológica de primer orden dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Austral. Es éste el único lugar de Chile en que se estudian con precisión, gracias a instrumentos modernos y métodos nuevos, los problemas de microclima[5] y las relaciones entre el suelo, el clima y la vegetación. No existe vínculo oficial entre esta estación y la Oficina Meteorológica.

Las observaciones que allí se realizan también son de gran valor para el estudio de los problemas hidrometeorológicos de Chile.

4/ En un breve informe titulado "Informe sobre la organización de la División Hidrológica de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA", aparece la organización y actividades del servicio hidrológico de este organismo, incluyendo la hidrometeorología.

5/ Modificaciones del clima general que obedecen al ambiente inmediato.

/Grupo III.

Grupo III. Actividades particulares

a) Braden Copper Company. Esta empresa realiza mediciones de la lluvia - que utiliza en sus fines particulares - en seis estaciones que posee en la región montañosa. Además de la lluvia mide la nieve caída y su contenido de agua. Desde 1912, la estación de Sewell viene registrando una de las series más homogéneas de que se dispone. Las observaciones relativas a las precipitaciones se comparan con las mediciones de caudal que se practican en cuatro pequeñas zonas de captación. La Braden Copper Company es la única institución de Chile que realiza mediciones de la nieve para utilizarlas en una campaña contra los aludes. Los datos puede solicitarlos para otros usos cualquier interesado. Todos los datos que reúne la compañía son de importancia única para los estudios hidrológicos de Chile debido a que son las únicas mediciones que se han hecho regularmente durante un período largo en la región montañosa.

b) Pan American Grace Airways Inc. (PANAGRA). Esta compañía de aviación posee un servicio meteorológico en el aeropuerto de Los Cerrillos (Santiago). Las observaciones meteorológicas de la PANAGRA son útiles desde el punto de vista hidrológico sólo en lo que respecta a la amplitud de las zonas que abarcan sus registros diarios del tiempo. En cooperación con la Fuerza Aérea de Chile y la Oficina Meteorológica, publica boletines diarios del tiempo destinados a servir a la navegación aérea. La estación más importante de la PANAGRA desde el punto de vista hidrológico, situada en La Cumbre (3 837 metros de altitud) se encuentra cerrada desde enero de 1958.

Fuera de los observatorios de los grupos I, II y III, existen otros particulares que se ocupan del tiempo, particularmente de las lluvias. Sus observaciones, en cuanto son de valor y asequibles, han sido reunidas por profesor Elías Almeyda Arroyo. Sus registros son hasta ahora la fuente más segura de todos los datos sobre precipitaciones. Ha tenido la paciencia de verificar la exactitud de todos los datos dispersos, de ampliar las series más breves y de darles cierta homogeneidad. En su mayoría, las series datan de más de 25 años, al paso que los

/servicios oficiales

servicios oficiales apenas cuentan con algunos registros debido a que se han establecido no hace mucho tiempo.

En el cuadro I-2 se indican los tipos y el número de estaciones correspondientes a los distintos grupos (gubernamentales, semifiscales y particulares).

III. ANALISIS CRITICO DE LOS ORGANISMOS METEOROLOGICOS Y RECOMENDACIONES PARA SU REORGANICACION

1. Necesidad de coordinar los distintos organismos - Establecimiento de una Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología

Si bien es verdad que la posición geográfica de Chile, que comprende todas las zonas de precipitación, hace singularmente difícil organizar un servicio eficiente capaz de satisfacer todas las necesidades hidrológicas, no parece ser menos que la actual dispersión del sistema hidrometeorológico podría mejorarse en medida sustancial en lo que concierne a la uniformidad y eficiencia de sus actividades.

Coordinar los distintos organismos encargados de las observaciones hidrometeorológicas es de particular importancia para:

- distribuir adecuadamente las estaciones (evitando las superposiciones o los vacíos),
- uniformar el material, y reducir así los costos y facilitar la comparación de los resultados,
- elaborar y publicar las observaciones registradas.

En esta indispensable labor de coordinación y en las reorganizaciones que ella entraña, deben cooperar todas las instituciones y servicios que se ocupan de observaciones meteorológicas y, singularmente, de observaciones hidrometeorológicas. En 1956, un técnico de la Administración de Asistencia Técnica, Sr. P. M. Austin Bourke, sugirió la creación de una Comisión Nacional de Meteorología. 6/ Sería del caso ampliar gradualmente el alcance de esta sugestión de manera que las actividades de esa Comisión llegasen a abarcar todo el campo de la meteorología y de la hidrología. Andando el tiempo, esta Comisión podría formar parte de un Consejo Nacional de Aguas,

6/ P.M.A. Bourke, Agricultural Meteorology, Informe N° TAA/CHI/2, 25 de septiembre de 1956.

/Cuadro I-2

Cuadro I-2

CHILE: ESTACIONES METEOROLOGICAS Y PLUVIOMETRICAS

		Meteorológicas	Pluviométricas	Total
Grupo I	a	77	185	262
	b	0	75	75
	c	0	68	68
	d	10	0	10
		87	328	415
Grupo II	e	9	24	33
	f	1	0	1
	g	1	0	1
		11	24	35
Grupo III	h	6	0	6
	i	7	0	7
		13	0	13
	Total	111	352	463

Grupo I a) Oficina Meteorológica y Fuerza Aérea de Chile.
b) Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Riego.
c) Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Obras Sanitarias.
d) Ministerio de Agricultura. Servicio agro-meteorológico.

Grupo II e) Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA)
f) Universidad de Chile.
g) Universidad Austral.

Grupo III h) Braden Copper Company.
i) PANAGRA.

/que estaría

que estaría llamado a coordinar todas las actividades relacionadas con el desarrollo de los recursos hidráulicos. 7/

2. Eficiencia de los servicios

No todos los servicios que se ocupan de cuestiones hidrometeorológicas han alcanzado el mismo grado de desarrollo. La Dirección de Riego y la ENDESA cuentan con cuerpos directivos capaces y con un personal y una organización eficientes. Además, la primera posee buenas oficinas regionales servidas por funcionarios que han pasado años en el mismo puesto y tienen un acabado conocimiento de las condiciones locales de precipitación. Otro tanto puede decirse de la ENDESA, aunque sus servicios no son tan vastos. En cambio, la Oficina Meteorológica no tiene actualmente una organización adecuada y seguirá así por algunos años más. Según el Sr. Bourke, 8/ la reorganización técnica del servicio meteorológico chileno con vistas a su modernización demandará tiempo. Con un firme programa de modernización, Chile podría contar con un buen servicio meteorológico dentro de tres o cinco años, y con uno excelente dentro de seis o diez. Esta tarea ya se ha emprendido, pero debido a las preocupaciones que para Chile significó el Año Geofísico, ha habido que aplazar hasta ahora los estudios hidrometeorológicos necesarios.

3. Orientación de las investigaciones

a) Mediciones de la humedad del suelo

Para llegar a un aprovechamiento eficiente de las aguas, sobre todo si ha de ampliarse la superficie regada, habrá que prestar más atención que hasta el presente a la relación entre el desarrollo de la planta y la humedad del suelo. Recomiéndase por ello crear un servicio de medición de la humedad del suelo en los principales centros de distribución de aguas. Dicho servicio podría ser atendido fácilmente por las actuales estaciones de la División de Riego.

7/ Véase el capítulo VI.

8/ Op. Cit., página 65.

/b) Establecimiento de

b) Establecimiento de un Instituto de Estudio de la Nieve y el Hielo

Se ha subrayado ya el escaso conocimiento que en Chile se tiene de la nieve y el hielo, así como la enorme importancia de la primera en el balance hidráulico. Considerando la dificultad de trabajar en las zonas de altas montañas, convendría crear un Instituto científico que estudiara la nieve y el hielo en los picachos andinos.

La labor de este Instituto podría distribuirse de la siguiente manera:

Aspectos científicos: Mapas de los ventisqueros, determinación del contenido de agua de las masas de hielo, movimiento del hielo, evaporación del hielo, estudio de los aludes, etc.

Aspectos técnicos: Fiscalización de las observaciones, archivo y publicación de los datos, formación del personal de observación, verificación regular de los instrumentos de medición, etc.

Competiríale al Instituto la fiscalización general de las observaciones relativas a la nieve y el hielo que se efectuaran en las zonas de alta montaña por cuanto para una tarea de esa naturaleza sólo puede considerarse un personal especialmente preparado en vista de los peligros y las dificultades que ella presenta diariamente. No es posible determinar en la actualidad el número exacto de estaciones que se requerirían. Podrían tomarse como modelo del Instituto propuesto los establecimientos similares que existen en Francia o en Suiza.

4. Uniformación de los instrumentos

Convendría uniformar en lo posible los instrumentos que habría que instalar en las estaciones actuales así como en las proyectadas para simplificar el intercambio interno de los datos, la reserva de repuestos, la fiscalización de las estaciones y la verificación de las mediciones. Dado su número, la fabricación de los pluviómetros resultaría más barata. Los instrumentos habría que instalarlos siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (Guide to International Meteorological Instrument and Observing Practice, WMO N° 8 TP 3, 1954).

/5. Número y

5. Número y distribución de las estaciones

En Chile, excluyendo los territorios de la Antártida, existen - como se indica en el cuadro I-2 - 111 estaciones meteorológicas de "primer orden" y 352 estaciones pluviométricas, - de acuerdo con la clasificación de la Oficina Meteorológica - lo que da un total de 463 estaciones. Sin embargo, con la posible excepción de Los Cerrillos, ninguna de las estaciones de "primer orden" reune los requisitos que define la Organización Meteorológica Mundial. Se las podría denominar más propiamente "estaciones totalmente sinópticas".

Recomiéndase crear por lo menos una estación completa de primer orden por zona climática. De este modo habría una estación en la región árida, una en la región de las estepas y dos en la zona temperada (una en la zona de riego y la otra en la zona que no requiere de riego). Estas estaciones quedarían bajo la jurisdicción de la Oficina Meteorológica. El Instituto de Estudio de la Nieve y el Hielo tomaría bajo su responsabilidad la zona de nieves.

Las estaciones de primer orden podrían utilizarse asimismo para trabajos especiales. Así, por ejemplo, las estaciones de las zonas de clima árido y de estepa podrían servir para llevar a cabo estudios en conexión con el Programa de la Zona Arida, de la UNESCO, según se sugiere en el estudio de M. Gilead y N. Rosenan. 9/

Acerca del costo de una estación de primer orden no pueden darse más que estimaciones muy burdas. De acuerdo con la Dirección de la Oficina Meteorológica, los instrumentos necesarios para una estación de orden superior cuestan alrededor de 2 000 dólares. Incluyendo los instrumentos para servicios y labores especiales, se necesitarían alrededor de 20 000 dólares para montar las cuatro estaciones de primer orden que se han recomendado. En tales estaciones sólo podría utilizarse personal seleccionado y científicamente preparado.

Además de la creación de estaciones de primer orden, es menester aumentar el número total de estaciones. Sobre una superficie total de 742 000 km^2,

9/ M. Gilead y N. Rosenan, Climatological observational requirements in arid zones, Arid Zone Research, Climatological, Reviews of Research, UNESCO, 1958.

/cada estación

cada estación sirve en promedio un radio de 1 602 km^2, con una distancia media entre cada una de 40 km. Esta densidad es insuficiente, ya que normalmente se requiere una estación por cada zona de influencia de 100 km^2. Sin embargo, la distribución regional de las estaciones es más satisfactoria.

Con el fin de formarse una idea acerca de la distribución de las estaciones en aquellas partes del país en que son más importantes desde el punto de vista del desarrollo hidráulico, se midieron planimétricamente las principales cuencas hidrográficas, tomando como base el mapa de la ENDESA, y se compararon con el número de estaciones de medición de lluvia y nieve que existen en esas regiones. Las cuencas hidrográficas que abarca el mapa de la ENDESA se extienden desde el río Copiapó (Norte Chico) hasta el río Puelo (Sur Chico). El área de las cuencas de los ríos varía entre 21 279 km^2 (Copiapó) y 793 km^2 (Chamiza), al paso que la zona de influencia de cada puesto de observación pluviométrica fluctúa entre 7 092 km^2 (Copiapó) y 390 km^2 (Maipú). En las cuencas de estos ríos existen 250 estaciones, lo que da una densidad media de una estación por cada 895 km^2.

Para alcanzar una densidad media de una estación por cada 100 km^2, se requerirían alrededor de 2 000 estaciones más, número que está claramente fuera del alcance de los recursos de los organismos y de las empresas chilenas que tienen interés en el desarrollo hidráulico del país. Por consiguiente, en un plan inicial de construcción de estaciones de observación podría tomarse como base la extensión de la zona de influencia de una estación situada en la cuenca del río Maipo. En esa comarca, la zona más pequeña que cubre una estación es de 390 km^2. Suponiendo una distancia media de 20 kilómetros entre fuentes, la red pluviométrica entre Copiapó y Chiloé habría que aumentarla en 305 estaciones. Sin embargo, en las montañas debería disponerse de un mayor número de estaciones que en los valles, y las precipitaciones en las zonas altas habría que medirlas con mayor precisión que en las zonas planas.

En el Norte de Chile existen actualmente 76 estaciones meteorológicas, con una densidad por estación de 3 922 km^2. En el Plan Norte se recomienda el establecimiento de 150 nuevas estaciones, con lo que cada estación principal de medición serviría un área de 1 320 km^2, densidad que así y todo seguiría estando muy por debajo de la de Chile Central. Sin embargo, esta

/diferencia se

diferencia se justifica por el hecho de que en casi todo el Norte las lluvias están por debajo del límite hidrológico efectivo. Las estaciones deben establecerse sólo allí donde se producen grandes precipitaciones y donde el conocimiento exacto de la distribución real de las lluvias permite determinar las cantidades de aguas disponibles. Esto, naturalmente, en las zonas montañosas. Ahí, en la cuenca superior de captación, hay que instalar estaciones de medición de la lluvia y de la nieve que deberían completarse, en la zona comprendida entre las zonas de escurrimiento y las de vaciamiento, con estaciones de aforo. En estas condiciones, las 150 nuevas estaciones previstas en el Plan Norte bastarían.

La extensión de la red hidrometeorológica desde la frontera septentrional del país hasta Chiloé, incluyendo las 150 estaciones previstas en el Plan Norte y las 300 estaciones de Coquimbo a Chiloé - pero excluyendo las cuatro estaciones de primer orden establecidas antes - significaría disponer de pluviómetros por un costo estimado en 6 millones de pesos aproximadamente.[10/] Como lo sugiere el Plan Norte, las mediciones las efectuarían agentes aduaneros, carabineros y particulares bajo la dirección de la Oficina Meteorológica.

Los demás planes de ampliación del servicio hidrometeorológico y climatológico exigirían el establecimiento de un orden de prelación que variará ampliamente según las condiciones regionales y económicas. Establecería ese orden la sugerida Comisión meteorológica e hidrometeorológica teniendo en cuenta las mediciones que habría que hacer de la distribución de las lluvias en función del abastecimiento de aguas para usos industriales y de la población, de las necesidades de la agricultura y de la construcción de obras hidroeléctricas. Sin embargo, para crear las nuevas estaciones que aquí se sugieren no habría que esperar el establecimiento de aquella Comisión ya que las demoras podrían tener efectos contraproducentes en los planes técnicos debido al mínimo de años de observación que se requieren para muchos proyectos.

6. Servicios para fines especiales

En el desempeño de sus funciones, ningún sistema hidrometeorológico bien organizado puede prescindir de la asistencia de los servicios especiales, que se crean para fines particulares y destinados no ya a sustituir las observaciones hidrometeorológicas sino a complementarlas.

10/ 1957.

Al crear tales servicios, convendría distinguir dos tipos diferentes:

a) Servicios especiales para labores específicas que quedan fuera del campo del sistema hidrometeorológico y meteorológico regular; y

b) Servicios especiales para la realización de investigaciones particulares, por lo general de muy breve duración.

Ambos tipos de servicios revisten importancia y tienen un papel que desempeñar dentro del sistema hidrometeorológico. Entre los trabajos de esta clase de servicios no se incluyen ciertas actividades especiales que desarrollan los sistemas regulares, como mediciones parciales después de una lluvia fuerte o prolongada.

Los servicios especiales del primer tipo - consistentes en observaciones complementarias (no limitadas en el tiempo) que no pueden incluirse en los programas hidrometeorológicos regulares - se encargan sobre todo de informes acerca de aquellas zonas donde no existen estaciones de observación permanentes. Estos informes pueden limitarse a determinadas épocas, aun cuando siempre pueden repetirse. Entre los elementos que deben anotarse figuran el principio del derretimiento de la nieve; el comienzo del máximo caudal resultante; perjuicios especiales causados por la humedad, las inundaciones o la sequía; nevazones particularmente intensas; formación de aludes y, por último, la condición de los caminos, problema que linda con las observaciones hidrometeorológicas y las observaciones destinadas a fines económicos. En muchos casos, estas observaciones especiales se refieren a otros problemas, como la contaminación de los ríos cercanos a las ciudades o a zonas industriales. También caen dentro del radio de acción de estos servicios especiales, si bien en este caso deben ser organizados por las autoridades agrometeorológicas, los informes sobre la aparición de enfermedades en las plantas, como lo señala en su estudio P.M. Bourke.[11] Por ejemplo, en el caso de la aparición del tizón de la papa, debe informarse inmediatamente a las oficinas locales de la Dirección de Riego para que puedan adoptar las medidas de riego necesarias.

Los servicios especiales del segundo tipo se limitan en general a trabajos de duración determinada, es decir se organizan temporalmente para tareas particulares, sin perjuicio de que en algunos casos puedan sus actividades prolongarse hasta por un año. Servirán sobre todo para reforzar la red de puestos

11/ Op. cit.

/de observación

de observación existentes. Este aspecto de su labor es de gran importancia para Chile, donde en muchos casos las condiciones hidrometeorológicas locales se desconocen casi por completo. Por ejemplo, si no se practican mediciones en determinado sector de la zona de captación de una cuenca hidrográfica particular, pueden organizarse pequeños puestos especiales y por un tiempo limitado, que establecerían series de observaciones para compararlas en seguida con series más largas y debidamente reducidas, siempre que se conocieran las condiciones atmosféricas generales y las tendencias meteorológicas durante el período de observación.

En este sentido, el estudio local de las zonas que presentan los registros máximos de lluvia son de particular importancia, que en las grandes ciudades pueden ser de gran utilidad para los efectos de planificar racionalmente las obras de avenamiento.

En sus actividades, estos servicios también pueden comprender la determinación de la zona de sombra de lluvia en determinadas condiciones atmosféricas, y el estudio de la influencia de las lluvias intensas en la erosión de los suelos en la cuenca de avenamiento inmediata de las barreras y obras de distribución de las aguas. Podrían asimismo realizar observaciones e investigaciones acerca de las heladas locales, aunque estas funciones bordean muy de cerca el campo de la agrometeorología.

La organización de estos servicios especiales debe planearse en forma muy cuidadosa y llevarla a cabo de manera que los objetivos que se logren sean proporcionales a los gastos que ellos entrañan. La organización montada con motivo del Año Geofísico es un excelente ejemplo de un servicio completo de esta clase.

Los observadores de los servicios especiales del primer tipo deberían gozar de las mismas condiciones que los miembros del servicio regular.

No es posible proporcionar aquí datos acerca de lo que costaría crear servicios especiales del segundo tipo para los distintos casos que pudieran presentarse. Casi no habría necesidad de personal complementario puesto que las estaciones encargadas de observaciones e investigaciones especiales ya poseerían los especialistas necesarios para llevar a cabo las observaciones y la elaboración de los datos. Tampoco pueden darse datos precisos acerca de los instrumentos que habrían de requerirse. En el presupuesto del servicio convendría prever una asignación específica para este efecto. El costo real de una estación de primer orden comprende la suma necesaria para el instrumental destinado a fines especiales. No sería demasiado alto ya que para equipar las nuevas estaciones siempre se podría recurrir a la reserva de instrumentos que son muy apropiados para trabajos especiales.

Capítulo II

H I D R O L O G I A

I. DESCRIPCION HIDROLOGICA DE CHILE

1. Aguas superficiales

La gran variedad de condiciones hidrometeorológicas que se presentan de norte a sur del país determina una variedad similar de regímenes hidrográficos. Ello no obstante, la topografía crea una característica común de muchos ríos chilenos: en razón de la escasa distancia que media entre la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico, el pronunciado declive del suelo tiende a acentuar las fluctuaciones de sus caudales.

Varios elementos importantes del caudal de los ríos varían con cierta regularidad desde el Norte hacia el Sur, a saber:

- la época, la duración y la importancia de las precipitaciones
- las proporciones relativas de precipitaciones sólidas y líquidas
- la época y la duración del derretimiento de la nieve.

Si bien hay otros factores - como la altitud media de la zona de captación - que varían en cada cuenca, las influencias hidrometeorológicas permiten la siguiente clasificación general del régimen de los ríos:

Norte Grande: hidrografía de tipo desértico.

Norte Chico: hidrografía de tipo mixto de nieve y lluvia.

Chile Central: parte superior (Aconcagua a Mataquito): predominio de la influencia de la nieve; parte inferior (Maule al Bío-Bío): tipo de nieve también, aunque con creciente influencia de las lluvias.

Sur Chico: caudal de los ríos condicionado principalmente por las precipitaciones pluviales.

La hidrografía del Sur Grande aún no se ha estudiado lo bastante, aunque el derretimiento de la nieve parecería ser de nuevo el factor dominante.

La actual falta de datos apropiados para un suficiente número de años no permite cuantificar con precisión todos estos recursos. Es por ello que en primer término se examinan las características generales de los distintos regímenes fluviales, con referencias generales a la importancia de cada cuenca hidrográfica desde el punto de vista de las posibilidades de riego y producción de hidroelectricidad. Aparecen a continuación varias mediciones

/hidrológicas y

hidrológicas y un inventario de los recursos hidráulicos de algunas cuencas. (Véase el Gráfico 2.)

a) Descripción por regiones

i) Norte Grande. Siendo las lluvias muy escasas, los ríos son poco caudalosos. Sin embargo, las condiciones topográficas crean diferencias hidrográficas entre las provincias de Tarapacá y Antofagasta. En la primera no existen obstáculos naturales mayores que impidan a los ríos alcanzar la costa, al paso que más al sur, en la provincia de Antofagasta, las cadenas montañosas que corren paralelas a la costa - Cordillera de Chuquicamata, Cordillera Domeyko - constituyen verdaderas barreras para el agua que baja de la Cordillera de los Andes y que se pierde en los salares, evaporándose o infiltrándose bajo tierra. El único río que llega al mar es el Loa, al cabo de un largo rodeo para atravesar la Cordillera de Chuquicamata.

Provincia de Tarapacá. El río Lluta tiene un gasto medio de 2 m^3/seg aproximadamente. Su mínimo - octubre a diciembre - y su máximo - enero a marzo - corresponden a las lluvias de verano de la alta montaña. Sus aguas son salobres y sólo pueden utilizarse para el riego de cultivos resistentes a la sal.

Varios otros ríos pequeños - Azapa, Camarones, Quebrada de Vitor, Tarapacá, etc. - son de caudal intermitente. Están asimismo sujetos a fluctuaciones violentas y repentinas. Por ejmplo, el gasto del río Tarapacá suele subir en menos de una hora de 0 a 220 m^3/seg para descender en seguida a 10 m^3/seg 16 horas más tarde.

Algunos ríos de la parte nororiental del Altiplano corren hacia Bolivia. Dependen de las lluvias estivales. El más importante es el Lauca, con un gasto medio de 2 a 3 m^3/seg. La Dirección de Riego estudia la posibilidad de aumentar su caudal reduciendo la zona de evaporación de los pantanos de Paripacota y las lagunas de Chungara, situadas en su curso superior. En esta forma se espera duplicar el caudal medio de ese río.

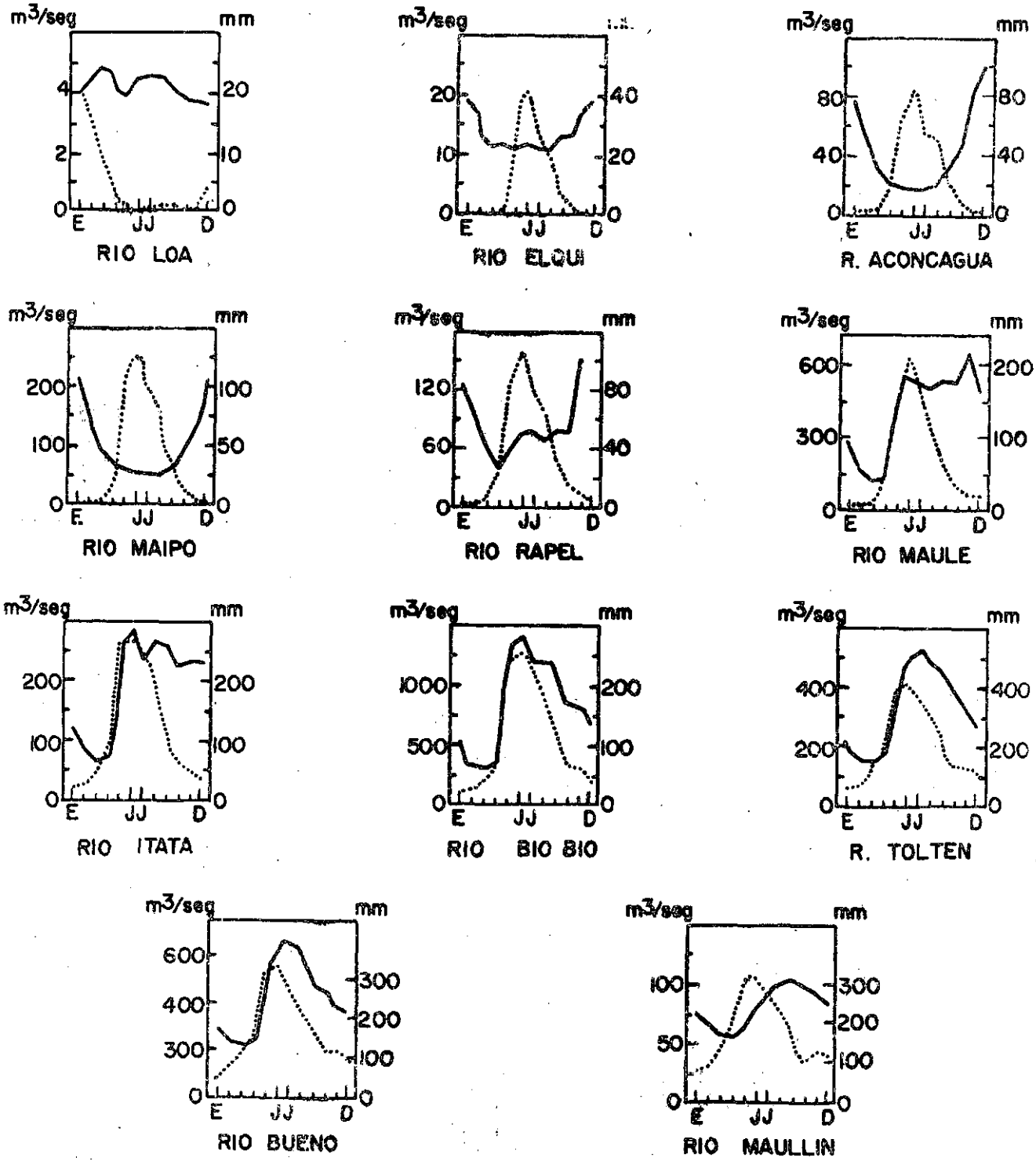
Provincia de Antofagasta. El río Loa (440 kilómetros) nace en una depresión longitudinal situada entre la Cordillera de Los Andes y la Cordillera de Chuquicamata y fluye hacia el sur a lo largo de 165 kilómetros antes de curvarse hacia el Oeste y atravesar el desierto. En la estación de Angostura, después de los fuertes gastos ocasionados por el

/aprovechamiento que

GRAFICO 2

PRECIPITACION Y CAUDAL EN ALGUNOS RIOS DE CHILE

CAUDAL ..... PRECIPITACION



aprovechamiento que de él hacen las minas de cobre y el oleoducto de Antofagasta, su gasto medio es de 6 m^3/seg. El máximo corresponde a los meses lluviosos de la Cordillera, esto es de enero a marzo. La calidad del agua no es uniforme y algunos de sus afluentes son salobres.

Al sur del Loa, las aguas superficiales desaparecen casi totalmente. Al este de la Cordillera Domeyko existen varios ríos andinos encerrados (río Grande) que se filtran en el Salar de Atacama.

ii) Norte Chico. Los ríos de esta región, de régimen mixto, son alimentados por el derretimiento de la nieve en verano y las lluvias en invierno. Su caudal desciende al mínimo a fines del verano (febrero-marzo), vuelve a aumentar con las lluvias invernales, baja por segunda vez al término del invierno y experimenta una nueva crecida al fundirse las nieves en noviembre-diciembre. Algunos de los afluentes que se forman en los valles bajos dependen predominantemente de las lluvias, registrándose su máximo en invierno, cuando alcanzan caudales torrentosos. Las principales cuencas hidrográficas son las de los ríos Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa.

El río Copiapó sigue recibiendo la influencia de las lluvias de verano del norte, de suerte que su caudal es relativamente estable. Dos de sus principales afluentes - el Manflas y el Jorqueros - son de régimen de lluvia y registran su máximo en invierno. El tercer afluente importante - el Pilida - es de régimen de nieve, con su máximo en verano. Es el Copiapó el primer río que puede aprovecharse como fuente de hidroelectrecidad. En su valle se practica el riego. Tiene características similares al Copiapó, el río Huasco.

El Elqui mantiene un caudal notablemente parejo durante todo el año, si bien durante los meses de junio, julio y agosto baja un tanto con relación a los demás meses. De diciembre a enero se producen, con ciertos intervalos, fuertes crecidas ocasionadas por el derretimiento de la nieve. El río Elqui, mucho más que el Copiapó, es influído por su tributario el río Turbio, de régimen de nieve.

La cuenca del río Elqui está intensamente regada; si se almacenaran sus aguas, el área regada podría ampliarse. El potencial hidroeléctrico es ínfimo.

/En los

En los ríos Limarí y Choapa, situados al sur del Elqui, la influencia del derretimiento de las nieves es mucho mayor, aunque las lluvias también provocan su crecida durante el invierno, lo que no vuelve a ocurrir en la zona siguiente.

El riego se encuentra grandemente desarrollado en el valle del río Elqui y en el nacimiento de su afluente Los Molles existe una central hidroeléctrica. Para ampliar el regadío en el valle del Choapa sería menester almacenar sus aguas. En el nacimiento de este río existen algunas posibilidades hidroeléctricas.

Todos estos ríos corren por suelos permeables, de modo que se producen fuertes pérdidas por infiltración, que origina así importantes napas subterráneas. Algunos de estos ríos, como el Elqui, pierden agua por infiltración en algunas secciones, pero la recuperan en otros.

iii) Chile Central. Parte superior. Los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel y Mataquito dependen del derretimiento de las nieves, caracterizándose por fuertes caudales en verano y violentas fluctuaciones estacionales.

En el caso de los ríos Aconcagua y Maipo, el caudal es alto en enero y febrero, baja en junio y julio y vuelve a subir en noviembre y diciembre. El Maipo tiene un afluente importante, el río Mapocho, aunque durante el verano arrastra poca agua debido al gran consumo que de ella se hace para el riego, situándose las bocatomas en su curso superior. El sistema Maipo-Mapocho es el mejor conocido de Chile. Se hacen observaciones hidrológicas regulares en La Obra desde 1912.

Las tendencias del caudal de ambos ríos, el Aconcagua y el Maipo, son favorables para el riego por cuanto alcanza su nivel más elevado durante el mes de demanda máxima. El riego se ha desarrollado intensamente en ambas hoyas de modo que para cualquiera ampliación del área regada habría que construir obras de embalse de las aguas.

El pronunciado declive del lecho de ambos ríos representa importantes potenciales hidroeléctricos, aunque la distribución estacional de sus aguas es desfavorable debido a que la demanda máxima de energía ocurre en invierno. Existen sin embargo algunas instalaciones hidroeléctricas en el Maipo y en los canales que nacen de él, y se han proyectado nuevas obras hidroeléctricas.

/El río

El río Rapel presenta un cuadro similar desde el punto de vista de su caudal, si bien está más influído por las lluvias de invierno, sobre todo en la cuenca de captación inferior. Durante los meses de junio, julio y agosto el caudal se eleva por sobre su nivel ordinario. El río mismo está formado por la confluencia de otros dos: el Cachapoal, con régimen de nieve principalmente, y el Tinguiririca, más influído por las lluvias invernales. El riego está bastante desarrollado en la cuenca del río. Se encuentran en funcionamiento, o en construcción, varias centrales de energía hidroeléctrica y se han poryectado nuevas ampliaciones.

Parte inferior (ríos Maule, Itata y Bío-Bío). Bajo la influencia creciente de las precipitaciones pluviales, estos ríos presentan dos máximas, correspondiendo la mayor al comienzo del verano como consecuencia del primer derretimiento de la nieve, y la segunda al invierno, con la llegada de las lluvias. Existen también dos mínimas: la más pronunciada en abril y la segunda, en la primavera.

Por otra parte, los ríos de esta zona empiezan a recibir la influencia reguladora de los lagos: lago Invernada y Laguna del Maule en el caso del río del mismo nombre, y lago Laja en el caso del Bío-Bío.

El sistema hidrográfico del Maule es uno de los más importantes de Chile. Antes de cruzar la Cordillera de la Costa, ese río recibe el aporte de numerosos afluentes que bajan desde el macizo andino. Los principales de ellos son el Melado, el Claro y el Loncomilla, alimentados principalmente con el derretimiento de las nieves. En su curso inferior, el Maule recibe varios afluentes de la Cordillera de la Costa, como el Pirquilauquén, el Archibueno, etc., alimentados sobre todo por las lluvias de invierno.

El riego está bastante desarrollado y el potencial hidroeléctrico, parte del cual ya se aprovecha, es considerable.

El río Itata tiene caudales mucho menores. El riego está muy desarrollado en su valle, pero el potencial eléctrico es pequeño.

La importancia del Bío-Bío excede la del Maule en largo, superficie de cuenca y volumen de caudal. La influencia de las lluvias en él se acentúa. Antes de atravesar la Cordillera de la Costa, recibe el importante afluente del Laja, cuyo caudal es regulado por el lago del mismo nombre.

/El regadío

El regadío se encuentra muy desarrollado en el valle y la superficie regada todavía podría aumentarse en medida sustancial. El sistema del Bío-Bío encierra el mayor potencial hidroeléctrico de la parte económicamente desarrollada de Chile.

Conviene advertir que las aguas potencialmente aprovechables del Bío-Bío, y también del Maule, podrían incrementarse si se pudieran disminuir las fuertes infiltraciones actuales provocadas por los lagos que actúan como reguladores. Tanto el lago Laja como el lago Invernada están formados por una represa natural de lava, con fuertes infiltraciones subterráneas (47 m^3/seg. en el caso del Laja - que deja un gasto de sólo 17 m^3/seg - y 11 m^3/seg. en el caso del lago La Invernada). La magnitud de semejantes pérdidas justifica que se proceda a los estudios geológicos y de ingeniería necesarios para reducirlas. Es imposible en el estado actual y mientras no se practiquen perforaciones y se realicen otros trabajos preliminares, indicar en qué medida se justificarán económicamente las obras definitivas, aunque merece señalarse la semejanza que existe entre las pérdidas que se registran en estos lagos y las que ocurren en los lagos centroamericanos (Atitlán en Guatemala, Güija en Salvador y Tojos en Honduras), de formación volcánica similar y que están siendo estudiados en la actualidad.

Los ríos Imperial y Toltén forman una transición con respecto a los ríos del Sur Chico. Consecuencia de pendiente menos pronunciadas y de una influencia creciente de las lluvias, distribuídas en forma más pareja a través del año, su caudal es más uniforme.

El río Imperial tiene dos períodos de máxima: junio-julio y diciembre-enero. Las obras de regadío que existen en su valle podrían ampliarse. Las posibilidades de su aprovechamiento con fines hidroeléctricos no parecen ser muy importantes.

El caudal del río Toltén disminuye durante los meses de enero a abril, aumenta en forma brusca en mayo y junio hasta alcanzar su máxima en julio, y vuelve a descender progresivamente hasta diciembre. En su curso superior existen tres grandes lagos - el más importantes de los cuales es el Villarrica - y otro más pequeño. La hoya hidrográfica del Toltén es la última que necesita de riego. Su potencial hidroeléctrico parecería limitado.

/iv) Sur Chico.

iv) Sur Chico. Los ríos de esta región se caracterizan por el predominio de las lluvias de invierno. Puede registrarse una segunda máxima cuando el río recibe sus afluentes que nacen en la zona de la alta montaña (como el río Puelo), cuando el derretimiento de las nieves - que se presenta durante la primavera - prolonga el período de crecidas. Los declives disminuyen en forma progresiva hacia el sur, de manera que los caudales se tornan más regulares. La estación seca desaparece. En su mayoría, los ríos también son regulados por grandes lagos, lo que posibilita la navegación en su curso inferior. Las condiciones hidrológicas y topográficas de su curso superior ofrecen buenas posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico.

El río Valdivia está formado por la confluencia del Cruces y del Calle-Calle. Este último recibe la influencia de la nieve de los Andes y atraviesa varios lagos: el Calafquén, el Pirihueico, el Panguipulli y el Riñihue. El caudal máximo del Valdivia coresponde a los meses de junio, julio y agosto, después de los cuales desciende hasta alcanzar el mínimo en marzo y abril. Su potencial hidroeléctrico parece ser el más alto de todos los ríos del Sur Chico.

El río Bueno nace en el lago Ranco y tiene como afluentes los ríos Pilmaiquén y Rahue, que nacen de los lagos Puyehue y Rupanco respectivamente. El caudal del Bueno es muy parecido al del Valdivia, aunque con menos variaciones extremas que éste.

El Maullín, que nace en el lago Llanquihue, recibe sólo la influencia de las precipitaciones pluviales.

Los ríos Petrohúe y Puelo, en el límite con el Sur Grande, forman un mismo estuario. El primero nace en el lago Todos los Santos y hasta ahora no se ha determinado su caudal. El Puelo está influído en cierto grado por el derretimiento de la nieve, lo que tiende a aminorar las fluctuaciones anuales. Su régimen es prácticamente igual al del río Valdivia, pero con caudales mucho más regulares, si bien con ligeros aumentos durante los meses de junio a agosto.

La hidrología de la Isla Grande Chiloé no se ha estudiado hasta ahora. Sólo revisten alguna importancia los ríos de la costa occidental (Chepi, Cucao, Medina) y el Redeto, en la parte norte, que, ensanchado con el aporte de varios afluentes, forma un estuario navegable.

/v) Sur Grande.

v) Sur Grande. Hasta ahora no se ha medido con regularidad ninguno de los ríos del Sur Grande. Sólo la Corporación de Fomento ha realizado algunas mediciones temporales del cauce de algunos de ellos, como el río Baker. Por su parte, en fecha reciente la ENDESA llevó a cabo algunas estimaciones indirectas comparando las zonas de captación de los ríos del Sur Grande con la del río Puelo, cuyo caudal se ha medido. Puede decirse que, en general, el Sur Grande posee grandes recursos hidráulicos; según los cálculos de la Endesa, los gastos medios de los Ríos Palena, Aysén y Pascua excederían de 1 000 m^3/seg. y el del Baker, de 3 000 m^3/seg. (Las mediciones del caudal de este río hechas por la Corporación de Fomento durante el verano de 1947 arrojaron un gasto medio de 900 m^3/seg. en esa fecha.)

Todos estos ríos ofrecen grandes posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico. El río Aysén forma el centro de un importante sistema hidrográfico; uno de sus afluentes, el río Blanco, une ocho lagos andinos y podría ofrecer, además, posibilidades de colonización. El río Baker, que nace en los lagos Buenos Aires y Bertrand, recibe luego numerosos afluentes y a más o menos 68 kilómetros de su desembocadura (El Saltón) su lecho se angosta de 400 a 20 metros, formando así el lugar que encierra el mayor potencial hidroeléctrico de Chile. El río Pascua también ofrece grandes posibilidades hidroeléctricas. Nace en el lago San Martín y en un trecho de más o menos 26 kilómetros aparece cortado por numerosos saltos.

b) Mediciones hidrológicas

i) Estimaciones de gastos medios. En el cuadro II-1 aparecen las estimaciones de los gastos medios de los principales ríos de Chile. La calidad de tales estimaciones es bastante dispareja. Con excepción del río Maipo, ninguno de los períodos de observación es lo bastante largo para realizar mediciones fehacientes. Como se ha hecho notar en párrafos anteriores, los cálculos referentes al Sur Grande ni siquiera se basan en mediciones directas. Además, las estimaciones relativas a los distintos ríos del país no se refieren a trechos comparables de ellos. Pese a todas estas deficiencias, el cuadro II-1 indica un orden general de la magnitud de las disponibilidades de aguas superficiales de norte a sur del país.

/Cuadro II-1

Cuadro II-1

CHILE: GASTO MEDIO (m^3/seg) DE LOS RIOS PRINCIPALES

Norte Grande		Norte Chico		Chile Central		Sur Chico		Sur Grande a/	
Lluta	2	Copiapó	5.3	Aconcagua	43	Valdivia	450	Yelcho	860
Loa	6	Huasco	6.7	Maipo	102	Bueno	860	Palena	1 020
		Elqui	14.2	Rapel	95	Petrohue	630	Cisnes	460
		Choapa	27.0	Mataquito	38	Puelo	690	Aysen	1 160
				Maule	405			Baker	3 180
				Itata	188			Bravo	210
				Bío-Bío	800			Pascua	1 650
				Imperial	600				
				Toltén	350				

a/ Estimaciones hechas por la ENDESA en el mes de agosto de 1958.

/ii) Disponibilidad de

ii) Disponibilidad de aguas en algunas hoyas hidrográficas. Aprovechando las informaciones disponibles, se hicieron estimaciones estacionales acerca de los ríos en que actualmente se concentra el desarrollo económico de Chile. Se prepararon dos series de estimaciones: una que abarca el período comprendido entre los meses de octubre y abril, que corresponde más o menos al período medio de riego en Chile; y la otra, que abarca los meses de enero a abril, período crítico desde el punto de vista del regadío. Estos cálculos sólo pudieron hacerse para los ríos Elqui, Aconcagua, Rapel, Maule, Itata y Bío-Bío; la escasez de datos impidió extenderlos al Loa (véase el cuadro II-2).1/

iii) Correlación entre las precipitaciones de nieve y el caudal de los ríos. Con los escasos datos de que se dispone acerca de las precipitaciones de nieve - datos que se limitan a las mediciones efectuadas por la ENDESA en Portillo, en el nacimiento del río Aconcagua, y en Lo Aguirre, en el nacimiento del Maule - se elaboró el gráfico 3, en el cual aquellos datos se comparan con el caudal total de los ríos durante el período de octubre a abril, ambos meses inclusive, que sigue al invierno.

1/ Los datos se tomaron de los archivos de la Dirección de Riego, Sección Hidrométrica, que ha recibido las estimaciones en la siguiente forma:

a) El caudal medio mensual se calculó, en cada estación hidrológica, en millones de metros cúbicos de todas las estimaciones de un sistema hidrográfico.

b) Para el caudal del río, se agrupan los caudales mensuales medios de todas las estaciones que miden dichos caudales en la Cordillera; no se incluyen las estaciones situadas en la parte plana.

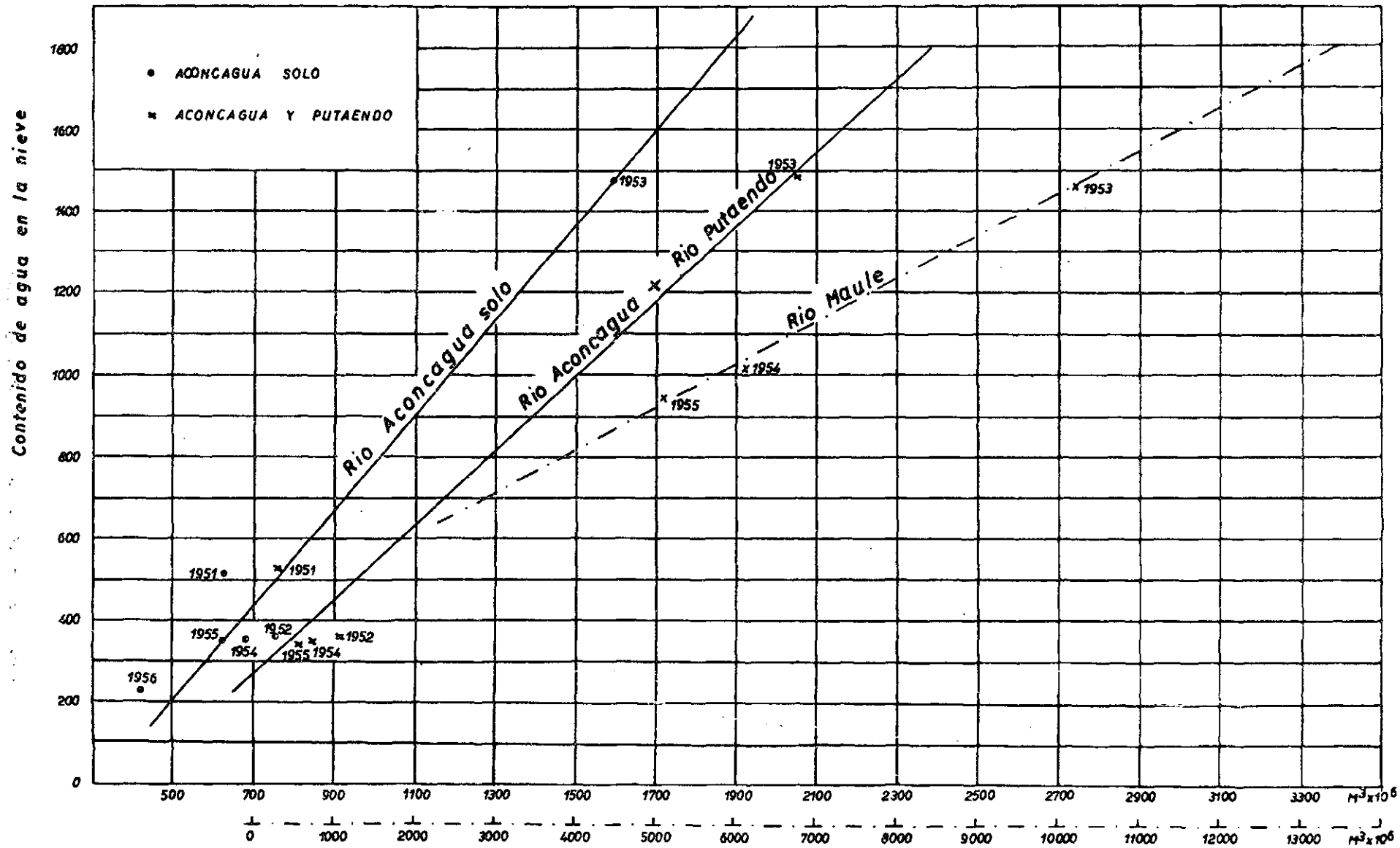
c) Las cifras referentes al caudal así obtenidos son sólo muy aproximadas en razón de lo siguiente: i) no se miden todos los afluentes cordilleranos; ii) es posible que río arriba de las estaciones de medición del caudal se extraiga agua para riego que por consiguiente no se mide; iii) se han encontrado vacíos en los registros básicos de los caudales medios mensuales. En tales casos se han hecho interpolaciones mediante comparaciones con otros años similares, con lo cual se ha evitado acortar demasiado las series.

Los datos referentes al río Elqui se tomaron de un informe preparado por el señor Juan Bennett, de la Dirección de Riego. Las cifras concernientes al caudal se ajustaron de acuerdo con el agua aprovechada en el riego.

Los datos referentes al sistema Mapocho-Maipo se tomaron del informe de la Dirección de Riego titulado Aprovechamiento hidrológico de la Hoya del Río Maipo, 1957.

GRAFICO 3

COMPARACION ENTRE LOS MAXIMOS VALORES DE CONTENIDO DE AGUA EN LA NIEVE
(FIN DE SEPTIEMBRE O PRINCIPIO DE OCTUBRE Y LOS CAUDALES EN OCTUBRE Y ABRIL)
(Datos de la nieve de la ENDESA)
Escala natural



Cuadro II-2

CHILE: CAUDAL MEDIO DE SIETE RIOS ESCOGIDOS

Provincias	Cuenca del río, en km2	Caudal medio (en millones de m^3)			Período de observación
		Todo el año	Octubre a abril	Enero a abril	
Coquimbo	Elqui 9 570	447.4	290.4	151.5	1928-1956
Aconcagua	Aconcagua 2 640	1 368.9	1 099.2	469.8	1940-1956
Santiago	Maipo/Mapocho 15 400	3 576.4	2 745.0	1 461.4	1914-1952
O'Higgins Colchagua	Rapel a/ 13 520	2 841.5	1 824.3	844.1	1946-1956
Talca Maule Linares	Maule b/ 21 700	12 760.5	6 350.8	1 847.4	1947-1956
Ñuble	Itata c/ 11 500	5 921.1	2 607.6	895.3	1947-1956
Malleco Bío-Bío Concepción	Bío-Bío 23 900	25 225.0	9 880.6	3 671.2	1949-1956

a/ Los datos referentes al río Cachapoal se han tomado de los registros de la ENDESA

b/ Se han interpolado algunas cifras en los años 1953, 1954 y 1955.

c/ En esta serie se han introducido numerosas interpolaciones.

/Río Aconcagua

Río Aconcagua. Los valores correspondientes a los años 1951, 1952, 1954 y 1955 aparecen muy cerca los unos de los otros; el relativo a 1953 es mucho más alto. De haber contado con algunos datos anuales más, con toda probabilidad se habría podido elaborar un gráfico que hubiese permitido pronosticar, con suficiente precisión, el caudal en cada estación según las cifras sobre las nieves del invierno anterior.

Río Maule. Sólo se dispuso de tres valores, que forman una recta. De haberse dispuesto de datos acerca de un mayor número de años, también habría podido elaborarse un gráfico que habría podido utilizarse para pronosticar el caudal en cada época del año.

El disponer anticipadamente de información de esta especie podría ser de mucha ayuda para quienes tienen a su cargo la regulación del caudal de los canales de regadío, como asimismo para la administración de una red eléctrica interconectada. En la provincia de Mendoza (Argentina) las mediciones de la nieve han permitido prever con bastante exactitud el caudal de los ríos.

c) Aguas de interés internacional

Al contrario de lo que acontece en otros países latinoamericanos, Chile no posee grandes sistemas de aguas de interés internacional. Con todo, entre Chile, Perú, Bolivia y principalmente la Argentina existen varios ríos y lagos de este tipo. Existen aguas de interés internacional sobre todo en el sur del país, donde los Andes pierden altura y su papel de línea divisoria de las aguas. El cuadro II-3 enumera los ríos y lagos de interés internacional, y el mapa 3 señala la localización de algunas de las aguas que nacen en la Argentina y entran en territorio chileno.

En el norte, el principal río de interés internacional es el Lauca, entre Chile y Bolivia. El Gobierno chileno ha construído allí un acueducto que conduce alrededor del 30 al 40 por ciento del caudal de dicho río hacia el valle del Azapa para utilizarlo en el riego y la producción de energía hidroeléctrica.

/Cuadro II-3

Cuadro II-3

CHILE: AGUAS DE INTERES INTERNACIONAL ENTRE CHILE Y PAISES VECINOS a/

1) Con Perú

i) Laguna Blanca (mm c.c.) b/
ii) Canales artificiales de riego de Uchusuma y Mauri (c.s.) c/

2) Con Bolivia

i) Río Caucosa (c.s.)
ii) Río Todos Santos (c.s.)
iii) Río Lauca (c.s.)
iv) Río Caquena (o Cosaquilla) (c.s.)

3) Con la Argentina

i) Río Sapaleri y sus afluentes
ii) Río Guahum (o HuaHum - que une los lagos Pirehueico (Chile) y Lacar (Argentina)) (c.s.). Según Büchi e/, el río Calle Calle, afluente del Valdivia, forma parte de su sistema.
iii Laguna Cris (c.c.)
iv) Cuenca del río Puelo
a) Río Pueblo (c.s.)
b) Río Manso (c.s.)
v) Cuenca del río Yelcho
a) Río Futalelfú (c.s.)
b) Río Carrenleufú (c.s.)
vi) Cuenca del río Palena
a) Río Encuentro (c.c.)
b) Lago General Paz (c.c.)
c) Río Pico (c.s.)
vii) Cuenca del río Aysén
a) Río Simpson y arroyo Hurso (c.c.)
viii) Cuenca del río Baker
a) Lago Buenos Aires (c.c.) (1 034 km2 en Chile y 881 km2 en la Argentina)
b) Río Veinemenu (c.c.)
c) Lago Cochrane (c.c.)
ix) Cuenca del río Pascua
a) Río Mayer (c.s)
b) Lago San Martín (c.c.) (505 km2 en Chile y otro tanto en la Argentina)
x) Ventisquero Cerro Catedral (c.c)
xi) Ventisquero Cerro Daudet (c.c)
xii) Hielo Continental (c.c) f/
xiii) Cuenca del río Serrano
a) Río de las Chicas (c.s)
b) Río Palaque (c.s)
c) Río Biscachas (c.s)
d) Río don Guillermo (c.s.)
xiv Cuenca del río Gallegos
a) Río Penitente (c.s.)
b) Río Chico (c.s.)
c) Río Zurdo (c.s)
xv) Isla de Tierra del Fuego
a) Río Cullén (c.s.)
b) Río San Martín (c.s.)
c) Río Grande y sus afluentes Moneta, Cuavanos y Las Turbas (c.s)
d) Lago Fagnano (c.c)

---

a) Fuera de las fuentes indicadas en las notas b/ a f/, se han utilizado además los los siguientes documentos: Geografía Económica de Chile, Santiago, 1950, publicada por la Corporación de Fomento de la Producción, Vol. 1, y Aprovechamientos hidroeléctricos internacionales (edición mimeografiada), de Carlos A. Volpi. Las Naciones Unidas no se responsabilizan de la inclusión o de la omisión de aguas ni de las cifras citadas.

b/ Las iniciales (c.c.) indican los ríos o lagos que sirven como frontera.

c/ Las iniciales (c.s.) indican los ríos o lagos que cruzan la frontera. En el art.2 del Tratado de 3 de junio de 1929 entre Chile y Perú, Chile garantiza a perpetuidad al Perú la servidumbre de riego sobre estos canales, que nacen en territorio chileno.

d/ Estos ríos se han tomado del Tratado de 20 de octubre de 1904 entre Chile y Bolivia. Sin embargo, el mapa de Chile (escala: 1/1.000.000, edición oficial de 1951, reimpreso en 1956 por el Instituto Geográfico Militar de Chile), también señala como aguas de interés internacional las siguientes: a) Lago Chungana (la frontera pasa por su ribera oriental); b) río Isluga; idéntica observación; c) arroyo Sacaya; idéntica observación; y d) río San Pedro, idéntica observación.

e/ Juan F. Büchi: "Las fuerzas hidráulicas de la República Argentina" (Buenos Aires, 1945, ed. J. Montero, p. 76).

f/ Véase Eliseo Castineira de Ríos: "A la búsqueda de un continente", en Revista "Histonium" Buenos Aires, agosto de 1957, Nº 210 [illegible]

En el sur existen varios lagos y ríos (lago Buenos Aires, río Yelcho, sistema Palena-Encuentro) de interés internacional y explotados como vías de navegación conjuntamente por Chile y la Argentina. Actualmente, Chile subvenciona la navegación en el Yelcho y el sistema Palena-Encuentro. Las hoyas hidrográficas de interés internacional que poseen un considerable potencial hidroeléctrico (Palena, Aysén, Baker y Pascua) hasta hoy no se han explotado.

2. Aguas subterráneas

a) Norte Grande y Norte Chico. Dada la gran escasez de aguas superficiales en el Norte Grande y, en medida menor, en el norte Chico, las aguas subterráneas tienen para esas regiones singular importancia.

En la parte norte de la provincia de Tarapacá se producen infiltraciones a lo largo de los valles de los pequeños ríos locales (Iluta, Azapa, Camarones) y algunas de esas aguas se aprovechan para riego y el abastecimiento de poblaciones, como acontece en el valle del Azapa.

Es probable que la gran depresión que es la Pampa del Tamarugal contenga grandes cantidades de aguas subterráneas, por cuanto las lluvias de verano en la zona de alta montaña, por una parte, y la estructura volcánica del suelo, por otra, facilitan la infiltración y la formación de napas subterráneas retenidas por los estratos impermeables que se levantan hacia la costa. En su nacimiento, el río Loa también pierde parte de sus aguas por infiltraciones en la zona de Calama.

Al sur del río Loa, la Cordillera de Domeyko divide la parte llana del Norte Grande en dos secciones muy diferentes. En la sección oriental las aguas provenientes de la Cordillera de los Andes quedan totalmente encerradas por aquella cadena, con lo que tanto las aguas de río como las de las precipitaciones se infiltran en el Salar de Atacama, considerado como la principal reserva de agua subterránea del Norte de Chile. Al oeste de la Cordillera de Domeyko, por ser las aguas superficiales y las precipitaciones muy escasas, prácticamente no existen napas subterráneas.

En el Norte Chico, las aguas subterráneas parecen abundar a lo largo de los cajones de los ríos y podrían ser de gran valor para ampliar el riego una vez agotadas las superficiales. Aprovéchanse también para

/usos industriales

usos industriales, aunque en algunos sectores no alcanzan a satisfacer las necesidades. En Copiapó, vertigracia, la fundición de cobre emplea 30 litros por segundo de aguas subterráneas, las que en el curso de los últimos 6 a 7 años han mostrado signos de un agotamiento lento pero seguro.

En un interesante informe, de abril de 1956, titulado "Recursos de Aguas Subterráneas en la Zona Norte", por el ingeniero Herman House Escobar, resúmense los trabajos que se han realizado en materia de aguas subterráneas en el Norte Grande y el Norte Chico. Anota el informe que las principales napas freáticas del Norte Grande son las de la Pampa del Tamarugal y del Salar de Atacama, y da estimaciones de las aguas subterráneas de que se podría disponer.

Investigaciones recientes de la Corporación de Fomento confirman la importancia de esas napas. En el Salar de Atacama, la Corporación ha perforado cinco pozos, cerca de San Pedro de Atacama; uno de ellos no sirvió porque el agua estaba demasiado profunda; pero los otros cuatro están suministrando actualmente de 10 a 60 litros por segundo cada uno; de cada pozo podrían bombearse alrededor de 150 a 200 litros por segundo, a menos de 50 metros de profundidad. No obstante, por su calidad estas aguas no pueden emplearse en todos los usos humanos y agrícolas. Además de una alta proporción de sólidos (2 500 partes por millón), que las hacen impotables, las aguas subterráneas de esa zona tienen un elevado contenido de boro, que se ha calculado en 15 partes por un millón, siendo así que basta una proporción de 3 partes para matar casi todo producto agrícola, excepto la alfalfa. Varios análisis han demostrado la presencia de boro en toda la zona. Sin embargo, en fecha muy reciente, un pozo abierto a unos 40 kilómetros al sur de San Pedro de Atacama produjo agua de buena calidad, con sólo 1.5 partes de boro por millón, aunque localizada a gran profundidad.

También se ha confirmado la existencia de aguas subterráneas en la Pampa del Tamarugal, pero también de calidad variable. Esta sería satisfactoria en la parte oriental de la Pampa, pero la producción es baja. En cambio, en la parte occidental ésta es más alta, pero la calidad es inferior. Los análisis practicados por la estación de la Corporación han arrojado hasta 3 000 partes de sólidos y 22 partes de boro.

/Tales aguas

Tales aguas son, en cambio, bastante apropiadas para la minería del salitre. Cuando sólo contienen boro, pueden utilizarse para beber, de manera que permitirían abastecer de agua potable a Iquique, a una distancia de unos 50 kilómetros. En conclusión, en todo el Norte Grande no se dispondría de más de 3 a 5 m^3/seg de agua de buena calidad.

En el Norte Chico, en general la calidad del agua subterránea sería buena y más abundante. El ingeniero Herman House Escobar da un promedio de 16.5 a 44 m^3/seg.

b) Chile Central y Sur Chico.

El estudio del Bosquejo Geológico de Chile indica que habría aguas subterráneas en las cuencas de todos los ríos del Valle Central, desde el Aconcagua hasta el Maullín, cerca de Puerto Montt. La escasa longitud y los pronunciados declives de los ríos de Chile central indican además que, a ciertos intervalos a lo largo del lecho de los ríos, especialmente en los puntos en que se desprenden de la Cordillera, habrían considerables afloraciones de aguas subterráneas en forma de vertientes. De existir, tales afloraciones constituirían un valioso aporte en la época de bajo caudal de los ríos (por lo general durante los meses de febrero-marzo y abril).

Hasta ahora, no es mucho lo que se ha hecho en cuanto a estudiar sistemáticamente las aguas subterráneas de esta región. La Corporación de Fomento ha investigado el problema en Santiago mismo.[2/] Por su menor costo, por la seguridad de un abastecimiento regular, en especial durante el verano, por la constancia de su temperatura y de su contenido de elementos químicos, las aguas subterráneas se han venido aprovechando intensamente en este centro industrial, el principal de Chile. Funcionan alrededor de 360 pozos, con profundidades que varían entre 25 y 75 metros. Muchos de estos pozos están situados alrededor del centro de la ciudad y el excesivo bombeo está provocando un cono de agotamiento en la capa de agua de esta zona. El bombeo total en la zona de Santiago, ascendería a unos 5 m^3/seg.

2/ Robert J. Dingman y Lorenzo Barraz: El agua subterránea de Santiago, Informe preliminar, Instituto de Investigaciones Geológicas. Boletín No.1.

/Si bien

Si bien existe, pues, un serio peligro de agotamiento por exceso de bombeo en el centro de la capital, podría alumbrarse más agua, a profundidades parecidas, en la zona de Santiago. Estímase que, distribuyéndose en forma conveniente los pozos, podrían bombearse en ella hasta 10 m^3/seg sin agotar la napa freática.

Además de estas capas subterráneas situadas a baja o mediana profundidad, no se excluye la existencia de otras a profundidades mucho mayores. Así lo puso en evidencia la calidad del agua obtenida de posos artesianos (alrededor de 150 metros) que hace algunos años perforó el Ministerio de Obras Públicas al oeste de la capital. Estas aguas son más calientes, más delgadas y contienen menos sólidos que las provenientes de las napas actualmente explotadas en Santiago. Si tales capas existiesen bajo la ciudad a unos 300 metros, la solución del problema del abastecimiento de agua potable podría facilitarse considerablemente.

En el resto de Chile Central y en el Sur Chico, las aguas subterráneas se emplean en las pequeñas ciudades para proveerse de agua potable y en algunas empresas industriales. El nuevo servicio de abastecimiento de agua de Valparaíso arrancará de una galería subterránea situada bajo el lecho del río Aconcagua, en Las Vegas. Al sur de Santiago, parte del agua subterránea se aprovecha en el riego, existiendo en explotación entre 100 y 200 pozos. También se está trabajando actualmente en aguas subterráneas como parte del Plan Chillán. A la altura de Chillán, en una línea que va de este a oeste, a través del Valle Central, se han perforado cinco pozos profundos. Es interesante anotar que los cinco pozos resultan económicos, aun los que se usan para el riego. Dada la creciente escasez de aguas superficiales en relación con la demanda en el Chile Central,[3/] los recursos de aguas subterráneas irán adquiriendo en esa zona importancia cada vez mayor para los efectos de su abastecimiento hidráulico.

Los recursos de aguas subterráneas del Sur Grande no se han explorado, pero teniendo en cuenta la gran abundancia de aguas superficiales con que cuenta esa región, un estudio de aquellos recursos no pasaría de ofrecer, en cualquier futuro previsible, sino un interés puramente académico.

3/ Véase el capítulo IV.

II. LISTA DE LOS SERVICIOS HIDROLOGICOS EXISTENTES - ANALISIS DEL MATERIAL Y DE LAS INSTALACIONES DISPONIBLES

1. Lista y organización de los servicios actuales

a) Aguas superficiales

i) La medición del gasto de los ríos se encuentra a cargo de dos organismos públicos:

- La Sección Hidrométrica de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas. Este servicio lo dirige un ingeniero jefe y está subdividido en dos zonas geográficas, a la cabeza de cada una de las cuales se encuentra un ingeniero: desde el Norte hasta el río Rapel, y desde el río Mataquito hasta el Sur. Los ingenieros de ambas zonas cuentan con el asesoramiento de 8 y 5 técnicos respectivamente; y
- La Sección Hidrológica de la ENDESA.

Además de estos dos organismos públicos, la Braden Copper Company efectúa algunas mediciones en el nacimiento del río Cachapoal. Estos datos los reúne y archiva la Sección Hidrológica de la ENDESA.

ii) Fuera de los servicios permanentes, la Corporación de Fomento ha organizado misiones hidrológicas temporales, como la del Sur Grande, en 1947.

b) Aguas subterráneas

i) Los trabajos de perforación están a cargo de tres organismos públicos:

- La Sección Aguas Subterráneas de la Corporación de Fomento. Dicha Sección procede a perforar pozos en el país a solicitud de las partes interesadas para usos comerciales, industriales y riego. También realiza ensayos de bombeo por su cuenta y reune muestras de materiales (Chillán).

  La Sección Agua Subterránea de la Dirección de Riego, que realiza perforaciones sea para la Dirección misma o para terceros. Actualmente está realizando investigaciones sobre abastecimiento de agua subterránea en varias partes del país, pudiendo destacarse dos estudios, uno en Tarapacá y otro en Antofagasta y el valle del

/río Loa

río Loa. La Sección tiene a su cargo también las perforaciones necesarias para estudiar el subsuelo en que se asientan las represas.

- La Dirección de Obras Sanitarias. Esta Dirección tiene a su cargo el abastecimiento de agua de todas las ciudades de más de 2 000 habitantes. Ella misma no realiza perforaciones, pero alquila a contratistas particulares el material de perforación que requieren.

ii) Además de los organismos públicos señalados, existen 5 6 6 empresas privadas que se dedican a estos trabajos.

iii) Instituto Geológico (CORFO y Corporación del Cobre). Fuera de los servicios públicos o particulares señalados, que realizan trabajos de perforación, hay que señalar el Instituto Geológico que se ocupa de formar geólogos especialistas en aguas terrestres, dirigir investigaciones científicas y reunir datos sobre recursos hidráulicos terrestres, todo ello como parte de sus actividades geológicas. (Es del caso subrayar que tales actividades representan alrededor de la cuarta parte del trabajo del Instituto).

c) Calidad del agua

El Instituto Geológico dispone en la Escuela de Ingeniería de Santiago de un latoratorio para analizar la calidad de las aguas subterráneas. Por su parte, la Dirección de Riego cuenta con otro laboratorio para analizar la calidad de las aguas superficiales y de las aguas de los pozos que ella construye. Un tercer latoratorio importante es el de la Dirección de Obras Sanitarias, también en Santiago, y en el cual se analiza el agua para determinar su aptitud para el consumo del hombre. En las ciudades que cuentan con sistemas públicos de abastecimiento de agua existen pequeños laboratorios con la misión de comprobar la calidad del agua.

/2. Material e

2. Material e instalaciones disponibles

a) Estaciones de medición de caudales

La Sección Hidrométrica de la Dirección de Riego mantiene 109 estaciones de medición y la Sección Hidrográfica de la ENDESA, 100.

Las estaciones de la Dirección de Riego se distribuyen entre el río Lluta, en el norte, y el Toltén, en el sur. Las de la ENDESA empiezan en el río Copiapó y terminan en el Puelo (1957). Actualmente se está instalando en el río Aysén la primera estación de la ENDESA en el Sur Grande.

En el cuadro II-4 se indica el número de estaciones, por ríos, que mantienen estos dos organismos. Divídense en estaciones de "linmígrafo" y en estaciones de "limnímetro", según que empleen aparatos medidores ordinarios, que luego lee el personal, o aparatos registradores. Todas las estaciones miden los caudales periódicamente. Se establecen relaciones entre los caudales medidos, que luego se emplean para calcular los gastos medios mensuales en metros cúbicos por segundo en cada sitio.

En el mapa 3 aparecen indicadas las posiciones de las estaciones hidrológicas existentes.

b) Distribución de las mediciones de caudal

Las estaciones de la Dirección de Riego por lo general están situadas en los puntos en que los ríos arrancan de los primeros contrafuertes de la Cordillera; en cambio, las estaciones de la ENDESA se encuentran en el nacimiento de los ríos, donde existen pronunciadas caídas aptas para la generación de energía. De este modo, los datos que recoge la ENDESA complementan los de la Dirección de Riego. Pero, en los ríos de Chile existen muchos canales particulares, algunos de ellos muy antiguos, que utilizan grandes cantidades de agua y cuyos caudales ni se miden ni se registran oficialmente. Dispónese de algunas mediciones de los gastos de los canales, y los correspondientes registros, hechas por la Asociación de Canalistas, pero la Dirección de Riego no tiene registro alguno de los gastos de los canales. En algunos casos, las bocatomas de los canales se encuentran río arriba de la estación de medición, de modo que los datos obtenidos no representan el agua de que realmente puede disponerse.

/Cuadro II-4

Cuadro II - 4

CHILE: ESTACIONES HIDROLOGICAS

Río	1 Dirección de riego		2 ENDESA		3 Estaciones propuestas a/		Observaciones
	Limnímetro	Limnígrafo	Limnímetro	Limnígrafo	Limnímetro	Limnígrafo	
Lluta	1*	-	-	-	2 (1 y 2A)	1 (2)	Se transformará en limígrafo. Nº en el Plan 1: 2 2A
Lauca	-	1	-	-	-	1 (3)	
Quebrada de Vitor	-	-	-	-	1 (4)	-	
Camarones	-	-	-	-	-	1 (5)	
Loa	-	1	-	-	-	1 (6)	
Grande	1	-	-	-	-	-	
Copiapó	4*	-	-	3	-	1 (7)	* Una se transformará en limnígrafo
Huasco	2*	1	1	-	-	1 (8)	* Conjuntamente con la ENDESA
Elqui	5	1	1*	3**	-	-	* Turbio en Huanta; Recientemente instalada - registra la luminosidad solar - ** 3 para fines de 1958 y comienzos de 1959
Limarí	5	5	-	7	-	1 (9)	
Choapa	4	-	-	4*	-	2 (10 y 11)	* Dos en curso de instalación en 1958
Petorca	1	-	-	-	-	-	
Ligua	-	-	-	-	-	1 (12)	
Aconcagua	1	1	-	4	2 (13A y 14)	1 (13)	
Maipo con Mapocho	5	6	-	1	1 (15)	1 (16)	
Rapel	3	-	5	9*	-	2 (17, 18)	* Una más en curso de instalación en 1958
Casablanca	5	-	-	-	-	-	
Mataquito	2	1	-*	2	2 (20, 21)	1 (19)	* Para 1958, en Río Teno (no se incluye en el total)
Maule	5	7	4	14*	-	1 (22)	* Proyectada para 1959 (no se incluye en el total) 1 instalada en Río Claro (1958)
Itata	18*	-	-	-	-	-	* En curso de instalación en 1957
Bío-Bío	8 + 2*	1	6**	4 + 4*	1 (24)	1 (23)	* Otras 6 en instalación en 1958.
Imperial	6	-	-	-	2 (25, 26)		** (no se incluyen en el total)
Toltén	5	-	2	-	-	-	
Valdivia	-	-	10*	4	-	-	* En estudio (no se incluyen en el total)
Bueno	-	-	4*	2	-	-	* Una se transformará en limnígrafo en 1958
Maullín	-	-	1	1*	-	-	* En el Lago Llanquihue; se instalará en 1958
Chamiza	-	-	-	1*	-	-	* A la salida del Lago Chaco
Petrohué	-	-	-	1*	-	-	* A la salida del Lago Todos los Santos
Puelo	-	-	-*	1	-	-	* En estudio (no incluída en el total)
Aysén	-	-	1	-	-	-	
Total	83	25	35	65	11	17	Limnígrafo en estudio por la ENDESA

Nota: Los números entre paréntesis indican la ubicación en el mapa 3 de las nuevas estaciones propuestas.
a/ La dirección de Riego y la ENDESA tienen actualmente en estudio planes para nuevas estaciones

c) Material para aguas subterráneas

Existen en Chile alrededor de 50 a 60 aparatos de perforación. La Sección Aguas Subterráneas de la Corporación de Fomento dispone de 14, y la Dirección de Obras Sanitarias del mismo número. Por su parte, la Dirección de Riego posee alrededor de 20, que se adquirieron con un préstamo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento para obras en el río Elqui. Cuando terminaron esas obras, el material se transfirió a la Dirección. Cada contratista particular cuenta con uno a tres aparatos.

d) Registros

La Dirección de Riego y la ENDESA llevan sus propios registros de todas las mediciones de caudal de los ríos, pero ninguna de ambas organizaciones publica sus datos, aunque cualquiera de ellas puede obtener libremente de la otra los que ésta reúne.

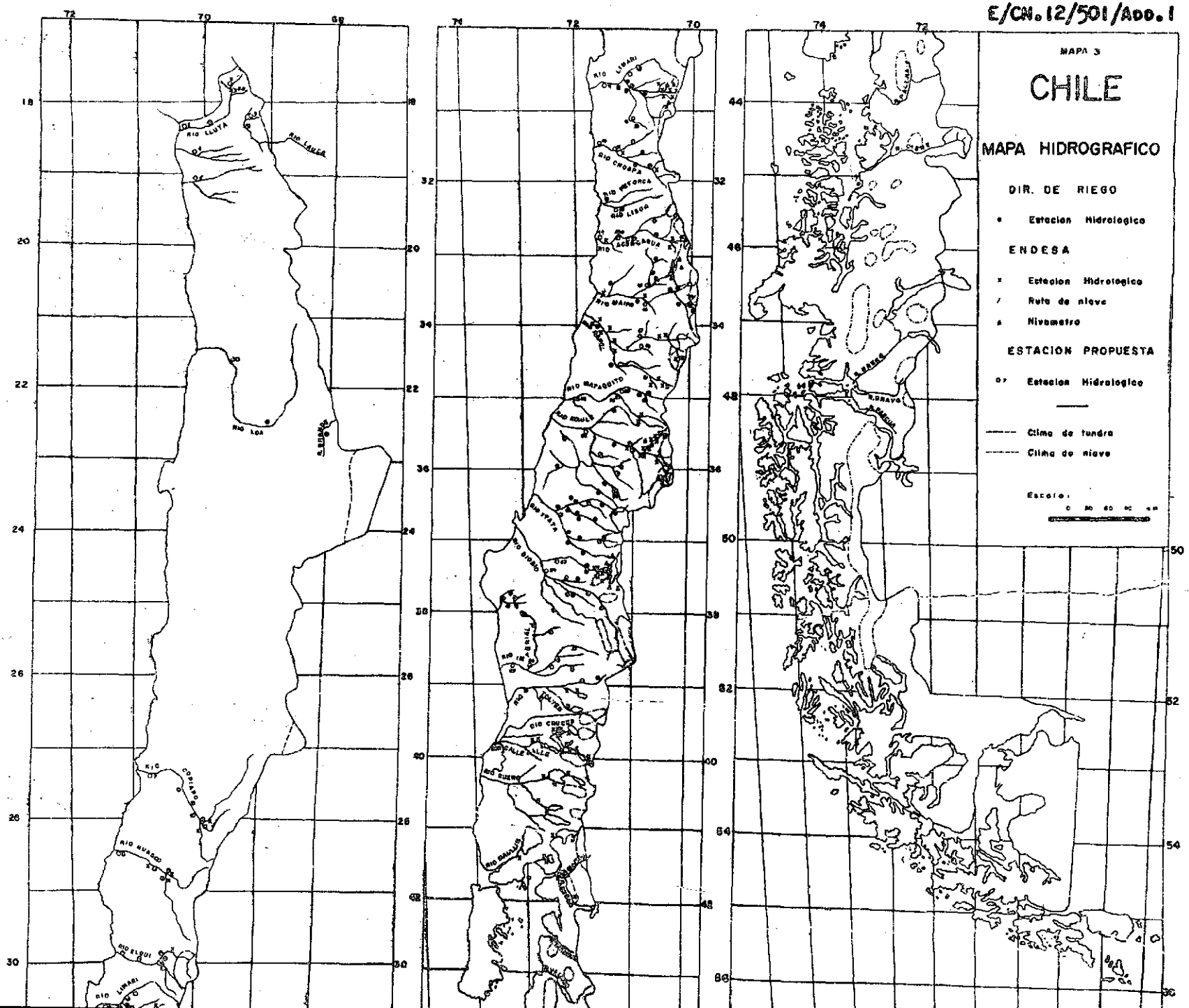
La Sección Aguas Subterráneas de la Corporación de Fomento lleva controles de los pozos y registros permanentes de las perforaciones practicadas. Estos registros se encuentran a disposición de los demás servicios y del público. La Dirección de Riego también reúne datos sobre los pozos y los pone a disposición de los interesados, principalmente para fines de riego. Lo mismo que en el caso de las aguas superficiales, estos datos no se publican. No existen registros sistemáticos del agua alumbrada de las napas subterráneas, lo que significa un grave vacío dado el peligro de agotamiento de las napas, como en el caso ya mencionado del centro de Santiago.

III. ESTUDIO CRITICO DE LOS ORGANISMOS HIDROLOGICOS Y SUGESTIONES PARA SU REORGANIZACION

1. Coordinación

Sin duda, la coordinación sistemática entre los organismos que se ocupan de mediciones e investigaciones hidrológicas en Chile sería beneficiosa para la hidrología, por cuanto permitiría evitar la duplicación de maquinaria, reducir los gastos generales, uniformar la recolección de datos y facilitar el mantenimiento y la reparación de las instalaciones.

/Todos los


MAPA 3
CHILE
MAPA HIDROGRAFICO
DIR. DE RIEGO
Estacion Hidrologica
ENDESA
Estacion Hidrologica
Ruta de nieve
Nivometro
ESTACION PROPUESTA
Estacion Hidrologica
Clima de tundra
Clima de nieve
Escala:
RIO LAUCA
RIO LOA
RIO COPIAPO
RIO HUASCO
RIO ELQUI
RIO LIMARI
RIO CHOAPA
RIO LIGUA
RIO MAIPO
RIO MAPOCHO
RIO MAULE
RIO ITATA
RIO BIO BIO
RIO CAUTIN
RIO TOLTEN
RIO CALLE CALLE
RIO BUENO
RIO PUELO
RIO PUELCHO
RIO BAKER
RIO PASCUA
RIO GRANDE
RIO BAQUEDANO

Todos los servicios públicos de hidrología, por ejemplo, podrían centralizarse en un nuevo Departamento Hidráulico, en que podría transformarse la Actual Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.[4/] O bien, la coordinación entre los actuales servicios hidrológicos podría hacerse al través de la Comisión de Meteorología e Hidrología sugerida en el capítulo precedente. Para evitar las duplicaciones o los vacíos, esta Comisión revisaría periódicamente las actividades programadas por cada organismo. La misma Comisión podría coordinar también los trabajos de índole hidrometeorológica e hidrológica, aunque, en verdad esto se hace ya en parte mediante la integración de los servicios hidrometeorológicos al través de las secciones de hidrometría de la Dirección de Riego y de la ENDESA. Por lo que toca a los servicios de aguas subterráneas, en caso de adoptarse la solución de centralizarlos todos en un nuevo Departamento Hidráulico, la geología podría dejarse fuera del servicio porque sería difícil formar un personal de geólogos para ese solo propósito. En tal caso habría que establecer una estrecha colaboración - la que podría comprender aun la facilitación de personal por parte del Instituto - entre el Instituto Geológico y el Departamento Hidráulico.

2. Exactitud de los registros hidrológicos

El trabajo que desarrolla la Dirección de Riego y de la ENDESA, puede considerarse de buena calidad y los datos aceptables.

Sin embargo, existen muy pocas estaciones de medición con registros que abarquen períodos de tiempo realmente largos. Las estaciones más antiguas son las del Maipo (La Obra) pertenecientes a la Compañía Chilena de Electricidad, establecidas en 1912, y las del río Cachapoal, creadas por la Braden Copper Company en 1917. Parece que durante el decenio de 1930 a 1939 hubo una paralización general de las estaciones de la Dirección de Riego y que el registro sistemático comenzó sólo durante la década siguiente. Todas las estaciones de la ENDESA empezaron a funcionar en esta última.

4/ Acaso con la sola excepción de la Sección Hidrológica de la ENDESA, en vista de que el desarrollo hidrológico del Sur Grande sólo sería de interés para esa entidad.

/La duración

La duración de los registros no es satisfactoria y las conclusiones que de ellos pueden derivarse merecen algunas reservas, puesto que para tener datos fidedignos sobre mínimas, medias y máximas, se requieren 30 años de observaciones continuas.

3. Aumento del número de estaciones para aguas superficiales

El actual número de estaciones no basta para determinar la cantidad de agua que arrastran los distintos ríos de Chile durante todo el año.

a) En la zona comprendida entre el límite septentrional del Norte y el límite meridional del Sur Chico, recomiéndase el establecimiento por la Dirección de Riego de por lo menos 28 estaciones de medición adicionales. Además, en las dos estaciones establecidas convendría reemplazar los aparatos que deben ser leídos por los observadores por otros de registro automático.

En general las 28 nuevas estaciones de medición convendría instalarlas en el curso inferior de los ríos. Estas estaciones tendrán necesariamente que proporcionar datos para calcular con exactitud el agua de cada sistema hidrográfico y, en particular, para determinar el caudal que desemboca en el mar. Estas estaciones representan las necesidades mínimas. Por supuesto, es esencial instalar otras estaciones de medición en puntos estratégicos para fines específicos, a cuyo efecto, la Dirección de Riego está preparando actualmente un plan. (Véanse nuevamente el cuadro II-4 y el mapa 3.)

El personal necesario para atender adecuadamente las 108 estaciones de medición de los caudales que hay en funciones y las 28 previstas, comprende la provisión de 6 auxiliares técnicos más. El costo de adquisición e instalación de los instrumentos ascendería a unos 27 millones de pesos.[5] y 9 000 dólares. Los gastos anuales por concepto de mantención y funcionamiento (más el sueldo de los 6 técnicos propuestos) ascenderían a 23 millones de pesos aproximadamente.[5]

b) En lo que atañe a la hidroelectricidad, el período medio actual de observaciones de las estaciones de la ENDESA a través del país es de más o menos 13 años. Esto no basta para predecir con suficiente

5/ 1957.

/exactitud las

exactitud las tendencias de los caudales puesto que se requiere un mínimo de 20 a 25 años de observaciones. Es posible que, merced a la capacidad de sus técnicos, la ENDESA haya podido evitar hasta ahora la comisión de grandes errores, pero, dado el considerable desarrollo de la hidroelectricidad en lo futuro, sería muy aconsejable disminuir los riesgos. En relación con esto, la ENDESA tiene el firme propósito de comenzar a medir los caudales de los ríos del Sur Grande, e instalará cinco estaciones en los ríos Aysén, Baker y Pascua. Sin embargo, es mucho más lo que en esa región, como asimismo en todo el país, se necesita y la mencionada entidad está estudiando un programa amplio que no sólo incluirá la creación de nuevas estaciones hidrológicas e hidrometeorológicas (medición pluviométrica de la evaporación, etc.), sino también la provisión de los materiales necesarios para los próximos doce años. Es incuestionable que será menester coordinar los planes de la Dirección de Riego, la ENDESA y la Oficina Meteorológica. Lograda esta coordinación, habrá que darles a esos planes la necesaria prelación que impone su importancia desde el punto de vista de la preparación y planeamiento de los proyectos de riego e hidroelectricidad.

4. Investigaciones sobre aguas subterráneas

Ya se ha puesto de relieve la creciente importancia de los recursos subterráneos para el abastecimiento de agua en las distintas zonas del país. Convendría considerar en primer lugar el llevar a cabo nuevas exploraciones en Santiago con el fin de ubicar fuentes complementarias de agua para la bebida y usos industriales. Si las primeras perforaciones confirman la existencia de napas freáticas profundas, el costo de perforación de 15 a 20 pozos profundos y de su funcionamiento ascendería a menos de un millón de dólares y bastarían unos pocos meses de trabajo, en tanto que la construcción de represas de almacenamiento río arriba resultaría mucho más cara y más larga. Además, esto permitiría evitar los conflictos que pudieran surgir al solicitarse las aguas superficiales para otros usos.

/Por cierto,

Por cierto, las exploraciones sobre aguas subterráneas habría que proseguirlas en el norte del país, donde las superficiales son tan escasas. Mas como también los recursos subterráneos son limitados, las exploraciones deben elegirse muy bien con el fin de evitar empresas costosas, y basarse en una cuidadosa preparación geológica, la que hasta ahora ha faltado.

Las aguas subterráneas tendrán cada vez mayor importancia para el riego en Chile Central. Habría que explorar sistemáticamente los recursos subterráneos de las cuencas hidrográficas de los ríos Aconcagua y Maipo, donde se deja sentir una escasez creciente de aguas superficiales con relación a las necesidades. También podrían realizarse otras exploraciones más al sur, para atender las necesidades de aquellas tierras que por su ubicación están fuera del alcance de las aguas superficiales. Para este efecto, la Corporación de Fomento iniciará pronto las exploraciones en la zona de San Carlos. Para todos estos trabajos habrá necesidad de más material de perforación.

5. Centralización y publicación de registros

Sería muy de desear que todos los datos hidrológicos se reunieran año a año y que se verificaran y publicaran en forma de un anuario hidrológico de Chile. Dicha publicación debería contener todos los datos originales que se hubiesen registrado y dar los resultados que arrojase su elaboración, verbigracia, el gasto en cada estación expresado en $m^3 \times 10^6$, por mes, etc., para cada año, y el caudal total por mes. Habría de señalar asimismo cualquier hecho especial, como cambios de los sitios de medición, cambios en el curso de los ríos, etc., que pudiese influir en la validez de los registros. Por último, la referida publicación no debería limitarse únicamente a los recursos mismos, sino dar también observaciones de los canales y otros consumos que gastan agua de cada río, y acompañar planos de los sistemas de canales. Lo mismo habría que decir, por supuesto, respecto de las aguas subterráneas.

6. Aguas de interés internacional

En general, no parece probable que las aguas de interés internacional se aprovechen en el futuro inmediato, aunque la mayor parte de sus usos potenciales dice relación con la energía hidroeléctrica, la que requiere un largo período de mediciones previas. Por consiguiente, convendría instalar estaciones de medición, apenas fuera posible, en los lagos con el objeto de medir el nivel de las aguas. Del mismo modo, habría que instalar aparatos de medición a la salida de los ríos alimentados por aquéllos. Tales aparatos deberían leerse diariamente y registrarse los resultados. De particular interés para esas zonas son los aparatos de registro que funcionan solos durante seis meses. Estas mediciones hidrológicas convendría hacerlas en colaboración con la

Segunda Parte

APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

Capítulo III

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA Y JURIDICA

1. Planeamiento hidráulico: organización y actividades

Conviene recordar brevemente los distintos aspectos de una política pública integral en materia de aprovechamiento de recursos hidráulicos, a saber:

1° Programación, que comprende las siguientes etapas:
   a) Medición de los recursos
   b) Proyección de la demanda de agua
   c) Definición de una política hidráulica
2° Planes concretos de las obras y los servicios
3° Construcción de las obras y organización de los servicios
4° Coordinación entre los distintos servicios
5° Funcionamiento de las obras y prestación de los servicios
6° Fiscalización del cumplimiento del programa.

Los aspectos primero y último constituyen en realidad una sola fase: la del planeamiento propiamente tal. Deben abordarse con unidad de criterio dentro del marco de una política económica general como manera de asegurar la debida coordinación y el aprovechamiento eficiente de las aguas. Ello no parece posible si el planeamiento no se confía a un solo organismo gubernamental (que bien podría ser una comisión formada por representantes de las distintas instituciones interesadas).

Por lo que respecta a la ejecución, no es conveniente centralizarla en un organismo único, como tampoco es posible subordinar toda la administración pública al desarrollo de un solo recurso natural. Las instituciones gubernamentales chilenas se estudiarán a la luz de estas consideraciones generales.

a) Sistema de planeamiento general

i) El Ministerio de Obras Públicas, al través de su Junta y de su Dirección de Planeamiento, le corresponde: (i) planear y coordinar las obras que realicen sus dos Direcciones de Riego y de Obras Sanitarias; y (ii) coordinar las obras que proyecten y ejecuten otros Ministerios, instituciones semifiscales, empresas autónomas del Estado y toda persona

/jurídica creada

jurídica creada por ley en que tenga participación el Estado.

Este bosquejo pareciera indicar que existe un órgano general encargado de elaborar los planes de obras públicas. Sin embargo, existen muchos otros aspectos que deben considerarse en toda programación general y que escapan a la competencia de la Junta.

La Dirección de Planeamiento es el órgano de estudio y coordinación que debe someter sus conclusiones a la consideración de la Junta. Debe mantener actualizado un Plan Quinquenal de Obras Públicas. Este Plan - preparado por la Dirección en 1954, aprobado por la Junta y sancionado por el Ejecutivo mediante el Decreto 2300, de 3 de diciembre de 1954 - consulta una serie de obras públicas que habían de construirse durante el quinquenio 1955-59, entre ellas obras de interés hidráulico, como las sanitarias y de riego. Sin embargo, en lo que respecta a este último, la Corporación de Fomento y el Ministerio de Agricultura elaboraron al mismo tiempo un "Plan de Desarrollo Agrícola y Transportes", que difiere en criterio, hipótesis y objetivos. O sea, dos organismos de un mismo gobierno han estado trabajando en cuestiones hidráulicas simultáneamente pero en sentidos diferentes. Cabe hacer notar que ningún plan se ha cumplido en la forma programada.

Además del Plan Quinquenal de Obras Públicas, la Dirección de Planeamiento ha preparado otros dos planes regionales, que también comprenden obras hidráulicas. Ambos son quinquenales, aunque no especifican la fecha en que habrán de comenzar. El Plan Arica, para el departamento del mismo nombre de la provincia de Tarapacá, contiene estimaciones sobre riego y abastecimiento de agua. El Plan Norte (septiembre de 1955) es un mero conjunto de conclusiones preliminares para un estudio de mayor envergadura sobre el desarrollo de las provincias de Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Incluye las obras previstas en el Plan Arica. Ambos planes sugieren la creación de organismos autónomas regionales para su ejecución.

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) cuenta con su propio Departamento de Planificación y Estudios. Esta entidad preparó el Plan de Electrificación del País y, según ya se indicó, en colaboración

/con el

con el Ministerio de Agricultura formuló el Plan de Desarrollo Agrícola y de Transportes, con el que el Gobierno de Chile se propuso aplicar las sugestiones del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y de la FAO, contenidas en su estudio conjunto titulado La Economía Agraria de Chile (1952); aunque los dos planes se ocupan del aprovechamiento de los recursos hidráulicos, no han sido coordinados.

Formulados estos planes, la CORFO ha cesado su labor en materia de planificación del aprovechamiento del agua en la agricultura, aunque se ha dedicado a ejecutar gradualmente sus recomendaciones del Plan de Desarrollo Agrícola en la parte que le concierne. La fiscalización del cumplimiento integral del plan se confió al Consejo de Fomento e Investigaciones Agrícolas (CONFIN), creado en junio de 1953. Sin embargo, tampoco este plan se ha cumplido, ante todo por dificultades de financiamiento.

Por lo que hace relación a la hidroelectricidad, la ENDESA se ha encargado y asumido la ejecución del plan hidroeléctrico y ha actualizado y publicado como suya una segunda edición revisada del plan original.

De modo, pues, que en la hora actual no existe ninguna institución encargada de formular un programa de desarrollo hidráulico integral.[1/]

b) Planeamiento hidráulico por sectores

El planeamiento hidroeléctrico en el sector privado lo abordó el Instituto de Ingenieros de Chile en 1935, ampliando su estudio original en 1939, a solicitud del gobierno. Ambos estudios consideraban que la ejecución de un plan nacional de electrificación debía distribuirse entre el gobierno y las empresas privadas. En 1939 se creó la Corporación de Fomento, una de cuyas primeras actividades fue preparar el Plan de Electrificación del país (impreso en 1942). Su ejecución se confió a la ENDESA, la que volvió a actualizar el plan original en 1956. Este plan - bien fundamentado y de vasto alcance - se ocupa sin embargo sólo de la ejecución de obras para la generación y distribución primaria del sector público.

1/ Véase Administración pública en la política de desarrollo, Naciones Unidas, Informe N° TAA/LAT/17, 1957, pp. 39 y siguientes, y 51 y siguientes.

/La ENDESA

La ENDESA no consulta sus planes con la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, organismo creado con posterioridad a ella. Dicho en otros términos, la Dirección de Planeamiento no tiene ingerencia en el planeamiento hidroeléctrico. Sin embargo, en la práctica la ENDESA está obligada a consultar sus proyectos hidroeléctricos con la Dirección de Riego para los efectos de obtener de ésta las mercedes necesarias para el aprovechamiento de aguas de dominio público. Esta actividad de la Dirección de Riego no la fiscaliza la Dirección de Planeamiento, lo que tampoco puede considerarse una política de planificación coordinada.

En lo que atañe al abastecimiento de agua para usos domésticos, ni la Dirección de Obras Sanitarias ni la Empresa de Agua Potable de Santiago mantienen contacto directo con la Dirección de Riego, aun cuando todas ellas tienen que enfrentarse con problemas causados por la escasez de agua. Tampoco tienen estas instituciones conexión con aquellas que conocen del aprovechamiento del agua en centrales de energía hidroeléctrica. En cambio, la Dirección de Planeamiento interviene en los planes de la Dirección de Obras Sanitarias,[2/] juntamente con el Servicio Nacional de Salud.

El Directorio de la Empresa de Agua Potable de Santiago [3/] está formado por representantes de la Municipalidad de Santiago, del Servicio Nacional de Salud y del Ministerio de Obras Públicas. La Empresa no consulta con la Dirección de Planeamiento la elaboración de sus planes, no obstante atender las necesidades de Santiago, donde habita 25 por ciento de la población total del país.

La Dirección de Obras Sanitarias está recurriendo al alumbramiento de aguas subterráneas para abastecer las poblaciones, lo que también hacen muchas empresas particulares para satisfacer sus propias necesidades. No existe coordinación alguna entre estas actividades y las que, con fines de riego, realizan la Dirección de Riego y la CORFO.

2/ Decreto-Ley 150 (3 de agosto de 1953), art. 17.

3/ Decreto-Ley 150 (3 de agosto de 1953), art. 51, y Ley N° 1012 (31 de enero de 1938).

/En lo

En lo que se refiere al aprovechamiento de las aguas en la agricultura, la actividad en punto a planificación está parcelada en tres sectores: (i) El planeamiento de las grandes obras de captación, almacenamiento y conducción de aguas incumbe a la Dirección de Riego, con la participación de la Dirección de Planeamiento y del Ministerio de Agricultura. La ley exige el dictamen del Ministerio sobre la rentabilidad económica y las tasas de amortización de los proyectos. En la práctica, sin embargo, el Ministerio de Agricultura no participa en la elaboración de los planes y sólo opina a posteriori sobre los aspectos referidos de los proyectos de la Dirección de Riego, que cuenta con su propia oficina de agronomía para prepararlos. (ii) Las obras medianas, incluso las de regadío mecánico. Una parte de estas obras la proyecta y ejecuta la CORFO, sin que exista un plan general al respecto, pues las hace o a solicitud de parte interesada, o para ayudar a resolver otros problemas de su incumbencia. De otra parte de las referidas obras ocúpase la Dirección de Riego, también a pedido de los interesados. Por último, también ejecutan obras de esta naturaleza los particulares, pero sin sujetarse a plan de conjunto alguno, y menos a coordinación con los planes de obras públicas. (iii) Las obras individuales de riego de los fundos o de conducción de aguas a los mismos son de la exclusiva incumbencia de los particulares y escapan a toda planificación. En algunas regiones (verbigracia Chillán) se realiza una intensa labor educativa y se proporcionan algunas facilidades crediticias (CORFO y Banco del Estado), pero sin obedecer a un plan integral.

No existe la menor coordinación entre estos tres sectores de actividades.

Entre los usos agrícolas queda comprendido el saneamiento de tierras por avenamiento. Incumbe esta labor a la Dirección de Riego, la que no cuenta sin embargo con los medios adecuados para abordar este problema en forma sistemática. Hay otros organismos que suelen desempeñar ocasionalmente esta función, como la Caja de Colonización Agrícola (en los terrenos de su propiedad) y, una vez más, sin acción planificada.

Tampoco se han elaborado planes para la defensa contra la salificación y erosión. Contra esta última, se realiza una intensa labor pero sólo de

/alcance regional

alcance regional (Chillán). En todo caso, la política forestal - asunto que escapa al objeto del presente estudio - guarda estrecha vinculación, en el centro y sur del país, con la política hidráulica en razón de la directa influencia que los bosques tienen en la conservación de los recursos hidráulicos.

Las obras de defensa contra las avenidas y de regulación de las crecientes son de la incumbencia de la Dirección de Obras Sanitarias, que es la encargada de planearlas en colaboración con la Dirección de Planeamiento. Sin embargo, la delimitación territorial de la labor de la primera excluye de hecho de su actividad la protección de los predios rurales, lo que también repercute en la de los predios urbanos. La Ley 11402 - promulgada cuatro meses después del Decreto-Ley 150 (1953) - evidencia la falta de todo concepto de coordinación en la actividad estatal en materia de planeamiento hidráulico.

También competen a la Dirección de Obras Sanitarias los problemas relacionados con la contaminación de las aguas. Sin embargo, en lo que atañe a la agricultura, el encargado de estudiar sus causas y sus efectos es el Ministerio del ramo, aunque sin un plan de acción preestablecido.

No existe ningún organismo que se ocupe de planear el transporte fluvial y lacustre, dispersándose la actividad que se cumple a este respecto entre la Dirección de Transportes Marítimo, Fluvial y Lacustre, la Dirección de Obras Portuarias y la Dirección del Litoral dependientes de distintos Ministerios y sin ninguna vinculación entre sí.

La Dirección de Pesca y Caza (Ministerio de Agricultura) se ocupa de todo lo referente a la pesca. Tampoco existe un plan y hasta aquí no se ha prestado atención alguna a los conflictos que pudiesen surgir con motivo de otros usos de las aguas, y ello a pesar de existir disposiciones sobre el particular en el Decreto-Ley 84, de 12 de marzo de 1931.

Los particulares pueden obtener créditos de fomento del Banco del Estado, de la CORFO y de la Caja de Colonización Agrícola. Las dos primeras instituciones también conceden préstamos a otras entidades del Estado, sobre todo para obras de regadío (mecánico o gravitacional) y de electrificación rural, esta última especialmente en cuanto se aplica al riego. No existe sin embargo una política crediticia de fomento hidráulico.

/Reciben atención

Reciben atención particular los programas de fomento regional. Gracias a un convenio celebrado entre los gobiernos de Chile y los Estados Unidos (Convenio básico de Cooperación Técnica entre los Gobiernos de Chile y los Estados Unidos, de fecha 16 de enero de 1953), se elaboró un plan de desarrollo agrícola para las provincias de Maule, Ñuble y Concepción (Plan Chillán). Dicho Plan no abarca ni la industria ni el comercio. Por el lado chileno, participan en él los Ministerios de Agricultura, Salud Pública, Tierras y Colonización, la CORFO y la Universidad de Concepción. De la programación y coordinación están encargados un Consejo Coordinador Interministerial y un Coordinador General (del Ministerio de Agricultura). En cuanto a su aprovechamiento en la agricultura, las aguas se han considerado en varios "proyectos".[4/] Dentro de este limitado aspecto - y siempre en la órbita regional - el plan es el más completo de cuantos se han elaborado en Chile, pues comprende: (i) obras grandes y medianas, a cargo de la Dirección de Riego (incluyendo mediciones hidrológicas) y obras de regadío mecánico, a cargo de la CORFO; (ii) captación sistemática de aguas subterráneas, con estudios hidrológicos preliminares, a cargo de la CORFO; (iii) conservación de los cursos de agua y de los suelos ribereños; (iv) difusión de métodos de regadío modernos dentro de los fundos con vistas a un mejor aprovechamiento de las aguas; (v) formación y capacitación de personal para planear y llevar a cabo estas actividades.

Como se mencionó antes, el Plan no se ocupa del aprovechamiento de las aguas en usos no agrícolas ni de las obras que para ello se requerirían. No se prevén una evaluación completa de los recursos hidráulicos de la región, ni los estudios meteorológicos en que deberían fundarse. En cuanto a los estudios hidrológicos, ellos se refieren sólo a las aguas superficiales

---

4/ Entre ellos: Proyecto 22 (Conservación de Suelos y Aguas - 15 de agosto de 1953); Proyectos 25-29 (Investigación agrícola y económica - 1° de agosto de 1953 y V. 1954); Proyecto 28 (Coordinación del Plan - 1° de agosto de 1953); Acuerdo con la CORFO sobre el uso de aguas en Concepción, Ñuble y Maule (27 de julio de 1953) y su Proyecto 1 (20 de enero de 1955); Acuerdo con el Ministerio de Tierras (30 de diciembre de 1953) y sus Proyectos 1 y 3, sobre reforestación.

/de los

de los ríos Nuble, Chillán y Diguillín, en relación con las grandes obras hidráulicas y la racionalización de las redes de regadío necesarias para la distribución de las aguas. No responden, pues, a un plan integral.

2. Catastro de los derechos de aguas

La inscripción de las mercedes de agua en un registro público, además de su importancia jurídica de garantizar los derechos de sus titulares, tiene la de que permitiría a la Administración Pública mantener un inventario actualizado del aprovechamiento que se hace de los recursos hidráulicos. Esta finalidad estadística no se cumple en Chile, lo que priva a la Administración de un elemento fundamental para toda programación y la obliga a basarse en meras estimaciones.

Existe una importante categoría de derechos de aguas no sujetos a inscripción, sencillamente porque la ley no lo exige: los nacidos o constituídos antes de la vigencia del Código de Aguas (1º de abril de 1951). La legislación anterior a este Código otorgaba a los propietarios ribereños el derecho a aprovechar las aguas de dominio público proprio jure, sin necesidad de concesión, y cuando aquel cuerpo legal confirmó tales derechos no impuso su inscripción.

Desde la promulgación del Código no se puede hacer nuevos usos de las aguas sin una merced y sin la inscripción de ésta. Pero durante cerca de un cuarto de siglo, antes de la dictación del Código, las Municipalidades, los Intendentes de provincia y el Ejecutivo concedieron muchas mercedes, cuya inscripción no era obligatoria, quedando entregada al arbitrio de los interesados.

Otro inconveniente es la multiplicidad de registros. Existen por lo menos dos registros generales, el que lleva la Dirección de Riego y los que llevan los Conservadores de Bienes Raíces. El primero abarca todo el país y está dividido por cuencas hidrográficas o canales. En cambio, los registros de los Conservadores de Bienes Raíces están organizados de acuerdo con las divisiones políticas del país. Algunos derechos de agua de inscripción obligatoria en los libros de los Conservadores no se incorporan en el registro de la Dirección de Riego. Otros deben inscribirse en cuatro registros diferentes y a menudo, los registros de las Asociaciones de Canalistas discuerdan con el de la Dirección o con el del Conservador pertinente.

/Actualmente no

Actualmente no se dispone de información alguna acerca de la superficie regada por cada concesionario o titular de una merced, ni de la cantidad de agua que cada uno de ellos recibe. La importancia de estos datos quedó señalada en el capítulo II. En realidad podrían obtenerse si se aplicara el art. 34 del Código, que impone a los concesionarios la obligación de instalar aparatos de medición en las bocatomas de los canales y de informar sobre la cantidad de agua que pasa por ellos. Pero este artículo 34 ha sido respetado sólo por muy contados regantes, debido a que los artículos 100 y 101 han confiado a las Juntas de Vigilancia y a las Asociaciones de Canalistas (y no a la Dirección de Riego) la facultad de reglamentar la naturaleza de los aparatos aforadores. A causa del costo de estos instrumentos, son muy pocos los que se han instalado.

3. Administración y sistemática jurídica de las aguas según sus usos

a) Usos domésticos y urbanos (agua potable y alcantarillado)

i) Aspectos institucionales. La construcción de las obras y la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y desagües pluviales urbanos en todo el país, con la sola excepción del servicio de agua potable de la ciudad de Santiago,[5/] son de la competencia de la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas.

Sin embargo, el artículo 51 de la Ley de Municipalidades (Decreto 3031, de 4 de julio de 1949) les atribuye a éstas competencia para reglar "el uso, construcción, nivelación y limpieza de cloacas", y el artículo 52, facultad para autorizar "la construcción, abovedamiento y uso de pozos, cisternas, acueductos y esclusas". Estos dos artículos ponen potencialmente en conflicto a las autoridades comunales con la Dirección de Obras Sanitarias.

La Dirección tiene asimismo a su cargo las obras de defensa y regulación de los ríos contra las avenidas y crecientes; además, las Municipalidades (art. 53 de la Ley de Municipalidades), tienen autoridad

5/ Decreto-Ley (3 de agosto de 1953), art. 21.

/para reglamentar

para reglamentar la extracción de arenas y ripio de los ríos, lagunas, etc., autoridad que la Ley 11402 también confiere a la Dirección de Riego.

Hay, pues, una superposición de atribuciones que habría que eliminar.

No existe en Chile un monopolio legal del Estado sobre los servicios de agua potable y alcantarillado, autorizándose la actividad privada.6/

La Dirección de Obras Sanitarias interviene en los servicios privados (y municipales) en tres aspectos:

(i) Fijación de las tarifas

(ii) Inspección sanitaria de las aguas

(iii) Continuidad en la prestación de los servicios y buena calidad de las aguas.

En muchos casos, la Dirección ha intervenido las empresas privadas en resguardo del interés de los usuarios, y ha asumido aún su administración.

Su actividad se extiende también a la construcción de obras de defensa contra las crecientes y avenidas; y a la aplicación de la ley sobre contaminación de las aguas.

La Empresa de Agua Potable de Santiago tiene a su cargo el abastecimiento de agua de la ciudad, pero no el servicio de alcantarillado (el que incumbe a la Municipalidad). Sin embargo, con motivo de un préstamo concedido por el gobierno a la Empresa, aprobóse la Ley N° 1012 de 31 de enero de 1898, con arreglo a la cual, mientras el préstamo no fuese íntegramente reembolsado, ella sería administrada por una Junta formada por dos representantes del Presidente de la República y uno de la Municipalidad.

Entre tanto compete al Presidente de la República reglamentar el nombramiento y remoción de los empleados y el funcionamiento del servicio. Además, las utilidades de la Empresa deben invertirse sea en la amortización de la deuda con el Fisco (que devenga 6 por ciento de interés anual), sea en la ampliación de sus servicios. Como resultado de los fuertes empréstitos obtenidos del gobierno para financiar nuevas obras, la antigua deuda en realidad está aún insoluta. De modo, pues, que aun cuando el propietario

---

6/ Decreto-Ley 235 (30 de mayo de 1931).

/aparente de

aparente de la Empresa es la Municipalidad, la mayor parte de su activo corresponde a préstamos concedidos por el gobierno, el que virtualmente la administra, ya que sus representantes tienen mayoría en la Junta.

La autonomía de la Empresa, en cuanto actúa independientemente de la Dirección de Obras Sanitarias, a menudo se traduce en una duplicación de servicios. La Dirección, con sólo un pequeño aumento de personal, es probable que pudiese proporcionar a la ciudad de Santiago un servicio de agua más barato si la Empresa pasase a formar parte de ella.

En 1936 la Cámara de Diputados aprobó un proyecto de ley que eliminaba al representante de la Municipalidad de la Junta y entregaba el manejo exclusivo de la Empresa a la Dirección de Obras Sanitarias. La Municipalidad resistió con éxito y el proyecto no fue sancionado por el Senado. Sin embargo, como la Empresa no goza de monopolio dentro de su territorio jurisdiccional, la Dirección puede construir obras, pedir a la Empresa que las ponga en servicio o prestar ella misma el servicio si ésta no lo hace.

Para utilizar aguas (superficiales o subterráneas) en los servicios de agua potable o alcantarillado, tanto la Dirección de Obras Sanitarias como la Empresa de Agua Potable de Santiago y los particulares deben obtener una merced a través de la Dirección de Riego. En la práctica, sin embargo, por lo general esta obligación no rige para las instituciones gubernamentales en lo que respecta a las aguas subterráneas.

Han surgido varios conflictos sobre abastecimiento de agua: la Asociación de Canalistas del Maipo sostiene desde antes de 1916 dos pleitos contra el Fisco alegando la ilicitud de las mercedes concedidas a la Empresa de Agua Potable por violar éstas derechos suyos preexistentes. En 1956, la ciudad de Valparaíso, a raíz de una sequía que agotó sus fuentes ordinarias de agua potable, hubo de ser servida con aguas del río Aconcagua en mayor proporción que de ordinario, a expensas de los derechos de los regantes de la zona.

ii) Disposiciones legales. Por norma general, las leyes dan preferencia a este uso del agua sobre todos los demás. Tal es el privilegio denominado "derecho de la sed". Consagrando este principio, el art. 40 del Código de Aguas autoriza la expropiación de aguas que hubiesen sido

/objeto de

objeto de una concesión para otros usos, con el fin de destinarlas a los menesteres domésticos.

El art. 41 faculta al Presidente de la República para destinar temporalmente, previa indemnización, las aguas de aprovechamiento particular (tanto las de dominio público que se hubieren dado en merced como las privadas propiamente tales) para el abastecimiento de una población en épocas de sequía extraordinaria.

El alumbramiento de aguas subterráneas para uso particular no requiere autorización, aun cuando de ello resultase menoscabarse el agua de que se alimenten pozos vecinos (art. 53).

Las mercedes concedidas a los particulares para servicios públicos de abastecimiento de agua y alcantarillado están limitadas, en virtud del art. 39 del Código de Aguas, a 37 años y entrañan la obligación de retornar al Estado, libre de todo gravamen, las instalaciones existentes al término de la concesión. Esto implica que las obras deben amortizarse dentro de ese período y dan derecho a incluir la amortización en las tarifas. El Decreto-Ley 235 de 1931 reglamenta las obligaciones de los particulares que explotan servicios de utilidad pública de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Los principales requisitos que establece el Decreto-Ley son la continuidad del servicio, la buena calidad del agua y la autorización previa de las tarifas. No hay modificaciones legales que sugerir en este aspecto.

b) Usos agrícolas - Aspectos institucionales

i) Sector público. La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas desempeña dos clases de funciones. Es el órgano a quien compete la aplicación del Código de Aguas, con la tarea adicional de tener que asesorar al Presidente de la República en la concesión de las mercedes de aguas de dominio público y, correlativamente, llevar su catastro; y tiene a su cargo el planeamiento, la construcción y la explotación temporal de las grandes obras de riego que construye el Estado para ser luego transferidas a los regantes, quienes se transforman en propietarios aun antes de su amortización. (Alrededor de 20 por ciento de las obras de riego actualmente existentes en Chile lo ha construído el gobierno; el resto lo ha sido por particulares.)

/Aun cuando

Aun cuando las mercedes son concedidas por el Presidente de la República, importa subrayar el papel preparatorio que desempeña la Dirección de Riego. Le corresponde examinar las solicitudes de mercedes para riego con aguas subterráneas aunque éstas sean de propiedad del dueño del suelo. (Sus funciones exceden el campo del regadío, puesto que también debe examinar las solicitudes de mercedes para otros usos.)

Otro papel importante de la Dirección de Riego es el de promover la constitución y fiscalizar después el buen funcionamiento de las Juntas de Vigilancia de Ríos, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Regantes. La Dirección tiene facultad para intervenir temporalmente en su administración y aun reemplazar a los directores de estos organismos en caso de violaciones graves de la ley o de los derechos de los regantes.[7/] Por su parte, la Dirección en el ejercicio de estas funciones queda sujeta a la jurisdicción de los tribunales ordinarios, a requisición de parte interesada.

Una vez concedidas las mercedes y establecidas las asociaciones de regantes, el uso de las aguas queda entregado a la discreción de sus beneficiarios. La Dirección de Riego carece de poder para intervenir en los aspectos técnicos de la construcción de obras en los canales artificiales de regadío, salvo en lo que respecta a los trabajos de defensa contra las crecientes y avenidas.

En cuanto al regadío en el interior de los fundos, la ley no ha dado autoridad alguna a la Dirección de Riego. Sin embargo, el Ministerio de Agricultura, al través de su Dirección de Producción Agrícola y Pesquera, realiza actividades educativas entre los agricultores enseñándoles las técnicas de regadío dentro de sus predios (incluyendo la construcción de pequeñas obras, como embalses para almacenamiento nocturno, acueductos secundarios, etc.). Estas actividades se han ampliado en forma particular con arreglo al Plan Chillán. Prepara también el Ministerio el personal técnico experto en usos agrícolas del agua, contando para ello con la colaboración de la Universidad de Concepción y del Departamento de Asuntos Interamericanos de los Estados Unidos, que coopera financiera y técnicamente

---

7/ Ley N° 9909 de 1951 que aprobó el Código de Aguas, art. 8 reglamentado por el Decreto N° 1370, de 30 de julio de 1951.

/en el

en el Plan Chillán. Por último, el Ministerio de Agricultura estudia la rentabilidad de los proyectos de riego para en seguida informar a la Dirección de Riego.

La Dirección de Riego también tiene limitada autoridad para ocuparse de las deficiencias de los sistemas particulares de captación y distribución de aguas para riego. Ello se debe a la carencia de medios legales para obligar a los particulares a mejorar sus sistemas, o a la falta de fondos que impide que la Dirección realice estas mejoras a nombre del gobierno. Sea lo que fuere, ella sólo puede actuar a solicitud de parte interesada. Todas estas limitaciones rigen también tratándose de las aguas subterráneas.

En lo que respecta al proyecto, construcción y administración de las obras de regadío, la Dirección de Riego se rige por la Ley N° 9662 (de fecha 25 de agosto de 1950), en vías de ser totalmente reformada.

Hasta ahora, más por insuficiencia de personal y recursos financieros que por disposiciones legales, la Dirección ha debido limitar sus actividades al proyecto y a la construcción de obras de gran envergadura (canales y embalses) y a una relativa programación general de estas obras en todo el país. En una medida bastante menor y sólo cuando ha contado con financiamiento especial, la Dirección ha abordado la construcción de obras medianas (canales derivados, diques de distribución, embalses pequeños) y obras pequeñas (sondajes, saneamiento). La Dirección no fiscaliza ni coordina las actividades de la CORFO en lo referente a obras de menor envergadura.

Para que la Dirección pueda iniciar la construcción de obras, la ley exige que éstas sean previamente aprobadas por un tercio de los futuros interesados.

Reunido este quorum, los demás interesados, independientemente de su opinión, quedan obligados a contribuir al pago de las obras y a participar en su uso. Además, el art. 4 de la Ley N° 9662 faculta al Presidente de la República para ordenar la construcción de una obra y cargar su costo a los futuros usuarios cuando así lo exija el interés público, aun cuando el proyecto no reuna un mínimo de votos favorables. Tal decisión podría considerarse un acto de fuerza, aunque a decir verdad en la práctica jamás se ha ejercido esa facultad.

/El principio

El principio de la consulta previa de las partes interesadas deriva de que la ley considera las obras construídas por el Estado como propiedad exclusiva de los usuarios. El Estado se limita a financiarlas y construirlas, reembolsándosele ulteriormente su costo, y las administra durante los cuatro primeros años, aunque reconociendo siempre el dominio de los usuarios. Al quinto año, éstos pueden agregar a la propiedad de las obras su administración, con lo que la Dirección de Riego debiera cesar de intervenir en su explotación. Sin embargo, tratándose de obras de gran envergadura, lo que la ley prevé como una excepción, se ha transformado en regla y la Dirección sigue administrando las obras por cuenta de los usuarios, aunque reconociéndoles su dominio.

En la práctica, el sistema organizado por la Ley 9662 ha fracasado desde el punto de vista financiero debido a la inflación. El valor reembolsado por los usuarios no corresponde al costo real de las obras. De este modo, la Dirección se ha descapitalizado y se ha encontrado sin fondos para cumplir sus planes.

Además, la contribución financiera de los usuarios suele ser demasiado exigua. Por ejemplo, con arreglo al art. 5 de la Ley 9662, cuando la Dirección de Riego construye una obra, los titulares de mercedes anteriores a la construcción no deben contribuir a su financiamiento, salvo en la medida en que reciban un caudal mayor de agua. Esto excluye su contribución financiera en el caso de toda obra que tenga por finalidad regular en el tiempo la disponibilidad de agua, y también de todas aquellas que tengan por objeto mejorar la calidad de ésta.

La facultad de expropiar las tierras y establecer las servidumbres necesarias para la construcción de las obras de que goza la Dirección, también se extiende a los embalses construídos por los particulares o administrativamente declarados de interés público, pero no a las demás obras. De modo, entonces, que esta facultad no se aplica en el caso de muchas obras construídas por la CORFO, lo que suele dificultar su labor.

En lo que atañe al avenamiento, el Decreto-Ley 150 (de 3 de agosto de 1951), posteriormente confirmado en este respecto por la Ley N° 11402, confía a la Dirección de Riego todo lo relativo al avenamiento y recuperación de tierras para fines agrícolas. Sin embargo, la Ley de Municipalidades

/(Decreto 3031,

(Decreto 3031, de 4 de julio de 1949) les da a éstas competencia en materia de construcción de canales, acueductos y obras de avenamiento dentro de sus respectivos territorios jurisdiccionales, de suerte que la Dirección no puede intervenir en tales zonas. En las zonas agrícolas, una condición esencial para el éxito de las obras de avenamiento consiste en que éstas se efectúen simultáneamente en todos los fundos, siempre, claro está, que los recursos hidráulicos no se encuentren parcelados de acuerdo con el dominio del suelo. Sin embargo, no existe una ley que obligue a los propietarios a construir las obras de avenamiento dentro de sus predios, lo que no sólo sería beneficioso para ellos mismos, sino que también redundaría en interés de toda la zona avenada.

Los tribunales ordinarios en lo civil tienen competencia para conocer de los pleitos que surjen con motivo de la constitución o el funcionamiento de las Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia de Ríos. Son también tribunales de alzada para conocer de los conflictos entre estos organismos y sus miembros. De este modo, el Código de Aguas chileno ha querido privar a la autoridad administrativa competente para conocer del mismo asunto (Dirección de Riego), del conocimiento de problemas puramente jurisdiccionales. Esta marcada inclinación jusprivatista en materias hidráulicas que caracteriza a la organización institucional chilena, la opone a la de los demás países latinoamericanos, donde las actividades jurisdiccionales competen a tribunales administrativos, sistema que aumenta la eficiencia y la unidad de la política hidráulica, aunque a veces con menoscabo de los derechos de los particulares.[8/]

ii) Sector semifiscal. En la explotación de los recursos hidráulicos con fines agrícolas intervienen varias instituciones semifiscales, a saber: la Corporación de Fomento, la Caja de Colonización Agrícola, la ENDESA y el Banco del Estado. Todas ellas otorgan facilidades crediticias a los beneficiarios.

La CORFO es una institución autónoma que preside el Ministerio de Economía Nacional y que cuenta con sus propios recursos. Entre otros

---

8/ Véase Guillermo J. Cano, Las leyes de aguas en Sud América, Roma, 1956 edic. FAO, p. 148.

/servicios, posee

servicios, posee un Departamento de Planificación Agrícola y otro de Obras Civiles. También tiene una sección de aguas subterráneas y otra de geología. Sus actividades en materia de desarrollo hidráulico consisten en:

a) El proyecto, la construcción y el financiamiento de las obras de riego medianas y pequeñas, en beneficio de particulares. Estas actividades las realiza a petición de parte interesada o bien cuando, para el cumplimiento de planes regionales de fomento, estima necesario construir obras de regadío. Una vez terminadas, éstas pasan a propiedad de los particulares, que disponen del plazo de tres años para reembolsar su valor. Según se manifestó antes, la CORFO carece de la facultad de que dispone la Dirección de Riego para actuar como autoridad pública e imponer la construcción de obras a quienes no las controlan voluntariamente con ella.

b) Facilitar, mediante el pago de una tarifa, la maquinaria necesaria para la construcción de embalses para el almacenamiento nocturno de aguas, nivelación de terrenos para el riego, etc. Estos servicios los presta no sólo a los particulares sino también a otras instituciones públicas o semifiscales. Es ésta una función muy útil dado el costo de la maquinaria y la imposibilidad de que los particulares puedan asumirlo.

c) La perforación de pozos para el alumbramiento de aguas subterráneas a solicitud y por cuenta de particulares (además, la CORFO hace también estudios generales de las cuencas subterráneas de determinadas regiones).

d) Otorgamiento de créditos a los agricultores (a 3 años plazo) para la construcción de obras o la adquisición de maquinaria. En esta labor compite con el Banco del Estado. Sin embargo, la Corporación cuenta con fondos muy limitados para este efecto.

La Caja de Colonización Agrícola, presidida por el Ministro de Tierras y Colonización, es otra entidad que dispone de autonomía administrativa y financiera. Tiene por finalidad promover la parcelación y venta de las tierras públicas y de otras que adquiera o expropie a particulares con igual fin. Su principal modus operandi consiste en adquirir tierras sin riego, dotarlas de él y luego venderlas. La inflación ha restringido su capacidad financiera.

En relación con el aprovechamiento agrícola del agua, la ENDESA ha procurado estimular el empleo de las aguas subterráneas, y también

/superficiales, mediante

superficiales, mediante bombeo eléctrico. Con este fin ha creado una sección especial destinada a promover entre los agricultores la constitución de cooperativas rurales de electricidad. Estas cooperativas tienen por objeto construir las redes de distribución secundarias y las particulares internas de cada predio. La ENDESA construye las redes y financia en parte su costo, aunque la mayor parte de éste es financiada por el Banco del Estado. La CORFO construye y financia los pozos y las bombas. Ninguno de estos créditos se otorga a más de tres años, término demasiado breve para inversiones de esta clase.

El Banco del Estado, que preside el Ministro de Hacienda, concede crédito para fomento agrícola. En su programa crediticio se establecen los siguientes créditos que, directa o indirectamente, dicen relación con el desarrollo hidráulico: créditos para electrificación rural, especialmente para riego por bombeo. El Banco facilita hasta el 75 por ciento del costo de la mano de obra, a tres años plazo y 12 por ciento de interés;[9/] créditos para riego mecánico (bombeo de aguas superficiales o subterráneas). El Banco facilita hasta el 70 por ciento del valor de las obras (excepto la maquinaria) en las mismas condiciones anteriores; créditos para la construcción de canales de riego, embalses para almacenamiento nocturno de aguas, e instalación de maquinaria de bombeo en la zona que abarca el Plan Chillán, presta hasta el 100 por ciento de su valor amortizándose a razón de 20 por ciento el primer año, 30 por ciento el segundo y 50 por ciento el tercero, al 12 por ciento de interés anual; y créditos para nivelación de terrenos para mejorar los sistemas de riego; presta hasta 10 000 pesos por cuadra (15 625 m^2). Sin embargo, si las obras son ejecutadas por la CORFO, el Banco facilita hasta el 70 por ciento de su valor. En ambos casos, los préstamos se amortizan a tres años y al 12 por ciento de interés.[10/]

Todos estos préstamos no se discriminan de los demás tipos de créditos del Banco, de modo que no es posible estimar cuantitativamente la acción del Banco en este sentido. Las actividades crediticias de la CORFO y de la Caja de Colonización no se coordinan con las del Banco. La Caja sólo concede préstamos a sus propios compradores; en cambio las actividades crediticias de la CORFO compiten con las del Banco. En realidad, la política crediticia de la primera es más liberal que la de este último.

9/ 1957.
10/ 1957.

/iii) Sector

iii) Sector privado. El papel de los regantes en la administración de las aguas de dominio público es muy importante. Cada cauce natural es administrado por una Junta de Vigilancia de Ríos, asociación civil reglamentada por la ley en la que participan las Asociaciones de Canalistas, las Comunidades de Aguas; y cuando los hay, los regantes que toman sus aguas directamente de un cauce público. Tratándose de ríos muy extensos, donde las características geográficas permiten o imponen una subdivisión, existen subdivisiones por sectores, con una Junta para cada uno de ellos. (El río Aconcagua tiene 4, el Cachapoal 3). Existen también muchos cursos de agua que en realidad carecen de Juntas.

La función de cada Junta consiste en administrar el río mismo y designa a un ingeniero para repartir sus aguas entre los canales derivados. Las aguas se entregan a las Asociaciones de Canalistas y a las Comunidades de Regantes en las respectivas bocatomas. Las Juntas no tienen ingerencia alguna en el régimen interno de estas Asociaciones y Comunidades pues su jurisdicción termina en las bocatomas de los canales. Les corresponden sí los trabajos de conservación del cauce de los ríos, de toda obra provisional y el funcionamiento de las grandes obras hidráulicas una vez que les han sido transferidas por la Dirección de Riego. No tienen autoridad para obligar a sus miembros a realizar trabajos de mejoramiento aguas abajo de las bocatomas, y aun cuando podrían hacerlo (inciso primero del art. 3 del Código de Aguas), en la práctica no lo hacen por carecer de medios financieros.

Las Juntas se constituyen con intervención judicial, a solicitud de parte interesada o de la Dirección de Riego; sus estatutos deben ser aprobados por el Presidente de la República.

Los derechos de aguas ejercen un influjo predominante en la administración de las Juntas, ya que cada acción dispone de un voto, sin limitación del número de votos por miembro. Se elige un Directorio de 3 a 11 miembros. El Directorio es juez, con calidad de árbitro arbitrador, de los conflictos sobre aguas entre los miembros de la Junta, siendo posible apelar de sus decisiones ante los tribunales ordinarios de justicia. Así, pues, los regantes disponen de un tribunal especial, y la administración pública no tiene atribución alguna en este campo. El

/Directorio también

Directorio también puede declarar el estado de "escasez de agua", durante el cual ésta se distribuye en forma rotativa, y también puede solicitar del Presidente de la República que declare el "agotamiento" del curso, obtenido lo cual no pueden concederse nuevas mercedes en él. Por último, el Directorio debe llevar el catastro de los derechos de agua.

Los gastos de las Juntas son de cargo de sus miembros, a prorrata de sus respectivos derechos. Generalmente son pequeños. El Directorio fija las cuotas que deben pagarse anualmente y puede privar del uso de las aguas a los miembros que no paguen sus cuotas o den a las aguas un uso ilícito.

En cuanto a las Asociaciones de Canalistas, algunas de ellas tienen más de siglo y medio de existencia. La Ley N° 2139, de 1908, les dio existencia legal, que fue confirmada por el Código de Aguas en 1951. Pueden crearse por acuerdo unánime de todos los interesados, o a solicitud de algunos de ellos o de la Dirección de Riego, pero en estos dos últimos casos, con intervención judicial. En todos los casos, el Presidente de la República debe aprobar sus estatutos y autorizar su funcionamiento, previo informe de la Dirección de Riego. Son sociedades civiles reglamentadas por ley.

Las Asociaciones están formadas por todas las personas (accionistas) que riegan con aguas de un mismo cauce artificial. Su constitución es obligatoria sólo en limitados casos. En los demás es voluntaria y no existiendo acuerdo, debe aplicarse el régimen de las Comunidades de Agua.

Todos los miembros de una Asociación eligen un Directorio que dispone de las mismas atribuciones financieras y judiciales que el Directorio de las Juntas de Vigilancia. Incumbe a las Asociaciones distribuir las aguas entre sus accionistas y hacer los trabajos de conservación que estime necesarios. También pueden contratar con terceros el aprovechamiento de sus aguas para producir hidroelectricidad, o vender las arenas del lecho de sus canales. Las rentas percibidas contribuyen a costear los gastos que origina el riego. En el caso del Canal del Maipo, esos ingresos cubren alrededor del 60 por ciento de los gastos de su presupuesto total. Los canales son copropiedad de los accionistas y no de las Asociaciones. Estas poseen sin embargo capacidad para contraer préstamos y dar en

/garantía sus

garantía sus créditos contra sus accionistas.

Existe una asociación civil, la Confederación de Canalistas de Chile, que agrupa a 17 Juntas de Vigilancia y 80 Asociaciones de Canalistas. Es muy poderosa y pone de manifiesto el papel preponderante de la actividad privada en la administración de las aguas públicas del país.

Cuando no se crea una Asociación de Canalistas, se forma por sólo ministerio de la ley una Comunidad de Aguas. La principal diferencia que la distingue de la Asociación es que carece de personalidad jurídica, de donde resulta que carece de capacidad contractual.

iv) Aspectos legales. La autorización de las mercedes tiene dos fases: la merced provisional y la merced definitiva. Las mercedes provisionales se conceden exclusivamente con el objeto de preparar los planes y estudios detallados para las obras, dentro de los plazos prescritos. Las mercedes se otorgan siguiendo el orden cronológico en que han sido presentadas las solicitudes. Una vez aprobados los planes, el Presidente de la República fija los plazos dentro de los cuales deben ejecutarse las obras, cuya aprobación importa la concesión definitiva. Si no se aprovecha una merced en un lapso de cinco años, queda nula, aunque el concesionario puede apelar. Esta medida tiene por objeto evitar la especulación con las mercedes.

Aunque el informe de la Comisión de Carreteras y Obras Públicas de la Cámara de Diputados (agosto de 1956) acerca del proyecto de una Corporación Nacional de Riego sugiere muchas reformas importantes a la ley 9662, mantiene el concepto de "dominio" sobre las aguas de parte de los titulares de las mercedes, lo que significa un debilitamiento de la facultad de la administración pública para imponer un mejor aprovechamiento de las aguas. Si bien este principio pudo haber sido de utilidad en un comienzo para estimular la iniciativa particular, el progreso futuro del riego en condiciones de presión demográfica y demanda creciente de alimentos a las que habrá que hacer frente con recursos limitados, significa que las autoridades tienen el derecho y los usuarios el deber de adoptar un régimen legal que permita aprovechar las aguas en forma más eficiente. Sugerimos con insistencia la necesidad de una reforma legislativa con el fin de autorizar a la Dirección de Riego a imponer medidas del tipo indicado.

/c) Hidroelectricidad

c) Hidroelectricidad

i) Sistema institucional. Contrariamente a lo que acontece en el caso del riego, en la administración de las aguas destinadas a la producción de hidroelectricidad no prodomina la influencia del sector privado, sino la de los sectores público y semifiscal. Del aprovechamiento de las aguas en la producción de energía hidroeléctrica conocen dos servicios gubernamentales. Las mercedes de aguas destinadas a este fin han de tramitarse por conducto de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, que centraliza todas las solicitudes al respecto y acerca de las cuales se pronuncia en última instancia el Presidente de la República. Las tarifas y la eficiencia y continuidad de los servicios son de la competencia de la Dirección de los Servicios Eléctricos y Gas del Ministerio del Interior.

No existe monopolio legal de producción; compiten en este campo tanto compañías privadas, como pequeñas empresas municipales, la Dirección de Servicios Eléctricos y la ENDESA. Sin embargo, desde 1945 se ha creado un monopolio de hecho en favor de la ENDESA en lo que respecta al aumento de la capacidad de producción a causa del sistema de tarifas, que hace que las inversiones privadas en este sector resulten totalmente desprovistas de interés. La ENDESA dispone actualmente del 60 por ciento de la capacidad hidroeléctrica instalada.

De ahí que la actividad privada haya quedado limitada a mantener en servicio las instalaciones generadoras establecidas en virtud de concesiones obtenidas con anterioridad a la creación de la ENDESA; la instalación por las grandes compañías industriales y mineras de sus propios servicios de producción de energía hidroeléctrica; y a comprar la energía producida por la ENDESA para revenderla al público.

Los particulares que deseen utilizar el agua para generar hidroelectricidad también deben obtener una merced a través de la Dirección de Riego, pero la intervención de la Dirección de Servicios Eléctricos disminuye y queda limitada a la policía de seguridad de las instalaciones. Cuando las compañías que generan su propia electricidad venden más del 20 por ciento de su producción, son calificadas como servicio público y sometidas en consecuencia al régimen que rige al efecto.

/Las concesiones

Las concesiones otorgadas antes de 1931, cuando se aprobó la Ley de Servicios Eléctricos, no quedaron sujetas a inscripción obligatoria, y escapan así tanto al control de la Dirección de Servicios Eléctricos como al de la Dirección de Riego.

Salvo en lo que respecta a la policía de seguridad, la producción de hidroelectricidad escapa a la fiscalización gubernativa y puede ser contratada directamente entre los concesionarios. Los titulares de derechos de agua para riego, por ejemplo, pueden vender ese elemento para destinarlo a la producción de energía eléctrica suguiendo el principio de que los titulares de una merced de agua pueden usar este elemento del modo que deseen. Reafirmando este criterio, la misma ley fija una regalía de 0.005 pesos por kWh que los productores de hidroelectricidad han de pagar a los dueños de las aguas para el caso de que nada se hubiere establecido al respecto en el contrato. En algunos casos, esta disposición significa una importante fuente de ingresos para los canalistas.

ii) Dirección de Servicios Eléctricos. La Dirección, que además del eléctrico tiene a su cargo los servicios de gas, teléfonos y telecomunicaciones, parece haber sido concebida para una política general de energía. Mas el hecho de depender de un ministerio político no le permite disponer de las técnicas necesarias para llenar cumplidamente estas funciones. La Dirección, verbigracia, tiene facultad para asumir la administración de las compañías de electricidad privadas, con lo que se convierte en productor y vendedor de energía eléctrica. Fuera de esta función administrativa, la Dirección lleva a cabo actividades productoras y distributivas en 13 lugares. Esta labor podría desempeñarla mejor la ENDESA.

Las atribuciones de la Dirección pueden resumirse como sigue:

a) Jurisdiccionales: actúa como juez en los conflictos que surjan entre los concesionarios, o entre éstos y los usuarios.

b) Policía de seguridad: puede reglamentar las instalaciones de los concesionarios y también las de los servicios privados.

c) Concesión de las mercedes y fiscalización de su funcionamiento: estas facultades comprenden la fijación de normas de contabilidad, el examen de los balances, el control del capital originalmente invertido y los aumentos posteriores, en orden a la fijación de tarifas, la

/autorización de

autorización de las nuevas inversiones, la política de tarifas y su fijación provisional mientras se pronuncia el Presidente de la República, y la protección de los consumidores y usuarios contra abusos de los concesionarios.

d) Imposición de servidumbres administrativas en interés del servicio eléctrico público.

e) Reservas de aguas para la producción de hidroelectricidad. El agua puede ser reservada para la producción de hidroelectricidad por el Presidente de la República previo informe de la Dirección. Esta medida priva a los particulares del derecho a obtener mercedes sobre las aguas reservadas.

f) Prestación directa de servicios. En caso de deficiencias administrativas de parte de las empresas concesionarias, la Dirección puede asumir o intervenir su administración. Esta posibilidad rige también para los servicios municipales.

Regulación de las tarifas. El régimen de tarifas, controlado por la Dirección, consiste en el derecho de los concesionarios a tarifas que les permitan una utilidad no inferior al 10 por ciento de su capital invertido ni superior al 15. Las tarifas que estén por debajo o por encima de esos límites han de ser revisadas. Mas para que las tarifas puedan ser revisadas es necesario que dichos límites hayan sido quebrantados durante tres años consecutivos. Además, la revaluación del activo sólo se autoriza cada cinco años. En un período de inflación, estos plazos de reajuste lesionan en forma particular los intereses de las empresas eléctricas. Tanto la ENDESA como las compañías privadas los han criticado públicamente.

Otra objeción se refiere al actual sistema tributario: la venta de energía hidráulica está directamente gravada con una tasa del 15 por ciento del precio nominal e indirectamente con otra de 1.5 por ciento (lo que hace un total de 16.5 por ciento), en tanto que otros consumos - como los suntuarios - se encuentran menos gravados. Ambos factores merman las utilidades de las empresas de electricidad, o aun ocasionan pérdidas que quitan todo interés a nuevas inversiones privadas en este sector.

La Comisión de Gobierno Interior de la Cámara de Diputados se ha ocupado de este problema y en agosto de 1957 aprobó una resolución por la cual propone modificar la actual Ley de Servicios Eléctricos y el contrato con la Compañía Chilena de Electricidad. He aquí las principales modificaciones propuestas:

/a) Las tarifas

a) Las tarifas se ajustarían anualmente y no cada tres años.

b) Se da más agilidad a la revaluación del activo, permitiendo incluso la revaluación automática según los índices oficiales de los precios de artículos de primera necesidad al por mayor;

c) La creación de una Comisión de Tarifas, que dispondría de las facultades que la ley confiere actualmente al Presidente de la República, y que estaría formada por representantes de los sectores público y privado.

También propone la comisión cobrar tarifas especiales para riego mecánico entre septiembre y abril, tarifas que serían inferiores a las que rigen para la industria.

iii) Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA). Aun cuando su capital en acciones pertenece casi totalmente al Gobierno, la ENDESA es una corporación independiente creada en 1943 bajo la legislación mercantil común.

Se previó en un comienzo la posibilidad de que los consumidores suscribieran una parte sustancial de su capital. Sin embargo, esto no ocurrió y la CORFO y otras instituciones semifiscales hubieron de suscribir 99.9 por ciento de su capital, controlando totalmente la Empresa pues designan la totalidad de sus once directores. De este modo, la ENDESA es virtualmente una empresa de Estado, pero con gran autonomía y que escapa al régimen legal y contable de la administración pública. La ENDESA ha concentrado sus actividades principalmente en la generación de hidroelectricidad, dejando por lo general la distribución a las empresas privadas.

iv) Compañía Chilena de Electricidad. Es ésta la principal compañía privada de Chile y pertenece a capitales extranjeros. Siete de los once miembros de su Directorio deben ser chilenos, incluyendo el Presidente. Prácticamente satisface todo el suministro público de electricidad de la provincia de Santiago, Aconcagua y parte de Valparaíso y goza de una legislación especial para sus mercedes de aguas en los ríos Maipo y Aconcagua, que ascienden a cerca de 140 m^3/seg. Estas mercedes se encuentran sujetas a la fiscalización de la Dirección de Servicios Eléctricos y pueden declararse nulas por falta de aprovechamiento efectivo. Si bien la mayor parte de la energía que produce la Compañía es térmica, también distribuye la energía hidráulica que compra a la ENDESA.

Con arreglo al convenio suscrito por la Compañía y el gobierno en

/1935 (Acuerdo

1935 (Acuerdo Rose-Calder), aquélla reconoció el interés del Estado, pasando a integrar el Directorio cuatro representantes gubernamentales. El gobierno adquirió asimismo dos tercios del excedente disponible para dividendos una vez pagado el 5 por ciento del dividendo básico de las acciones ordinarias. La mitad de estas utilidades debe destinarse a rebajar las tarifas en beneficio de los consumidores. La otra mitad incrementa el capital del Estado en la Compañía.

La resolución de la Comisión de Gobierno de la Cámara de Diputados relativa a la revisión de la Ley de Servicios Eléctricos sugiere también la aprobación del nuevo acuerdo suscrito en 1956 entre la Compañía y el gobierno, acuerdo cuyas principales estipulaciones son las siguientes:

a) La confirmación de todas las concesiones de que goza la Compañía y que haya utilizado efectivamente a la fecha y hasta el término de expiración, esto es en 2021.

b) La sujeción de la Compañía a la legislación general actual y futura, eliminándose el régimen especial de que goza.

c) Liquidación de la participación atribuída al Fisco por el Convenio Rose-Calder. El Fisco recibiría la mitad en acciones ordinarias y la otra mitad, en bonos en dólares que devengarían 6 por ciento de interés anual.

d) El compromiso de la Compañía a invertir 31 millones de dólares en nuevas obras con una potencia instalada de 120 000 kW para satisfacer el déficit de electricidad en la zona que sirve.

e) La fijación del capital de la Compañía en 74 millones de dólares.

v) Aspectos legales. Algunas legislaciones de otros países han distinguido entre la propiedad de las aguas y la de su "pendiente", con la posibilidad de conceder mercedes a una persona para su explotación en la producción de energía y a otra, para su explotación con otros fines. La legislación chilena no admite explícitamente este principio pero lo consagra de modo implícito cuando exige, por ejemplo, que al concederse una merced para la producción de hidroelectricidad se notifique al "dueño" de las aguas.

Las concesiones para producir, transportar y vender energía sólo pueden otorgarse a chilenos o sociedades constituídas en Chile. Por lo menos 75 por ciento del personal debe ser chileno. Para vender electricidad fuera del país se requiere autorización por ley.

/Todas las

Todas las concesiones se otorgan bajo la condición de que las obras necesarias se construyan dentro de un plazo determinado. Por lo menos un tercio de las obras debe construirse antes de empezar a gozar de la merced y el resto, dentro del primer tercio del plazo de la concesión.

La ley distingue entre mercedes provisionales y mercedes definitivas, siendo las primeras el trámite preliminar para la constitución de las segundas.

Las mercedes provisionales autorizan para realizar los estudios y planos detallados de las obras. Se conceden sin exclusividad por un plazo máximo de dos años, dentro del cual deben presentarse los proyectos definitivos. Por cierto, la falta de exclusividad desanima a los posibles inversionistas. El otorgamiento de la merced provisional debe ser precedido de publicidad, de la audiencia de los "dueños" de las aguas, las demás partes eventualmente interesadas y de los propietarios de los terrenos en que habrán de construirse las obras.

La merced definitiva la concede el Presidente de la República mediante un decreto previo trámite ante la Dirección de Servicios Eléctricos sobre las obras y el régimen de tarifas, y ante la Dirección de Riego, en lo relacionado al empleo de aguas públicas.

El decreto de merced debe fijar los detalles de las obras, su ubicación y las tarifas. Debe indicar asimismo el período dentro del cual ha de ejecutarse totalmente el proyecto y la zona mínima que el concesionario debe empezar sirviendo.

Pero, fuera del decreto del Presidente, la ley sujeta al titular de una merced a varias obligaciones, cuyo alcance le es difícil prever, como son las siguientes. El Gobierno puede, al cabo de un período no inferior a diez años, modificar las zonas originales que debía atender el concesionario; obligar al concesionario a servir nuevas zonas si le garantiza, durante los tres primeros años, un consumo anual mínimo equivalente al 50 por ciento de las inversiones necesarias para llevar a cabo la ampliación solicitada; y a canalizar subterráneamente la red distribuidora en las zonas urbanas siempre que el costo de las obras no exceda del doble de las entradas percibidas el año anterior con la red aérea.

/Existen dos

Existen dos clases de mercedes definitivas; la una para servicio público y la otra para servicio privado. Ambas están sujetas a regímenes impositivos diferentes y se conceden por plazos también diferentes. Las primeras se conceden por un mínimo de 30 años y un máximo de 90, al término de los cuales pueden ser prorrogados por 30 años más, pero incorporando como socio al Gobierno en la medida en que el capital inicial haya sido amortizado. Las mercedes de servicio privado se otorgan por un plazo indefinido, pero no mayor de 50 años y subsisten mientras dure la actividad industrial para la cual fue dada.

Las mercedes pueden terminar por: a) expiración del plazo; b) incumplimiento de sus obligaciones por el concesionario; c) ejecución inoportuna de los trabajos; y d) expropiación, autorizada por ley. Si la expropiación se consuma durante los primeros 20 años de vigencia de la concesión, el concesionario debe ser reembolsado de todo el capital invertido, más una indemnización del 20 por ciento de dicho valor.

d) Modificaciones legales sugeridas. Pueden sugerirse las siguientes reformas de la legislación hidroeléctrica:

i) Hacer una clara distinción entre la propiedad de las aguas y la de su pendiente, de modo a separar totalmente las concesiones para hidroelectricidad y las mercedes para otros usos.

ii) Eliminar la contribución que el concesionario de una merced para hidroelectricidad debe pagar al concesionario preexistente titular de mercedes para otros usos.

iii) Eliminar las obligaciones que no pueden ser previstas por los solicitantes de mercedes, y que pueden debilitar su interés ante la eventualidad de tener que afrontar fuertes obligaciones financieras difíciles de prever.

iv) Dar a las "concesiones provisionales" el carácter de exclusivas con el fin de estimular este tipo de inversiones.

v) Revaluar el activo de las empresas sin plazos fijos a fin de tener en cuenta las fluctuaciones del valor de la moneda.

vi) Obligar a la inscripción de todas las mercedes para hidroelectricidad en uso, cualquiera que sea la fecha de su otorgamiento, y al suministro por el titular de toda la información estadística que el gobierno necesita.

/vii) En

vii) En una etapa ulterior, suprimir los requisitos legales para vender electricidad fuera del país.

e) Usos industriales

Pese a la importancia cada vez mayor del agua en la industria, no existe en Chile un organismo gubernativo específicamente encargado de este problema. La Dirección de Riego interviene en la concesión de las mercedes de agua cualesquiera que sean los usos a que se las destine, mas no le corresponde formular una política específica en este campo. Más adelante se estudia el problema de la contaminación de las aguas por sus usos industriales.

El Código de Aguas otorga preferencia al uso agrícola y doméstico sobre el industrial. Consagra explícitamente esta prelación el art. 49 cuando previene que el uso de las aguas para fines industriales debe hacerse de manera que no perjudique los riegos. Semejante orden fijo de prelación no siempre se justifica económicamente. El problema examínase en detalle en el capítulo IV. Con arreglo al art. 46, los concesionarios de mercedes para usos industriales están obligados a restituir las mismas cantidades de agua, lo que es imposible en el caso de usos industriales consuntivos de este elemento; y luego el art. 47 los obliga además a preservar la calidad del mismo, lo que tampoco puede recomendarse respecto de ciertos usos industriales, como la industria del papel y la celulosa.

La legislación minera abarca usos de agua que por su naturaleza son industriales. En la ley de la Corporación de Ventas de Salitre y Yodo, defínese al "salitre" como las sales de nitrato de sodio derivadas del tratamiento de aguas termales. El Código de Aguas no se ha referido a los usos industriales de esta clase de aguas, limitándose a reglar su empleo medicinal.

El Código de Minas da a los propietarios ribereños de un lago o un río el derecho a utilizar sus aguas en la explotación de salinas artificiales. Esta solución discuerda con el principio general de que los lagos y ríos (navegables por buques de más de cien toneladas) son "bienes nacionales de uso público". También establece ese Código que las aguas alumbradas en una mina pertenecen a la mina y no al propietario de la

/superficie. Esta

superficie. Esta norma tiene por objeto estimular a la industria minera y concuerda con el principio según el cual la propiedad de las minas es distinta de la del suelo superficial.

El Código de Aguas sujeta a sus normas la constitución y ejercicio de las servidumbres de aguas en interés de las minas. Esta uniformidad de tratamiento es conveniente. En cambio, las aguas con alto contenido de minerales deberían caer bajo el régimen de la legislación minera.

f) Transporte fluvial y lacustre

El Gobierno no ha manifestado hasta ahora gran interés por esta materia, como que las disposiciones de la Ley de Bosques y de flotación fluvial no se han cumplido. Tienen competencia en esta materia tres organismos, sin ninguna coordinación entre sí:

- La Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Economía, que tiene a su cargo la preparación de los trabajos en ríos y lagos y su mantenimiento, pero que ha concentrado su actividad sólo en los sectores cercanos al mar.
- La Dirección del Litoral, de la Subsecretaría de Marina del Ministerio de Defensa Nacional, que tiene a su cargo la seguridad de la navegación, incluyendo la lacustre.
- El Departamento de Transporte Marítimo, Fluvial y Lacustre del Ministerio de Economía, que tiene a su cargo el fomento de la navegación interior.

En la región de los lagos, existen lugares donde el único medio de transporte posible para personas y mercancías es la navegación. Anualmente se otorgan pequeños subsidios para esta actividad.

La ley proteje la navegación contra el entorpecimiento que significan los ferrocarriles o caminos que crucen los ríos. Cuando el Presidente de la República califica a un río o lago de navegable o flotable, puede imponerse a los propietarios ribereños la servidumbre de sirga.

La navegación se encuentra sujeta a una merced del Presidente de la República, tramitada por conducto de la Dirección de Riego, al igual que

/en el

en el caso de los demás usos que pueden hacerse de las aguas. Sin embargo, en la práctica jamás se ha presentado una solicitud para una merced de esta naturaleza. En el hecho, varias disposiciones importantes de la Ley de Bosques no se han cumplido por falta quizá de un organismo administrativo encargado de preocuparse de ello. Estas disposiciones, por ejemplo, autorizan al Presidente de la República para tomar las siguientes medidas:

i) Habilitar ríos flotables y navegables, declarándolos tales, y ordenar la construcción de las obras necesarias para dejarlos expeditos.

ii) Construir puertos fluviales madereros.

iii) Pagar el 60 por ciento de estos trabajos con fondos públicos. Los particulares interesados pueden constituir "Comunidades de transporte", para juntar el 40 por ciento restante.

Parece importante establecer con claridad cuál es la autoridad administrativa competente para conocer de la autorización de navegación y para decidir eventuales conflictos entre ésta y otros usos de las mismas aguas.

g) Legislación sobre efectos nocivos de las aguas

i) Crecientes y avenidas. El organismo que tiene a su cargo esta función es la Dirección de Obras Sanitarias. Sin embargo, hubiera sido más apropiado asignar esta responsabilidad a la Dirección de Riego, a la que en parte competen las funciones de velar por la limpieza y regulación de los ríos y vertientes, y de fiscalizar los caudales de los canales de riego a fin de prevenir los daños ocasionados por las avenidas.

Si estas obras no son financiadas con fondos públicos, la Dirección de Obras Sanitarias tiene competencia para aprobarlas y fiscalizarlas.

También se ha establecido un fondo especial de 100 millones de pesos para esta clase de obras, fondo que se incrementa con la amortización y los intereses pagados por los beneficiarios. Las condiciones de reembolso varían: los propietarios de predios urbanos reembolsan 20 por ciento, los de predios rústicos 35 por ciento, los pequeños agricultores 20 por ciento, y los beneficiarios de trabajos en las bocatomas de canales, limpieza y regulación, 100 por ciento. No se advierte la razón de estas diferencias.

/Cuando los

Cuando los trabajos incluyen reforestación, ellos quedan a cargo del Departamento de Bosques del Ministerio de Agricultura, aunque se pagan con fondos provistos por la Dirección de Obras Sanitarias.

Tanto el Código Civil como el Código de Aguas aceptan el principio de que la naturaleza distribuye el periculum y el commodum, lo que fuerza a todo propietario a recibir las aguas que naturalmente (y no por el hecho del hombre) entran en su predio, prohibiéndole hacer obras que las desvíen. Este principio impide agravar la situación de los dueños de predios inferiores. Pero, dentro de estos límites, las obras de defensa son permitidas.

La ley distingue entre las crecidas regulares y las extraordinarias. Respecto de las primeras, previene que los terrenos ocupados por las aguas son públicos pero que pueden ser cultivados por los propietarios ribereños durante la menguante. En cuanto a las crecidas extraordinarias, los dueños tienen el plazo de un año para recuperar sus tierras dañadas. Además, los dueños de los terrenos inundados recuperan su propiedad si las aguas se retiran durante los primeros cinco años y en tal caso tienen el derecho, previo permiso de la autoridad competente, a hacer las obras necesarias para volver el río a su antiguo lecho.

Los proyectos de obras de defensa, sean de iniciativa gubernativa o de los particulares, deben notificarse a las partes interesadas y si no son rechazados por el 50 por ciento de éstas, considéranse aceptados y obligan a todos, incluso a participar en su financiamiento.

ii) Avenamiento. El avenamiento y la rehabilitación de tierras para usos agrícolas están a cargo de la Dirección de Riego. Las obras ejecútanse a solicitud de los interesados y son totalmente rembolsadas por ellos. Comprende esta labor la recuperación de los terrenos inundados periódicamente, el avenamiento de las tierras pantanosas y la protección en las bocatomas de los canales con el fin de impedir su destrucción por las crecidas.

La Dirección tiene autoridad para imponer a los canalistas los trabajos de defensa necesarios. Es éste uno de los raros casos en que las leyes chilenas autorizan a la Administración para imponer ciertos trabajos a los usuarios de aguas públicas.

También puede actuar en este aspecto la CORFO, aunque carece de las

/atribuciones de

atribuciones de la Dirección de Riego, de suerte que sólo interviene cuando así lo solicitan todos los interesados y aceptan éstos el proyecto.

El Código Civil hace extensivas las reglas establecidas por el Código de Aguas para la servidumbre de acueducto a la necesaria para dar salida a los canales de desagüe. Trátase de una servidumbre legal, esto es de aquellas que pueden imponerse aun contra la voluntad del dueño del predio sirviente, previa indemnización.

iii) Erosión. No existe un organismo nacional que se ocupe de este problema, que ha sido abordado con éxito por el Ministerio de Agricultura en el plano regional (Plan Chillán). Indirectamente, esta labor le compete también al Departamento de Bosques de ese mismo Ministerio en cuanto las medidas contra la erosión se basen en la forestación.

También se ocupa del manejo de las aguas y tierras regadas, aunque sólo en el plano regional, el Departamento de Conservación de Tierras y Aguas del mencionado Ministerio, mediante campañas educativas entre los agricultores.

No existe una legislación orgánica en materia de erosión que imponga obligaciones a los particulares, y sólo la forestal se ocupa parcialmente de ella. Una legislación de defensa contra la erosión debería inspirarse en los siguientes principios: a) obligación de forestar y replantar las tierras sitas en las cuencas hidrográficas erosionables; b) prohibición de talar en determinadas franjas a lo largo de los cursos de agua y alrededor de sus cabeceras; c) obligación de emplear métodos de riego y cultivo adecuados allí donde las pendientes provocan la erosión por las aguas de riego.

Los dos primeros principios están parcialmente tratados en la legislación forestal existente. La Ley de Bosques (Decreto-Ley N° 4363, de 30 de junio de 1931) concede exoneraciones de impuestos (impuesto a la renta, impuesto sucesorio) por treinta años a los terrenos particulares declarados forestales por el Presidente de la República. La misma Ley estipula además una prima en dinero por hectárea, pero su monto ha resultado inoperante a causa de la desvalorización de la moneda.

Las tierras pueden ser declaradas forestales por una decisión del Presidente de la República si se trata de terrenos fiscales y a pedido del

/dueño si

dueño si se trata de suelos particulares, y aun contra la voluntad de éste en determinados casos, algunos de los cuales se refieren a la conservación de los recursos hidráulicos, a saber: cuando la forestación aumenta la cantidad de agua, sirve para corregir el régimen de los torrentes, o cuando la pendiente de los suelos es tal que se erosionan por la lluvia. Cuando un terreno se delcara forestal, debe ser forestado y explotado en la forma prevista en el reglamento administrativo.

La Ley de Bosques prohibe asimismo talar árboles silvestres en ciertos lugares, sean o no declarados forestales. Dichos lugares son: 400 metros alrededor de los manantiales que brotan en los cerros; 200 metros a ambas riberas de sus afluentes hasta que llegan a la llanura; y 200 metros en los manantiales que broten en llanuras.

Ya se ha indicado que esta Ley de Bosques sólo abarca una parte del problema de la erosión y su cumplimiento deja mucho que desear. No se dispone de suficiente personal administrativo para aplicarla y las penas previstas en caso de violación son demasiado leves.

iv) Contaminación. Existen tres organismos gubernativos que se ocupan de este problema: la Dirección de Obras Sanitarias, el Servicio Nacional de Salud y el Departamento de Defensa Agrícola de la Dirección Nacional de Producción Agrícola y Pesquera del Ministerio de Agricultura.

El Servicio Nacional de Salud tiene a su cargo los problemas derivados de la contaminación de las aguas que se originan en los establecimientos termales y los que interesan a los distritos urbanos como resultado de actividades industriales y mineras. En cuanto al Ministerio de Agricultura, conoce de los problemas de contaminación de aguas que perjudican a la agricultura; analiza los terrenos y el crecimiento de las plantas en las regiones presuntamente inficionadas. Por último, a la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas se le ha asignado la misión de prevenir toda infición, sea en sectores urbanos o en sectores rurales, lo que significa dejar un tanto en la incertidumbre la competencia de los otros dos organismos en la materia. Sería conveniente que la ley definiera claramente la competencia respectiva de los distintos organismos. Para vaciar los residuos industriales en las corrientes de agua requiérese también la autorización del Ministerio de Obras Públicas.

/Los titulares

Los titulares de mercedes de aguas para usos industriales están obligados a devolver el elemento utilizado sin alterar su calidad, ya que de otro modo pueden causar daño a la agricultura. Sin embargo, la contaminación puede provenir de actividades en que no se empleen aguas públicas. Para verter los residuos industriales en cauces naturales o artificiales, la ley exige la autorización previa de la autoridad competente. Se ha establecido una lista de las industrias consideradas peligrosas, ninguna de las cuales puede funcionar ni instalarse sin previa autorización de sus sistemas de depuración.

Fuera de las multas, cuyo monto resulta anacrónico, las municipalidades y los particulares lesionados por una contaminación de las aguas tienen acción para perseguir judicialmente a su autor. Mientras se sustancia el juicio, los jueces pueden decretar la clausura de los establecimientos.

4. Aguas subterráneas

a) Aspectos institucionales

Las aguas subterráneas pueden aprovecharse con varios fines: agrícolas, domésticos e industriales, pareciendo a primera vista que su administración pudiera organizarse en torno a tales usos. Sin embargo, la exploración de fuentes de aguas subterráneas y su evaluación quedan sujetas a trámites comunes para todos los usos. Lo mismo vale para la conservación de estos recursos, lo que entraña medidas tendientes a proteger su calidad y a impedir su agotamiento.

Las disposiciones existentes en materia de exploración y evaluación de aguas subterráneas se han examinado en la Primera Parte de este estudio, habiéndose formulado algunas recomendaciones al respecto. En lo que atañe a su explotación, debe presentarse una solicitud de merced a la Dirección de Riego, solicitud que, debidamente informada, pasa luego al Presidente de la República para los efectos de que éste la conceda. Esta aprobación administrativa concuerda con el Código de Aguas, que dispone que las aguas subterráneas deben concederse al dueño del suelo en cuyas entrañas fueren encontradas. Pero en este caso, la "merced" constituye una verdadera limitación de los derechos del propietario establecida en el interés público.

/En cambio,

En cambio, tratándose de aguas subterráneas existentes bajo terrenos fiscales, la autorización para arpovecharlas que se les da a los particulares por intermedio de la Dirección de Riego sí que constituye una verdadera merced. En ambos casos, la Dirección exige que, una vez practicadas las perforaciones, se le proporcionen informaciones técnicas sobre la estructura del subsuelo, y en la merced misma fija el volumen máximo que pueda extraer el concesionario.

Estos requisitos son insuficientes. En primer término, la información técnica se exige a posteriori, sin inguna inspección durante la construcción de los pozos, siendo que ella sería necesaria para adoptar medidas de protección de las napas freáticas (por ejemplo, aislar las aguas insalubres). En segundo lugar, la información geológica que exigen la Dirección misma y los demás organismos administrativos competentes en materia de aguas subterráneas no es uniforme. Tercero, a menudo el máximo de agua utilizable se fija sobre la base de antecedentes insuficientes que no se revisan con posterioridad. Por último, los demás organismos gubernativos que se dedican a efectuar exploraciones de aguas subterráneas en la práctica a menudo no cumplen las disposiciones del Código de Aguas en cuanto a solicitar un permiso de la Dirección de Riego, lo que se traduce en una dispersión de las informaciones y en una falta de coordinación en sus actividades.

b) Asepctos legales

Al estudiarse el sistema de mercedes, se indicaron los principios que rigen en materia de dominio de las aguas subterráneas. Cabe agregar aquí que el régimen legal de las que yacen bajo terrenos fiscales se ha asimilado virtualmente al de las minas, lo que se explica dada su importancia en las regiones áridas y semiáridas.

El art. 51 del Código de Aguas autoriza a otorgar permisos de exploración para buscar aguas subterráneas en tierras de propiedad fiscal, hasta 5 000 hectáreas y por un plazo máximo de dos años. Quien alumbra el agua tiene derecho a una concesión. Sin embargo, este sistema no funciona en forma satisfactoria debido a que el Código no indica la manera cómo puede el explorador obtener la tierra necesaria para usar esa agua.

Pareciera conveniente exigir al explorador, antes de empezar la

/explotación de

explotación de un pozo y aun tratándose de terrenos de su propiedad, cumplir con los siguientes requisitos: i) someterse a las normas técnicas que le fije la autoridad para evitar la intercomunicación de napas salubres con otras insalubres, o la pérdida de napas potentes en otras de poco caudal; ii) comunicar a las autoridades, durante la perforación, los perfiles geológicos del terreno atravesado.

Por su parte, la Administración no debiera fijar el volumen de agua que va a concederse sin antes completar el estudio de la respectiva hoya subterránea. En todo caso, mientras esos estudios se completen, deberían fijarse volúmenes provisionales sujetos a revisión.

5. Régimen jurídico de las aguas de interés internacional

a) Legislación vigente

La Constitución Política de 1925 no contiene normas específicas sobre esta materia. La ratificación de los tratados internacionales requiere la aprobación previa del Congreso, siendo su discusión, conclusión y firma de la competencia del Presidente de la República. Todo lo relacionado con la ejecución de dichos tratados es de la competencia del Ministerio de Relaciones Exteriores. Esta organización general se aplica a las aguas de interés internacional.

Como a la Dirección de Riego le compete todo lo relativo a la concesión de mercedes sobre aguas de dominio público, también le atañe lo referente a las concesiones sobre las partes de las aguas de interés internacional que pertenecen a Chile. La legislación vigente no ha incluído expresamente los ventisqueros y el hielo continental entre las aguas de dominio público, de donde resulta que pertenecerían a los propietarios de los terrenos en que se encuentran. El Ministerio de Relaciones Exteriores interviene cada vez que surge un problema de su competencia.

b) Tratados y convenciones internacionales suscritos por Chile sobre aguas de interés internacional

i) Chile-Argentina. El Tratado de 23 de julio de 1881 y su Protocolo adicional de 1° de mayo de 1893, al fijar los límites entre ambos países, adoptó en algunos casos la línea divisoria de las aguas. En tales casos, ambos países han rechazado la tesis de un condominio y han establecido su dominio exclusivo sobre las aguas ubicadas dentro de sus respectivos

/territorios una

territorios una vez fijada la línea fronteriza. Tal es la situación especialmente en el caso de los lagos de la Patagonia. Una empresa de navegación, por ejemplo, que deseare establecer un servicio en uno de esos lagos tendría que sujetarse en cada parte de él a las leyes y autoridades del respectivo país, y concertar acuerdos separados con cada uno de ellos. (Véase el mapa 4.)

ii) Chile-Perú. En su Tratado con el Perú, Chile cede a perpetuidad a este país sus derechos sobre los canales de Uchusuma y Mauri, que nacen en territorio chileno, y reconoce en favor del mismo un derecho de servidumbre perpetua.

iii) Chile-Bolivia. El Tratado de 1904 limítase a señalar los ríos que forman o atraviesan la frontera entre ambos países, pero no contiene estipulaciones especiales sobre sus aguas.

iv) Declaración de Montevideo. Chile - al igual que la Argentina, Bolivia y Perú - votó, en 1933, la Declaración de Montevideo sobre Uso Industrial y Agrícola de los Ríos Internacionales, aprobada en la Séptima Conferencia Internacional Americana, y cuyas principales disposiciones pueden resumirse como sigue:

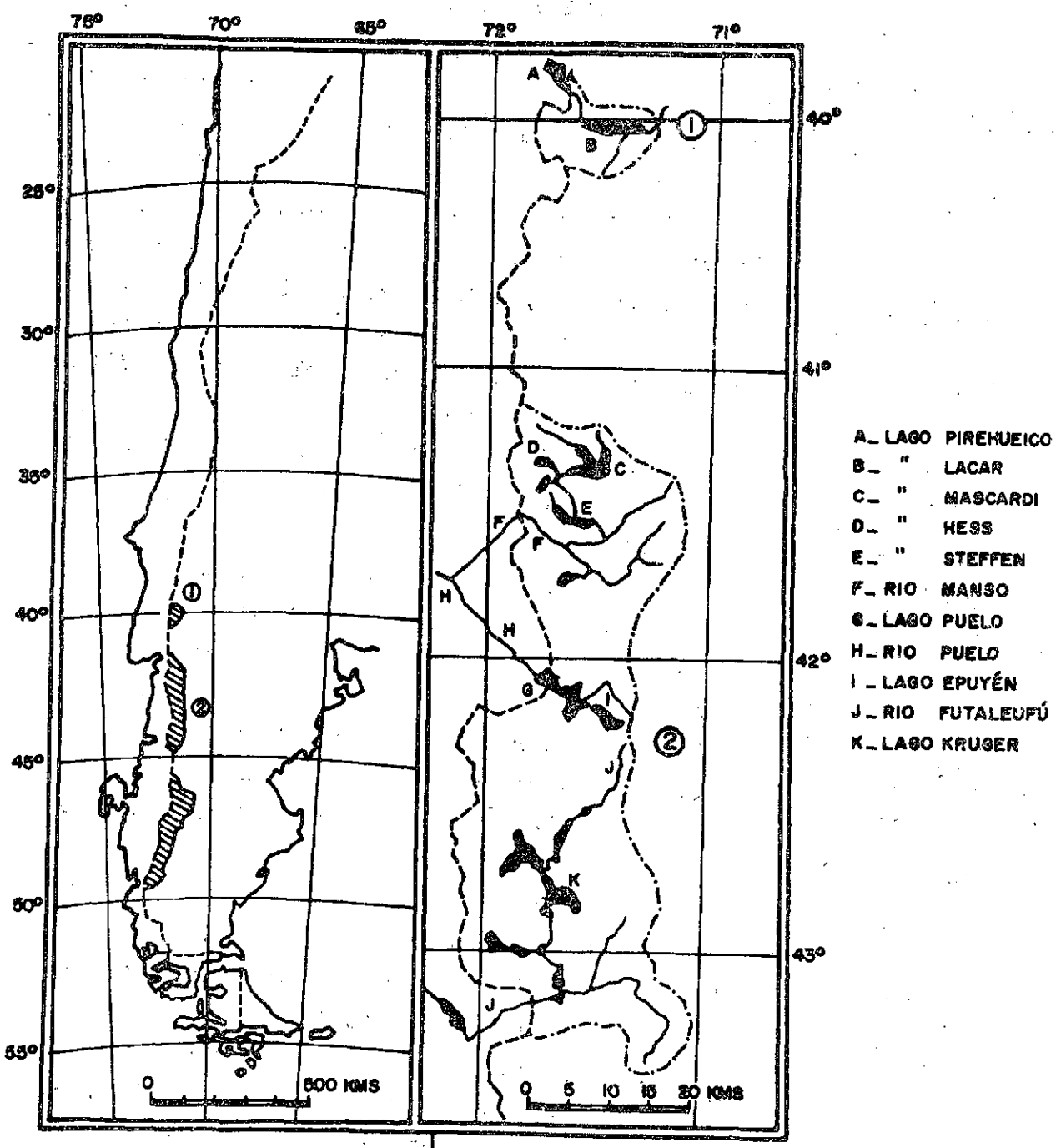
En el caso de los ríos contiguos o limítrofes y de los sucesivos, cada Estado tiene derecho exclusivo al suo de las aguas en la parte que cae bajo su jurisdicción, siempre que su ejercicio no perjudique los derechos de los otros Estados, cuyo consentimiento se requiere si las obras proyectadas pueden interesarlos. La documentación técnica sobre las obras proyectadas ha de presentarse a los demás Estados, los que disponen de tres meses para objetarlas. Si esto ocurre, se designa una Comisión Técnica Mixta que deberá pronunciarse en el plazo de seis meses, recurriéndose a los procedimientos de conciliación o de arbitraje en caso de que no arribase a acuerdo. En todo caso, la navegación tiene preferencia sobre los usos industriales y agrícolas.

Tratándose de ríos sucesivos, el país que desee construir obras para usos industriales o agrícolas que interesen la navegabilidad de los mismos debe informar a los demás Estados interesados.

/Mapa 4

MAPA 4

AGUAS QUE NACEN EN ARGENTINA Y ENTRAN EN CHILE



FUENTE: JUAN F. BÜCHI, OP. CIT.

Capítulo IV

ANALISIS FUNCIONAL DEL USO DEL AGUA

I. AGUA POTABLE

1. Situación actual

En Chile, como en casi todos los países que aún no han alcanzado un alto grado de desarrollo económico, los servicios públicos son incapaces de satisfacer las necesidades de la población. No obstante las crecientes inversiones en obras de agua potable (1.6 por ciento de las inversiones públicas totales en 1940-44, 3.6 por ciento en 1945-49 y 4 por ciento en 1952-56), los servicios existentes atienden sólo alrededor de los dos tercios de las necesidades actuales, medidas por el número de habitantes urbanos abastecidos y por la dotación por habitante urbano. Existen casi un millón de personas en las ciudades y un total de cuatro millones en todo el país que carecen de servicios de agua potable. Esta población se ve obligada a recurrir a las aguas lluvia, a las aguas superficiales y a las aguas subterráneas, con todos los inconvenientes que significa el uso de aguas no tratadas.

Sin embargo, comparada con la de los demás países de la América Latina, la situación de Chile no es desfavorable. Aunque sólo 44.5 por ciento de la población chilena dispone de agua potable, contra el 48.9 por ciento en el resto de los países latinoamericanos, los servicios públicos de estos últimos proveen un agua que no siempre es potable sino a menudo inapropiada y peligrosa, aparte de que debe transportarse a los centros de consumo desde grandes distancias[1/]. (Véase el cuadro IV-1.)

El porcentaje de la población urbana que no cuenta con servicios de agua potable varía según el tamaño de los centros urbanos. Es mayor (63 por ciento) en las pequeñas ciudades, cuya dispersión hace difícil la construcción de los servicios públicos adecuados. Sin embargo, en la mayoría de los centros urbanos, cualquiera que sea su tamaño, carece de agua potable un alto porcentaje de habitantes. En términos generales, la población urbana que no posee servicios de agua potable asciende en promedio a cerca de 20 por ciento. (Véase el cuadro IV-2.)

1/ Organización Mundial de la Salud: Potential expansion for Health Programmes in the Americas through the Pan American Sanitary Organization.

Cuadro IV-1

AMERICA LATINA: POBLACION QUE DISPONE DE SERVICIOS PUBLICOS DE AGUA

País	Total	Población (en millones) Con servicios	Sin servicios	Porcentaje de la población que cuenta con servicios de agua
Argentina	18.5	10.5	8.0	55.6
Brasil	55.7	24.3	31.4	43.6
Chile	7.2	3.2	4.0	44.5
Colombia	12.3	3.6	8.7	29.3
Ecuador	3.7	1.7	2.0	45.8
Perú	9.2	4.7	4.5	51.5
Uruguay	2.7	2.4	0.3	89.3
Venezuela	5.6	3.3	2.3	58.7
Subtotal	114.9	53.7	61.2	46.7
Otros	58.4	30.1	28.3	51.5
Total	173.3	83.8	89.5	48.9

Fuente: Datos básicos tomados del documento de la Organización Mundial de la Salud titulado: Potential expansion for health programmes in the Americas through the Pan American Sanitary Organization, Washington D.C., 1956, salvo en el caso de Chile, las cifras sólo llegan a 1957.

/Cuadro IV-2

Cuadro IV-2

CHILE: POBLACION URBANA QUE CARECE DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE

Centros urbanos	Población (en miles)			Porcentaje de la población urbana que carece de agua potable
	Total	Con agua potable	Sin agua potable	
Más de 100 000 habitantes	2 150	1 857	293	13.5
50 000 a 100 000	325	258	67	20.0
5 000 a 50 000	1 170	967	203	17.5
Menos de 5 000	445	154	281	63.1
Total	4 090	3 236	854	20.8

Ha sido estadísticamente imposible diferenciar con precisión el consumo doméstico de agua potable y el consumo para otros usos. Podrían aventurarse las siguientes cifras medias: consumo doméstico, 40 por ciento; aprovechamiento industrial, 10 por ciento, y servicios públicos, 20 por ciento. No puede precisarse el destino del 30 por ciento restante, aunque probablemente su mayor parte se pierde. Ante la falta de datos precisos, la exposición que sigue se referirá a la demanda de agua potable por habitante sin tener en cuenta el uso específico que de ella se hace.

Esta demanda varía en grado considerable según el clima, los sectores residenciales, la concentración industrial, las zonas verdes, los hábitos de la población, etc. Para satisfacer las necesidades corrientes de la población se requerirían alrededor de 300 litros diarios

/por habitante.

por habitante. En cambio, en los centros urbanos que disponen de servicios de agua potable la dotación media alcanza a sólo 200 litros diarios. O sea, expresadas en volumen, quedaría por satisfacer alrededor de un tercio de las actuales necesidades de agua potable de la población chilena. La forma cómo se distribuye la población urbana según la disponibilidad de agua aparece en el cuadro IV-3, y en el siguiente (cuadro IV-4) indícanse las necesidades de los distintos barrios residenciales de Santiago.

En su mayoría, aunque no exclusivamente, las ciudades que están por debajo del promedio se encuentran situadas en el norte del país. Antofagasta dispone de 90 litros diarios por habitante; Tocopilla, Linares y Osorno gozan de una dotación de 110, 140 y 150 litros respectivamente.

En otras ciudades, el servicio de agua potable resiéntese por falta de regularidad. En Valparaíso, verbigracia, la principal fuente de abastecimiento (lago Peñuelas) se ve grandemente mermada durante los años secos, quedando a veces la ciudad con sólo un tercio de su dotación normal.

La escasez de agua potable crea serios problemas sanitarios. Una de las principales causas de la mortalidad infantil es la enteritis (forma de diarrea). Esta enfermedad, que se contrae principalmente al beber aguas infectadas, fue la causa de la muerte de 3 300 niños en 1952, proporción relativa 9 veces superior a la de los Estados Unidos. La bebida de aguas inficionadas también contribuye a difundir las enfermedades contagiosas.

2. Demanda y abastecimiento futuros

a) Cuadro general

Es probable que la demanda futura de agua potable para los distintos usos aumente rápidamente en función del crecimiento de la población, la que puede presumirse que seguirá aumentando durante los quince próximos años con la tasa actual de 2.2 por ciento anual. Con un nivel casi estacionario de la población rural, la urbana - según ya se ha indicado - podría crecer a razón de 3.5 por ciento anual, hasta alcanzar la cifra de 7 millones más o menos en 1970-75. Por supuesto, este crecimiento de la población urbana no será uniforme. Así, por ejemplo, es probable

/Cuadro IV-3

Cuadro IV-3

CHILE: DISTRIBUCION DE LA POBLACION URBANA SEGUN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE POR HABITANTE

Disponibilidad (litros diarios por habitante urbano)	Habitantes (miles)	Porcentajes
Con 301 o más	1 680	41.0
201 - 300	1 030	25.2
101 - 200	850	20.8
100 y menos	530	13.0
Disponibilidad media: 200 litros diarios por habitante urbano		

Cuadro IV-4

CHILE: NECESIDADES DE AGUA POTABLE EN DISTINTOS SECTORES DE SANTIAGO

Edificios de departamentos con calefacción y aire acondicionado	1 700 l día - hora
Sectores industriales	600
Barrios residenciales de casas aisladas con jardines	550
Zonas de manzanas	500
Barrios residenciales de obreros	400
Casas suburbanas aisladas	250

/que la tasa

que la tasa de La Serena sea menor y la de Concepción, mayor.

Fuera del factor demográfico, también es probable que se incremente la demanda por habitante. Si bien no es posible medir la elasticidad, tal aumento puede imputarse en términos generales al efecto de los ingresos, que puede revistir las formas de más instalaciones de calefacción central y aire acondicionado, mejores jardines, casas más confortables para obreros, etc. Puede suponerse que hacia fines del presente siglo la demanda de agua para consumo doméstico por habitante se duplicará. En cuanto a la tasa de incremento de la demanda de agua potable para usos industriales durante los próximos quince años, es probable que sea un tanto menor, al paso que el aumento del consumo hidráulico en usos públicos sea mayor como resultado del progreso urbano. En resumen, las autoridades chilenas consideran que la dotación media por habitante urbano se elevaría desde 200 litros diarios a 350 litros en 1970-75. Este promedio encubre grandes diferencias de dotación de los distintos centros urbanos; para tomar los dos casos extremos, recordemos que la de Tocopilla, en el norte, se ha calculado en 230 litros y la de Santiago, en 440.

En el supuesto de que la población urbana alcance a 7 millones de habitantes en 1970-75 y que cada habitante reciba una dotación media diaria de 350 litros, el consumo anual de agua potable ascendería a cerca de 900 millones de metros cúbicos, lo que contrasta con las actuales instalaciones, las que suministran alrededor de 300 millones. O sea, para satisfacer la demanda urbana prevista habría que triplicar en cifras redondas la capacidad de las instalaciones.

b) Situación por regiones

Si el capital es escaso en todas las regiones, algunas de éstas, como el Norte Grande, sufren además escasez de recursos hidráulicos naturales. Las dotaciones actual y proyectada para el norte (Norte Grande y Norte Chico) son inferiores a las de las demás regiones. Se ha tratado de calcular para cada región lo que será la demanda urbana de agua en el curso de los próximos quince años, hasta 1973, y, sobre la base de las obras en construcción, dar una idea acerca de las obras complementarias que habría necesidad de construir. Aun cuando las estimaciones envuelven

/necesariamente cierto

necesariamente cierto margen de error, por cuanto, ante la falta de mejores proyecciones específicas, se ha aplicado uniformemente a todos los centros urbanos la tasa media de crecimiento demográfico de 3.5 por ciento, el cuadro general así obtenido puede darnos una idea aproximada de los problemas de agua potable por centros urbanos y por regiones.

i) Norte Grande. La escasez general de recursos hidráulicos en todo el Norte Grande crea difíciles problemas en el abastecimiento de agua potable de las poblaciones. La ciudad de Antofagasta (67 000 habitantes) debe ser abastecida mediante un sistema de cañerías para llevar el líquido desde la Cordillera de los Andes, a una distancia de 350 kilómetros. Esto hace que el costo de las instalaciones sea altísimo y provoque períodos de gran escasez alternados con otros de exceso de abastecimiento, debido a que las nuevas redes se van construyendo de golpe, y no siguiendo el crecimiento gradual de la demanda. A mediados de 1957, la situación de Antofagasta era dramática, pues sólo disponía de 90 litros diarios por habitante, suministrados por una sola cañería de 7 500 metros cúbicos diarios de capacidad. Con la construcción del nuevo acueducto (con una capacidad de 24 500 metros cúbicos y ya casi terminado) la dotación pasará de golpe a más de 300 litros, lo que permitirá disponer de excedentes para satisfacer las necesidades futuras durante varios años, por una parte, y resolver el principal problema de abastecimiento del Norte Grande, por otra. Otras ciudades, como Arica, aprovechan las aguas subterráneas. La pequeña ciudad de Mejillones, situada en la costa, emplea como agua potable agua de mar destilada. (Véase el cuadro IV-5.)

ii) Norte Chico. Esta región, caracterizada por el predominio de un clima desértico similar al del Norte Grande, y por la falta casi permanente de lluvias, también tiene dificultades para abastecerse de agua potable. A los factores naturales adversos, viene a agregarse aquí una mayor dispersión de ciudades y aldeas al sur de Copiapó. Alrededor del 11 por ciento de la población de la región vive en centros urbanos de menos de 5 000 habitantes, frente a un 3 por ciento en el Norte Grande. Actualmente se están construyendo obras para atender las necesidades de las ciudades pequeñas, pero se requerirían más. Sin embargo, según se

/Cuadro IV-5

Cuadro IV-5

CHILE: CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO DE AGUA POTABLE EN EL NORTE GRANDE

	Disponibilidad por habitante (litros diarios por habitante)		Consumo total 1957	Consumo proyectado 1973	Obras en construcción 1958	Déficit 1973
	1957	1973	(En millones de metros cúbicos)			
Arica	205	250	1.6	3.2	-	-1.6
Antofagasta	90	300	2.7	11.6	9.7	(+ 0.8)
Otras ciudades de más de 5 000 habitantes	150	160	6.3	9.8	-	- 3.5
Población de las salitreras	160	200	2.2	3.6	2.3	(+ 0.9)
Otros	60	100	0.15	0.5	-	- 0.35
Total		200	13.0	28.7	12.0	- 5.4

indicó precedentemente, es probable que los cálculos sobre la población futura sobreestimen las necesidades de agua en esa región. La situación también se tornará difícil en las ciudades principales de Copiapó, Coquimbo y La Serena, a menos que se construyan nuevas obras. (Véase el cuadro IV-6.)

iii) Chile Central. Los problemas de abastecimiento de aguas en Chile Central han sido provocados no tanto por las condiciones naturales cuanto por el crecimiento excepcionalmente rápido de los principales centros urbanos; de los 850 000 habitantes urbanos que carecen de agua potable en el país, 85 por ciento reside en esta región. Además, la concentración urbana exige que se atienda mejor la purificación del agua.

Otra característica de la situación en esta parte del país reside en la coexistencia de ciudades bien abastecidas con otras más pequeñas

/Cuadro IV-6

Cuadro IV-6

CHILE: CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO DE AGUA POTABLE EN EL NORTE CHICO

	Disponibilidad por habitante (litros diarios por habitante)		Consumo total 1957	Consumo proyectado 1973	Obras en construcción 1958	Déficit 1973
	1957	1973	(En millones de metros cúbicos)			
Copiapó	170	250	1.35	3.3	-	- 1.95
La Serena	200	250	3.05	6.4	-	- 3.35
Coquimbo	145	220	1.45	3.8	-	- 2.35
Otras ciudades de más de 5 000 habitantes	130	220	3.1	8.9	3.7	- 2.1
Otros	80	130	0.55	1.4	0.6	- 0.25
Total	145	220	9.5	23.8	4.3	-10.0

que carecen totalmente de servicios. La zona costera, por ejemplo, sufre de escasez de agua potable.

La terminación de las cañerías que van desde la cuenca del Aconcagua permitirá satisfacer aproximadamente las necesidades de Valparaíso y Viña del Mar, que en los años de sequías han experimentado hasta ahora gran escasez de agua potable. No obstante la importancia de las obras que se están construyendo en Santiago (obras que representan una mayor capacidad de 125 millones de metros cúbicos), hacia 1973 subsistirá un déficit aproximadamente igual a este volumen. El volumen total del agua potable que se requiere para la zona de Santiago hará necesario evitar que las aguas del sistema Maipo-Mapocho se utilicen en otros usos incompatibles con el consumo doméstico.[2/] Con la excepción de San Antonio,

2/ Véase el capítulo V.

/las ciudades

las ciudades más pequeñas, que actualmente disponen de poca agua, también exigirán grandes inversiones en nuevas instalaciones. Hacia 1973, el déficit urbano global en Chile Central excederá de 300 millones de metros cúbicos. (Véase el cuadro IV-7.)

iv) Sur Chico y Sur Grande. Aunque los recursos naturales abundan, la dotación de agua potable es baja. En general, el agua presenta menos exigencias en cuanto a ser sometida a tratamientos y el costo de la maquinaria es más bajo. Con la excepción de Osorno, que en 1973 dispondrá de un superávit, habrá que realizar las obras necesarias para saldar un déficit de 23 millones de metros cúbicos aproximadamente. (Véase el cuadro IV-8.)

La situación general del país por regiones aparece resumida en el cuadro IV-9, del cual se desprende que alrededor del 90 por ciento del mayor volumen de agua potable que se requiere corresponde a Chile Central.

c) Inversiones necesarias

El monto de las inversiones necesarias para una capacidad dada varía considerablemente según las regiones. En el norte, por ejemplo, el costo es más alto debido a las grandes distancias que median entre las fuentes de abastecimiento y las ciudades. También influye en el costo del transporte y de su tratamiento para hacerla potable, el contenido químico del agua. El análisis de los costos de las obras en construcción en 1957 arroja una inversión media de 600 pesos por metro cúbico en el Norte Grande, con la excepción de Antofagasta, donde la gran extensión de las tuberías eleva ese valor a 1 000 pesos por metro cúbico. En el Norte Chico, donde las distancias son más cortas, el costo medio asciende a 400 pesos, cifra que baja a 200 en Chile Central y a sólo 100 en el Sur Chico y el Sur Grande, debido a que allí el agua abunda cerca de los centros de consumo y su calidad requiere menos tratamiento.

En este estudio preliminar no ha sido posible calcular los costos futuros. Para ello habría sido necesario examinar otras alternativas (no sólo para agua potable sino también para otros usos). Así, por ejemplo, si se produjera una escasez general de agua en la cuenca del

/Cuadro IV-7

Cuadro IV-7

CHILE: CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO DE AGUA POTABLE EN CHILE CENTRAL

	Disponibilidad por habitante (litros diarios por habitante)		Consumo total 1957	Consumo proyectado 1973	Obras en construcción 1958	Déficit 1973
	1957	1973	(En millones de metros cúbicos)			
Valparaíso y Viña del Mar	250	380	31.0	81.5	39.9	-10.6
San Antonio	185	250	2.2	5.0	5.9	(+ 3.1)
Santiago	300	440	165.0	420.0	125.0	-130.0
Talca	270	300	6.0	11.3	-	-5.3
Chillán	210	250	4.5	8.8	-	-4.3
Concepción	210	370	10.0	30.0	-	-20.0
Otras ciudades de más de 5 000 habitantes	125	300	40.8	165.0	26.9	-97.3
Otros	40	250	5.5	46.4	3.4	-37.5
Total	210	370	264.0	768.0	201.1	-305.0

Maipo que obligase a construir aguas arriba represas de almacenamiento, el costo de las nuevas obras excedería de 200 pesos por metro cúbico; en cambio, si se descubriesen napas freáticas abundantes a una profundidad de 150 a 200 metros en los aledaños de Santiago, las obras resultarían mucho más baratas.

Ante la falta de suficiente información técnica y de costos, para calcular las inversiones que se requerirían para dotar convenientemente de agua potable a la población en 1973, se tomó como base el costo unitario de 1957. Las inversiones necesarias subirían así a cerca de 115 000

/Cuadro IV-8

Cuadro IV-8

CHILE: CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO DE AGUA POTABLE EN EL SUR CHICO Y EL SUR GRANDE

	Disponibilidad por habitante (litros diarios por habitante)		Consumo total 1957	Consumo proyectado 1973	Obras en construcción 1958	Déficit 1973
	1957	1973	(En millones de metros cúbicos)			
Sur Chico						
Valdivia	180	260	3.25	8.1	-	- 4.85
Osorno	160	300	2.6	8.4	8.4	(+ 2.6)
Puerto Montt	160	200	1.85	4.0	-	- 2.15
Otras ciudades de más de 5 000 habitantes	75	200	1.8	8.8	0.7	- 6.3
Otros	35	180	0.5	4.5	0.5	- 3.5
Subtotal	115	240	10.0	33.8	9.7	- 16.6
Sur Grande						
Punta Arenas	220	270	3.0	6.4	-	- 3.4
Otras ciudades de más de 5 000 habitantes	45	220	0.3	2.5	-	- 2.2
Otros	60	200	0.2	1.1	0.2	- 0.7
Subtotal	155	250	3.5	10.0	0.2	- 6.3
Total	125	240	13.5	43.8	10.0	- 22.9

Cuadro IV-9

CHILE: CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO DE AGUA POTABLE POR REGIONES

	Población urbana (miles)		Disponibilidad por habitante (litros diarios)		Consumo total 1957	Consumo proyectado 1973	Obras en construcción 1958	Déficit 1973
	1957	1973	1957	1973	(Millones de metros cúbicos)			
Norte Grande	230	380	190	200	13.0	28.7	12.0	- 5.4
Norte Chico	175	300	145	220	9.5	23.8	4.3	- 10.0
Chile Central	3 390	5 700	210	370	264.0	768.1	201.1	- 305.0
Sur Chico	230	400	115	240	10.0	33.8	9.7	- 16.7
Sur Grande	65	120	155	250	3.5	10.0	0.2	- 6.3
Total	4 090	6 900	200	350	300.0	864.3	227.3	- 343.3

millones de pesos de 1957, equivalentes a 150 millones de dólares. En el cuadro IV-10 aparece resumido el cálculo por regiones.

Estas inversiones podrían satisfacerse sin aumentar la proporción de las inversiones en servicios de agua potable dentro de las inversiones públicas totales (2.2 por ciento durante el período de 1950 a 1955), en caso de que la economía se desarrollara a razón de 2 por ciento anual por habitante.

Más si no se alcanzase esta tasa y si no se abasteciera a toda la población urbana, los recursos financieros disponibles habría que destinarlos a dotar de agua potable al mayor número posible de habitantes eligiendo las obras de menor costo unitario. Habría que prevenir asimismo los efectos nocivos de las aguas impuras, lo que obligaría a esfuerzos especiales en los grandes centros urbanos, donde los riesgos de contaminación son mayores.

d) Sistema de tarifas

Aunque las leyes chilenas[3/] previenen que las tarifas deben fijarse de modo que se cubran los costos de explotación y se garantice al capital una utilidad adecuada, en abril de 1958 encontrábanse muy lejos de esa meta. El precio de venta de un metro cúbico de agua potable en el país era de unos 15 pesos en promedio, en tanto que los costos de explotación ascendían de 45 a 50 pesos. Si a éstos se agregaran los costos del capital, el precio medio de venta no alcanzaría a cubrir la cuarta parte del costo económico de los servicios. El subsidio total que esto significa alcanzaba en 1957 a 14 000 millones de pesos anuales (18.20 millones de dólares). Suponiendo una dotación diaria de 0.350 m^3 por habitante y una inversión de 220 pesos por metro cúbico, con ese subsidio se podría dotar de agua potable a medio millón de habitantes anualmente. Dada la gran escasez de capital que existe en Chile, parecería muy conveniente aplicar estrictamente la legislación nacional y poner término así a las fuertes pérdidas que provoca el bajo nivel de las tarifas. Habría que modificar las tarifas sin pérdida de tiempo y establecer quizá ajustes automáticos, como ocurre con otros servicios de utilidad pública.

3/ Véase el capítulo III.

/Cuadro IV-10

Cuadro IV-10

CHILE: INVERSIONES NECESARIAS PARA ABASTECER NORMALMENTE DE AGUA POTABLE A TODA LA POBLACION URBANA EN 1973

	Obras necesarias (Millones de metros cúbicos)		Costo unitario por metro cúbico (Pesos de 1957)	Inversiones necesarias (Millones de pesos de 1957)		
	En construcción a/	Adicionales		En construcción	Adicionales	Total
Norte Grande b/	10.0	5.4	600	6.0	3.2	9.2
Norte Chico	4.0	10.0	400	1.6	4.0	5.6
Chile Central	180.0	305.0	200	36.0	61.0	97.0
Sur Chico	8.5	16.6	100	0.8	1.7	2.5
Sur Grande	0.2	6.3	100	0.2	0.6	0.8
Total	202.7	343.3	220	44.7	70.5	115.2

a/ Las estimaciones abarcan únicamente los gastos desde 1958 en adelante.
b/ Las obras para Antofagasta se han calculado sobre la base de un costo de 1 000 pesos por metro cúbico.

II. RIEGO

1. Desarrollo histórico

El riego data en Chile de varios siglos y algunos canales que hoy se utilizan existían ya antes de la llegada de los españoles. Durante la Colonia y sobre todo después de la Independencia, el riego se intensificó bajo la presión del crecimiento demográfico y de la mayor demanda de productos alimenticios. Hasta principios del presente siglo, todas las obras de riego se construían y financiaban exclusivamente con recursos particulares. La intervención del Estado en la construcción y el financiamiento de algunas obras era muy limitada reduciéndose a casos excepcionales, como el del Canal San Carlos. La participación del Estado sólo vino a intensificarse en forma sistemática con el establecimiento en 1914, y el funcionamiento efectivo en 1920, de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

Chile cuenta, pues, con una larga experiencia histórica en punto a canales construídos, explotados y poseídos por intereses particulares. Muchos de ellos son muy pequeños y riegan sólo un predio. Dado que han debido derivarse desde puntos en que pudieran ser alimentados durante el estiaje, su longitud (a menudo paralela a la del lecho del río), suele ser considerable, produciéndose fuertes pérdidas por filtración. En muchos casos no existen obras de diversión en el lecho de los ríos; en otros existen obras muy ligeras de ramas y piedras que requieren reparaciones periódicas y quizás frecuentes. Los gastos de tales canales eran los que sus dueños querían y no se medían ni se registraban.

Tal sistema funcionó bien mientras la población fue escasa y las comunicaciones fueron malas o no existieron, de modo que los predios debían autoabastecerse.

El Código Civil y el empleo de agua de canales fueron estableciendo gradualmente el "derecho" de los usuarios, reconociéndose con el tiempo derechos permanentes. En muchos casos, estos immemoriales derechos de aguas hicieron que un propietario o un grupo de propietarios tomara toda el agua de un río sin cuidarse del efecto que ello pudiera producir sobre el riego en su curso inferior.

/Al aumentar

Al aumentar la población, también aumentó la superficie de tierras regadas y hubo de construirse nuevos canales, naciendo y reconociéndose nuevos derechos de aguas, muchos de ellos como derechos eventuales, esto es que habrían de satisfacerse sólo una vez que los titulares de derechos permanentes hubiesen tomado sus respectivas cuotas.

El sistema de derechos de aguas así originado tradúcese a menudo en una distribución bastante inapropiada de los recursos disponibles y provoca muchas dificultades y molestias a los titulares de derechos eventuales. Hace también que la labor actual de la Dirección de Riego resulte mucho más difícil y complicada que lo conveniente debido a la necesidad de respetar los derechos de aguas establecidos, aun cuando se sepa que importan un uso excesivo de ese elemento.

El riego se ha desarrollado a tal punto que ya no es posible pretender que los canales sigan abasteciéndose normalmente con el caudal de los ríos dadas sus condiciones, situación que ha tenido las siguientes consecuencias:

i) Algunos grupos de canalistas llegaron a la conclusión que era más conveniente para sus intereses unirse y construir una sola bocatoma adecuada en el río y un solo canal y abastecerse de éste cada uno de ellos mediante canales derivados.

En esta forma evitaban el incurrir en los gastos que significaba el alimentar - mediante trabajos temporales en el cauce del río - cada uno de sus canales, con la seguridad de que cuando el agua del río fuese escasa cada cual dispondría de una cuota proporcional del agua disponible gracias a la existencia de compuertas y marcos adecuados en todos los puntos de distribución.

ii) Las obras resultan más difíciles y más caras por cuanto se hace necesario construir sistemas de canales más grandes, combinados a menudo con embalses, para ampliar la superficie regada y asegurar el riego existente durante los años de escasez de caudal. Tales obras sólo pueden ser planeadas y financiadas por el Estado.

/A comienzos

A comienzos del siglo veinte se regaba, con obras privadas, alrededor de un millón de hectáreas comprendidas entre el norte y la provincia de Cautín, al sur de la cual los cultivos se desarrollan eficientemente con las aguas llovedizas, no necesitando por lo general de riego. Hacíase éste mediante infinidad de pequeñas obras como las más arriba señaladas, siendo escasas las de gran envergadura, como los canales de Las Mercedes, Mallarauco y Culiprán, en la provincia de Santiago, construídos por los regantes a costa de inmensos esfuerzos.

Creada la Dirección de Riego, el gobierno inició en 1928 un Plan Extraordinario de Obras Públicas, seguido por un primer intento legal (Ley N° 4445) de planificación, construcción y explotación de obras de riego por el Estado. Esa ley fue modificada dos veces en 1950 (Leyes N° 9639 y 9662), y sus principales disposiciones se analizaron en el capítulo precedente.

Desde el establecimiento de la Dirección de Riego, el Estado ha construído 52 obras de riego que sirven 331 000 hectáreas, que se descomponen en 200 000 hectáreas servidas por obras nuevas y 130 000 por obras mejoradas. El cuadro IV-11 da la clasificación de estas obras por tipos de proyecto y el cuadro IV-12 contiene la lista de todas ellas. Por su parte, entre 1940 y 1952 la Corporación de Fomento ha dado riego a 60 000 hectáreas, principalmente riego a base de aguas subterráneas, riego por elevación y riego por aspersión. Estas obras se han construído a solicitud de los interesados, que se han convertido en propietarios de ellas mediante créditos a corto o mediano plazo.

Según datos de la Dirección de Riego y del Ministerio de Agricultura, la superficie regada en 1956, así por iniciativa privada como por acción del Estado, ascendía en total a 1 460 000 hectáreas. En el Norte Grande, la superficie regada es muy pequeña, aumentando un poco más en los fértiles valles del Norte Chico y alcanzando su máximo (85 por ciento del área total) en Chile Central, con una gran concentración en la zona de Santiago. Al sur de la provincia de Cautín, prácticamente no se requiere riego, salvo en una pequeña zona andina del Sur Chico. (Véase el cuadro IV-13.)

/Cuadro IV-11

Cuadro IV-11

CHILE: SUPERFICIE REGADA CON OBRAS CONSTRUIDAS POR LA DIRECCION DE RIEGO SEGUN EL TIPO DE PROYECTO

Número de obras	Tipo de proyecto	Superficie beneficiada, en hectáreas		
		Nuevas	Mejoradas	Total
21	Captación directo y canales	152 480	26 680	179 160
21	Embalses de regulación y canales	37 200	101 990	139 190
5	Saneamiento de terrenos	4 620	800	5 420
4	Elevación mecánica	1 920	660	2 580
1	Drenaje agua subterránea	50	20	70
	Sondajes aguas subterráneas, div.	3 850		3 850
		200 720	130 150	330 870

/Cuadro IV-12

Cuadro IV-12

CHILE: OBRAS EN ACTUAL EXPLOTACION, CONSTRUIDAS POR LA DIRECCION DE RIEGO

Obras	Provincia	Superficie en hectáreas			Capacidad de los embalses
		Nuevas	Mejoradas	Totales	Millones m3
1. Embalse Caritaya	Tarapacá	1 200		1 200	42
2. Canales Catiña y Poroma	"		380	380	-
3. Canal Pachica	"	150	50	200	-
4. Embalse Lautaro	Atacama		9 890	9 890	37
5. Embalse Lagunas del Huasco	"	1 000		1 000	7
6. Emalse La Laguna	Coquimbo		21 000	21 000	40
7. Saneamiento Vegas La Serena Norte	"	700		700	-
8. Saneamiento Vega La Serena Sur	"	800		800	-
9. Embalse Recoleta y					
10. Canal Alimentador Recoleta	"	11 600	3 400	15 000	100
11. Embalse Cogotí y canales	"	12 000		12 000	150
12. Embalse Culimo y canales	"	800	200	1 000	8.6
13. Canal Manco	Valparaíso	4 000		4 000	-
14. Embalse Pitama y canales	"	300		300	2.1
15. Embalse Orozco y canales	"	800		800	5.5
16. Embalse Lo Ovalle y canales	"	1 200		1 200	13.5
17. Embalse Perales y canales	"	800		800	11.6
18. Embalse Purísima y canales	"	400		400	2.3
19. Canal Chacabuco y	Aconcagua				
20. Embalse Huechún	Santiago	3 000		3 000	30
21. Canal Colina	"		2 250	2 250	-
22. Regadío Dren de Colina	"	50	20	70	-
23. Regadío Rinconada Lo Cerda	"	800	360	1 160	-
24. Regadío mecánico El Noviciado	"	700		700	-
25. Regadío mecánico San Cristóbal	"	120	300	420	-
26. Embalse Cerrillos	"	400		400	2.7
27. Canal Tipaume	O'Higgins		2 000	2 000	-
28. Regadío de Codegua	"		1 400	1 400	-
29. Canal Cocalán	"	4 000	6 000	10 000	-
30. Regadío mecánico de Licancheu	Colchagua	300		300	-
31. Embalse Lolol	"	600		600	6.4
32. Embalse Laguna del Planchón	Curicó		35 500	35 500	40
33. Corrección y drenaje Valle de Curepto	Talca			[illegible]	-
34. Canal San Rafael	"	2 800		800	-
35. Canal Maule	"	18 000	4 000	22 000	-
36. Canal Putagán	Linares	5 000		5 000	-
37. Canal Melado	"	20 000		20 000	-
38. Canal Puquilauquén	"	3 000		3 000	-
39. Embalse Bullileo	"		32 000	32 000	60
40. Embalse Tutuvén y canales	Maule	2 500		2 500	16
41. Canal Colicheo	Nuble	4 600		4 600	-
42. Canal Quillón	"	2 800		2 800	-
43. Canal Laja	Bío-Bío	40 000		40 000	-
44. Canal Bío-Bío Norte	"	5 800		5 800	-
45. Canal Bío-Bío Negrete	"	8 400	4 600	13 000	-
46. Canal Bío-Bío Sur (1a.etapa)	"	13 000		13 000	-
47. Embalse Huelchueico	"	600		600	5.2
48. Bocatoma y ensanche canal Quepe	Cautín	2 000	3 000	5 000	-
49. Canal Allipén	"	19 000	3 000	22 000	-
50. Saneamiento de Quitratué	"	3 000		3 000	-
51. Saneamiento de Chivilcán	"	120		120	-
52. Canal Chile Chico	Aysén	530		530	-
Aguas subterráneas, sondajes diversos	Varias	3 850		3 850	-
Total		200 720	130 150	330 870	580

/Cuadro IV-13

Cuadro IV-13

CHILE: SUPERFICIE REGADA

(Miles de hectáreas)

Norte Grande		
Tarapacá	7	
Antofagasta	1	8
Norte Chico		
Atacama	24.9	
Coquimbo	105.9	130.8
Chile Central		
Aconcagua	37.0	
Valparaíso	53.7	
Santiago	226.6	
O'Higgins	141.8	
Colchagua	105.1	
Curicó	78.7	
Talca	124.7	
Maule	40.0	
Linares	145.1	
Nuble	100.0	
Concepción	29.3	
Arauco	5.0	
Bío-Bío	81.6	
Malleco	23.9	
Cautín	32.0	1 224.5
Sur Chico y Sur Grande		
Aysén		0.5

/2. Situación

2. Situación actual

La evolución histórica del riego en Chile ha conducido a un nivel de desarrollo que deja amplios márgenes para mejorar el rendimiento del agua que se utiliza en el riego. Aunque, claro está, la situación varía de una provincia a otra, en términos generales las principales deficiencias se refieren a las obras principales, a las interiores de los predios y a los métodos de riego.

a) Deficiencias de las obras principales

Este fenómeno obsérvase principalmente en los viejos sistemas de riego construídos antes de crearse la Dirección de Riego, respecto de los cuales sistemas pueden anotarse las siguientes observaciones:

i) Las bocatomas y las obras de distribución se han multiplicado en gran número de acuerdo con los derechos de los particulares. Muchos canales corren paralelos a los ríos o paralelos entre sí, con fuertes pérdidas por filtración. En el río Elqui, verbigracia, en una distancia de 90 kilómetros, entre Algarrobal y La Serena, existen 84 canales con un gasto de 100 a 150 litros por segundo. En el Limarí existen 37 en una distancia de 102 kilómetros, entre el primer canal y la ciudad de Ovalle; las bocatomas de algunos de estos canales se encuentran a escasos metros las unas de las otras; el gasto medio es de 40 litros por segundo, con apenas algunos litros para muchos de ellos.

El exceso de canales resuélvese en una complicada red de distribución y un gran desperdicio de agua.

ii) Salvo contadas excepciones, no existen bocatomas definitivas. Muchos de los canales aliméntanse mediante obras de derivación temporales y precarias, que cualquiera crecida del río puede dañar o destruir.

iii) Los canales mismos han sido construídos directamente en la tierra, sin una protección de concreto. Asimismo, las obras necesarias para cruzar u obviar un obstáculo a menudo son tan rudimentarias que no ofrecen seguridad alguna. Los trabajos de conservación de los canales suelen ser deficientes y el agua se pierde al través de las grietas que presentan sus paredes.

/b) Deficiencias

b) Deficiencias de las obras dentro de los predios

De acuerdo al actual mecanismo institucional, cuando el Estado construye una obra de riego ejecuta los trabajos sólo hasta los linderos de los predios, correspondiéndoles a los propios agricultures proyectar, construir y pagar el sistema de distribución interna. Muchos agricultores carecen del capital o de los conocimientos técnicos necesarios para construir rápidamente los sistemas de distribución dentro de sus fundos; otros han trabajado sus predios a tal punto que obtienen con ello ingresos financieros suficientes y no están dispuestos a molestarse por nada más. O sea, puede así transcurrir bastante tiempo entre el desarrollo del riego y la construcción de una nueva obra, con las consiguientes pérdidas para los agricultores y el país del producto adicional que podría obtenerse y para lo cual se construyeron las obras. Otras deficiencias técnicas que suelen observarse en el interior de los fundos son la mala subdivisión de los campos, la deficiente nivelación o el mal trazado de las zanjas. También es deficiente la conservación.

c) Deficiencia de los métodos

i) Generalmente se riega sólo durante el día y a veces sólo cinco días a la semana. Una semana tiene 168 horas, pero si el agua de riego se utiliza sólo 12 horas diarias y parte de la semana, es evidente que se desperdicia más de la mitad del agua del río o del canal.

La costumbre de regar sólo durante el día acaso haya sido conveniente antiguamente, cuando había relativa abundancia de agua y el riego era escaso, pero hoy es inadmisible.

Algo se ha progresado en cuanto a aprovechar mejor el agua mediante la construcción de estanques de almacenamiento nocturno. Esta medida, que es una de las realizaciones del Plan Chillán, está bien orientada, pero es probable que no sea posible construir todas las obras de almacenamiento nocturno que se requieren.

No parece existir razón valedera - que no sea la resistencia a todo cambio y quizá los prejuicios - para que en Chile no se practique el riego como en otros países. El agua se va haciendo cada vez más valiosa y no es permisible desperdiciarla; con el tiempo la presión

/sobre la

sobre la tierra y el aumento demográfico obligarán a los regantes a mejorar sus métodos, sobre todo en las hoyas en que el agua escasea, y si bien esto será de mayor provecho para determinados agricultores, en general beneficiará en alto grado a todo el país.

ii) Si, por una parte, el riego discontinuo hace que el agua no utilizada vaya a perderse en el mar, el actual sistema de "derechos de aguas", por otra, ha provocado grandes abusos con este elemento. Los titulares de derechos de agua tienen tendencia a extraer una cantidad constante de agua durante el período de riego sin tener en cuenta las fluctuaciones y modificaciones que normalmente ocurren durante dicho período según las diferencias climáticas o las condiciones de la vegetación. Este sistema da por resultado asimismo una distribución del agua que guarda poca relación con la eficiencia del riego por cuanto los titulares de derechos permanentes disponen de un abastecimiento abundante al paso que los titulares de derechos eventuales a menudo carecen de las cantidades apropiadas.

d) Tasa de riego: estimación del agua desperdiciada

Aunque no existen registros oficiales acerca de la cantidad de agua que se extrae, merced a las distintas estadísticas reunidas por la Dirección de Riego, la ENDESA, las Juntas de Vigilancia y las Asociaciones de Canalistas es posible trazar un cuadro aproximado del agua utilizada por hectárea en algunas zonas. No habiéndose realizado trabajos experimentales directos en esta materia, las estimaciones del agua que se requeriría para esas zonas si se las regara en forma adecuada se han hecho adaptando los coeficientes de California a las características de los cultivos en Chile, mediante la fórmula Blaney-Criddle (basada en la temperatura máxima). Las estimaciones obtenidas, comparadas con las tasas efectivas, ponen en evidencia un considerable desperdicio de agua, que en algunas zonas llega a 100 por ciento. Las normas de riego son mejores en el valle del río Elqui. Es claro que parte de ese exceso de agua vuelve a los ríos por filtración, pero de todos modos las pérdidas son importantes. (Véase el cuadro IV-14.)

Con el andar del tiempo será necesario imponer un aprovechamiento eficiente del agua en todos los canales y obras de riego en Chile; una

/Cuadro IV-14

Cuadro IV-14

CHILE: MUESTRA DE ESTIMACIONES DE TASAS Y NECESIDADES DE RIEGO

Cuenca hidrográfica	Tasas actuales	Necesidades (Fórmula de Blaney-Criddle)	Porcentaje del consumo sobre las necesidades
	(En metros cúbicos anuales por hectárea)		
Río Elqui	14 200	11 850 a/	20
Rio Maipo	21 200 b/	10 300 b/	106
Río Maule	14 800	10 230	45
Río Itata	15 100	11 660	30

a/ Véase la página siguiente.
b/ Incluye 200 m^3 mensuales para junio y julio.

de las primeras medidas que para ello deben tomarse consiste en aforar y registrar en la Dirección de Riego el gasto de todos los canales (como ya se sugirió en el capítulo que trata de la hidrología) y en llevar un registro de todas las zonas y tipos de cultivos. El examen de estos datos, clasificados año por año, mostrará quién ha desperdiciado agua y en qué medida; indicará claramente asimismo las desigualdades en la distribución del agua, lo que hoy ocurre por fuerza.

Si juntamente con reunir datos sobre el uso del agua, se pudieran obtener informaciones experimentales exactas sobre las necesidades óptimas de agua de los cultivos mediante ensayos en fundos experimentales, en pocos años el gobierno reuniría una valiosa información sobre las deficiencias y el desperdicio que ocasionan los actuales sistemas de riego, que le permitiría tomar y respaldar debidamente las medidas del caso.

/3. Perspectivas

3. Perspectivas del riego

a) Clasificación de la tierra

El Departamento de Conservación de Recursos Agrícolas del Ministerio de Agricultura ha preparado recientemente una clasificación de la tierra basada en los datos e informaciones recogidas a través del Censo Agropecuario de 1955. Conviene subrayar que es ésta una clasificación muy preliminar y puede ser objeto de grandes modificaciones.

Las tierras se han clasificado en grupos y clases de acuerdo con sus usos posibles.4/

Las clases 1 y 2 aparecen juntas y representan la tierra cultivable y fácilmente regable. Algunas de las tierras de la clase 2 se han agrupado con algunas de la clase 3. Estas representan las tierras cultivables y regables pero con gastos ligeramente superiores a los de las dos primeras clases. Las clases 3 y 4, agrupadas en una sola categoría, representan las tierras cultivables que requerirían riego por elevación o por aspersión.

Las tierras de las clases 5 y 6 no son cultivables, si bien pueden producir pastos naturales en forma permanente o temporal. La clase 7 abarca las tierras cubiertas de bosques. Las tierras de la clase 8 no son aprovechables agrícolamente.

Esta clasificación se ha adaptado a una división fisiográfica del país, que se resume en el cuadro IV-15.

Para los fines del riego, las clases 1 a 4 se reunieron en un solo grupo, que representa la tierra regable, después de algunos ajustes hechos debido a que sólo alrededor del 60 por ciento de las tierras de la clase 4 está bien regado. De los 74 millones de hectáreas de que se compone la superficie del país, clasifícanse como regables alrededor de 10.4 millones, de los cuales más de 3 millones están situados al sur de la provincia de Cautín, donde las lluvias son tan abundantes que por lo general no se necesita riego. En resolución, existen en Chile alrededor de 7 millones de hectáreas de tierras regables que requieren riego.

4/ Los "usos posibles" pueden modificarse, por ejemplo, al descubrirse nuevos recursos de aguas subterráneas, lo que revestiría particular importancia en el norte del país. A la inversa, puede que en algunas hoyas hidrográficas la tierra "regable" haya sido sobreestimada. Este aspecto se tratará en forma más detallada en el capítulo VI.

/Cuadro IV-15

Cuadro IV-15

CHILE: CLASIFICACION DE LOS SUELOS

		Clase
Sección I.	Cordillera andina	
	Alta cordillera de roqueríos y nieves eternas	8ª
	Cordillera andina de estepas y montes	6ª
	Cordillera andina con bosques	7ª
	Cordillera andina con glaciales continentales	8ª
Sección II.	Desierto	
	Desierto de Tarapacá, Antofagasta y Atacama	8ª
Sección III.	Serranías y lomajes	
	Serranías trasversales y de la costa	6ª
	Lomajes de la costa	3ª y 4ª
	Lomajes de la pre-cordillera y Piedmont andino	3ª y 4ª
Sección IV.	Valles trasversales y Llano Central	
	Valles trasversales del desierto	1ª y 2ª
	Valles trasversales de la región serranías	1ª y 2ª
	Llano Central	1ª y 2ª
	Valles cordilleranos	1ª y 2ª
Sección V.	Cordillera de la Costa con bosques naturales	
	Cordillera de la Costa con vegetación mixta boscosa-matorral	7ª
	Cordillera de la Costa con bosque	7ª
Sección VI.	Terrazas y planicies litorales	
	Terrazas litorales	1ª y 2ª
	Mesetas en el Llano Central	3ª y 4ª
Sección VII.	Región insular de Chiloé, Aysén y Magallanes	
	Lomajes y llanos de Chiloé, Isla Grande de Chiloé	1ª y 2ª
	Cordillera boscosa de la Isla Grande de Chiloé	7ª
	Archipiélago con vegetación mixta boscosa-matorral	7ª
Sección VIII.	Planicie y praderas de Aysén y Magallanes	
	Planicie estepas occidentales de Aysén y Magallanes	5ª

	Tierra regable	Tierra regable que requiere riego
	(Miles de hectáreas)	
Clases 1 y 2	4 987	3 397
Clases 2 y 3	1 937	1 507
Clases 3 y 4 a/	2 493	2 301
	10 417	7 205

a/ Sólo 60 por ciento de la superficie total.

El cuadro IV-16 contiene una clasificación por superficie de la tierra regable que necesita de riego. Aunque el cuadro se hizo por provincias, puede advertirse fácilmente que la mayor parte de las mejores tierras regables (cerca de las dos terceras partes de las clases 1 y 2) se encuentran en la parte sur del Valle Central, y corresponden a las cuencas de los ríos Maule, Itata, Bío-Bío e Imperial. Comparada con las tierras potencialmente regables, la superficie hoy regada representa alrededor del 19 por ciento. Sin embargo, la tierra susceptible de riego de la provincia de Santiago está casi agotada, al paso que la de la parte sur del Valle Central sigue en gran parte sin explotarse. Las disponibilidades de tierras dan cabida a una extensión considerable del riego.

b) Necesidad de riego

No puede determinarse el riego que se necesita sin referirse al estado pasado y futuro de la agricultura chilena, cuyo decaimiento ya se ha tratado en otras páginas de este informe. Varios cuadros resumen esta evolución en el curso de las últimas décadas. Ellos indican:

a) La disminución del volumen de la producción agrícola por habitante;

b) La disminución de la disponibilidad de productos agrícolas por habitante (no obstante la reducción de las exportaciones y el aumento de las importaciones);

c) La reducción del volumen de las exportaciones y el aumento del

/Cuadro IV-16

Cuadro IV-16

CHILE: SUPERFICIE REGADA

(Miles de hectáreas)

Provincias	Superficie	Tierra regable que necesita riego a/				Porcentajes (2)/(1)	Superficie actualmente regada	Proporción de tierra regable que dispone de riego (4)/(2)
		Clases 1 y 2	Clases 2 y 3	Clases 3 y 4 b/	Total			
	(1)	(2)				(3)	(4)	(5)
Tarapacá	5 529	7	15	-	22	0.4	7.0	32.0
Antofagasta	12 306	1	15	-	16	0.1	1.0	6.0
Atacama	7 988	70	-	-	70	0.9	24.9	35.7
Coquimbo	8 939	180	30	240	450	5.1	105.9	23.5
Aconcagua	1 020	180	-	36	240	23.8	37.0	15.4
Valparaíso	483	30	22	120	252	52.2	53.7	21.6
Santiago	1 743	140	15	45	230	13.2	226.6	98.3
O'Higgins	711	110	-	42	180	23.9	141.8	78.8
Colchagua	843	140	50	230	573	68.2	105.1	18.3
Curicó	574	190	-	110	374	65.6	78.7	21.4
Talca	964	170	130	158	564	57.7	124.7	22.3
Maule	563	70	170	115	355	63.4	40.0	11.4
Linares	982	352	110	174	646	65.9	145.1	22.4
Ñuble	1 421	350	140	319	809	56.9	100.0	12.3
Concepción	570	160	20	156	336	58.9	29.3	8.9
Arauco	575	-	380	-	380	65.9	5.0	1.3
Bío-Bío	1 125	280	-	255	535	47.7	81.6	15.3
Malleco	1 428	240	230	216	686	48.1	23.9	3.5
Cautín	1 737	727	180	84	991	57.3	32.0	3.2
	49 501	3 397	1 507	2 301	7 205	14.5	1 362.3	19.0

a/ Desde el norte hasta la provincia de Cautín inclusive.
b/ 60 por ciento de la superficie comprendida en la clasificación de los suelos.

/volumen de

volumen de las importaciones, con el consiguiente cambio del balance, que de negativo ha pasado a positivo.

En el informe conjunto del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y de la FAO, informe que ha subrayado al mismo tiempo el empeoramiento de la situación de la agricultura y las posibilidades económicas para mejorarla, indícase que la producción agropecuaria podría y debería elevarse a una tasa anual de 3.1 por ciento durante el período 1952-60. Dicho aumento se ha calculado en la siguiente forma: 1.8 por ciento de aumento de la población, 0.7 por ciento de aumento de la demanda de alimentos por habitante (en el supuesto de una tasa de aumento del ingreso por habitante de 1.5 por ciento) y un aumento de 0.6 por ciento para saldar el déficit de balance de pagos originado por una deficiente producción agropecuaria. (Véase el cuadro IV-17.)

Sugiere el citado informe que ese aumento de 3.1 por ciento anual podría lograrse principalmente de dos maneras: mejorando la tecnificación de la agricultura, lo que daría por resultado un aumento de la productividad, y aumentando la superficie cultivada, tanto de tierras de secano como de tierras de regadío. El aumento necesario de las tierras de regadío estimábase en 283 000 hectáreas.

El Plan de Desarrollo Agrícola y Transportes (1954-1961) de la Corporación de Fomento y del Ministerio de Agricultura fue elaborado siguiendo las directivas del informe del Banco Internacional y de la FAO, introduciendo sin embargo algunas modificaciones en los supuestos básicos, modificaciones de las cuales las más importantes consistieron en disminuir la tasa de crecimiento demográfico de 1.8 a 1.7 por ciento y en aumentar el incremento de la productividad. Esto permitió reducir la extensión de las nuevas tierras, tanto de regadío como de secano, que sería necesario regar. (Véase el cuadro IV-18.)

El Plan fijábase como objetivo el reducir las importaciones agrícolas a 82 millones de dólares en 1961, importaciones que sin él podrían elevarse a 90 millones; y aumentar las exportaciones agrícolas a 63 millones de dólares, cifra que sin el Plan se reduciría a 36 millones. De este modo se obtendría en la balanza de pagos un superávit de 31 millones de dólares en vez de un déficit estimado en 54 millones. (Véase el cuadro IV-19.)

/Cuadro IV-17

Cuadro IV-17

CHILE: EVOLUCION DEL BALANCE AGRICOLA

a)	Volumen de producción agrícola por habitante (pesos de 1950)	b)	Disponibilidad de productos agrícolas por habitantes (pesos de 1950)		
			Producción agrícola para consumo interno	Importaciones agrícolas	Total
1942-44	3 958	1942-45	3 616	973	4 589
1945-49	3 877	1946-50	3 602	881	4 483
1950-54	3 621	1951-55	3 513	901	4 414
1955	3 676				
1956	3 685				

c) Exportaciones e importaciones agrícolas

Promedios anuales	Volumen físico (millones de dólares de 1950)			Valor (millones de dólares)		
	Exportaciones	Importaciones	Saldo	Exportaciones	Importaciones	Saldo
1930-34	44.1	27.1	+ 17.0	14.3	9.1	+ 5.2
1935-39	54.8	34.9	+ 19.9	23.4	10.0	+13.4
1940-44	37.2	52.7	- 15.5	22.2	23.9	- 1.7
1945-49	41.3	65.1	- 23.8	41.8	58.6	-16.8
1950-54	34.7	73.0	- 38.3	44.3	90.5	-46.2
1954	29.0	99.9	- 70.9	38.1	115.2	-77.1
1955	27.4	99.5	- 72.1	36.3	103.6	-67.3
1956	30.3	66.4	- 36.1	33.0	71.6	-38.6

/Cuadro IV-18

Cuadro IV-18

CHILE: ESTIMACION DEL AUMENTO NECESARIO DE LA SUPERFICIE REGADA

	Según el estudio del Banco Internacional y de la FAO 1952-60	Según el Plan de Desarrollo Agrícola y de Transportes 1954-1961
	(Miles de hectáreas)	
Cereales	76	39
Otros cultivos anuales	95	77
Huertos y viñedos	22	22
Pastos artificiales	90	76
Reserva	-	18
	283	232

/Cuadro IV-19

Cuadro IV-19

CHILE: COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS

(Millones de dólares)

A. Exportaciones

	1954	1961 Sin el Plan	1961 Con el Plan
Frejoles	6.18	6.25	7.12
Lentejas	1.98	2.10	3.56
Frutas y hortalizas	5.30	-	8.18
Productos forestales	8.59	9.53	18.86
Maderas	15.76	17.61	23.56
Varios	0.91	1.21	1.79
	38.72	36.30	63.07

B. Importaciones

	1954		1961, sin el Plan		1961, con el Plan	
	Cantidad (miles de toneladas)	Valor	Cantidad (miles de toneladas)	Valor	Cantidad (miles de toneladas)	Valor
Trigo	203	18.6	229	20.9	-	-
Aceites vegetales	13.6	5.8	22.4	9.6	-	-
Carnes	37.5	14.3	74.7	28.3	24.9	9.5
Leche	260	0.2	2 630 a/	1.5	-	-
Mantequilla	2 030 a/	1.5	3 730 a/	2.8	-	-
Azúcar	170	15.3	192	17.3	138	12.4
Cueros y pieles	b/	2.0	b/	2.6	b/	0.8
Lana	b/	4.4	b/	6.2	b/	3.8
Abonos	b/	0.8	b/	1.2	b/	5.4
		62.9		90.4		31.9

a/ Toneladas.
b/ No existen datos.

/Se aumentaría

Se aumentaría principalmente la producción de trigo, oleaginosas y carne con el fin de autoabastecer al país en estos productos. En cambio, el aumento de las exportaciones descansaría en el incremento de la producción de frutas, hortalizas y, principalmente, productos forestales.

El aumento de la producción resultante de las nuevas obras de riego podría evaluarse en cerca de 60 millones de dólares, en su mayor parte como resultado del cultivo de productos que hasta ahora han venido importándose. Así, pues, el Plan asignaba al riego un papel de la más alta importancia.

En la práctica, la ejecución del Plan se está atrasando bastante. Así, por ejemplo, había previsto regar alrededor de 30 000 hectáreas más por año. Entre 1952 y 1957 la superficie regada aumentó sólo 47 800 hectáreas, lo que arroja un promedio aproximado de 8 000 hectáreas anuales.

Estos atrasos tienden a agravar las perspectivas del balance de pagos de Chile tanto más cuanto que el cálculo de 3.1 por ciento de la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria dado por el informe del Banco de Reconstrucción y Fomento y la FAO tiene que ajustarse ahora a una mayor tasa de crecimiento demográfico (2.2 por ciento en vez de 1.8). Sobre la base de una tasa de aumento de 2 por ciento del ingreso por habitante y de elasticidades y factores similares a los supuestos en el mencionado informe, la producción agropecuaria tendría que aumentar ahora a razón de 4.2 por ciento.

La experiencia recogida al través del Plan Chillán indica que la productividad podría aumentar más de lo que suponían el informe y el Plan mismo. Esto permitiría reducir la necesidad de extender el área cultivada y compensar la elevación de la tasa de crecimiento demográfico. De este modo, el promedio anual de 30 000 hectáreas más de tierras regadas que se ha supuesto, unido a una mayor seguridad del riego existente, señalan un orden de magnitud general de las obras de riego que se requerirían en el curso de los próximos diez o quince años.

/c) Obras de

c) Obras de riego en construcción y en estudio

La Dirección de Riego tiene actualmente en construcción obras para regar un total de 160 000 hectáreas de nuevas tierras y para mejorar el riego de otras 356 000. Las principales obras están situadas en las cuencas de los ríos Maule y Bío-Bío, donde, como ya se indicara, existen todavía grandes extensiones de tierras regables que carecen de riego. (Véase el cuadro IV-20.)

Además, ese organismo tiene en estudio otros proyectos para regar un total de 447 000 hectáreas de nuevas tierras y mejorar el riego de otras 271 000. Las obras más importantes también se construirían en las cuencas de los ríos señalados, el Maule y el Bío-Bío. Encuéntranse asimismo en estudio otros dos proyectos importantes para la cuenca del Maipo: Colina, Batuco y Curacaví-Casablanca.

Un aspecto importante de las nuevas obras en construcción o en estudio es el de que permitirían aumentar considerablemente la capacidad de embalse, la que de 580 millones de metros cúbicos de agua pasaría a 8 030 millones. Esta mayor capacidad de embalse podría servir para ampliar la superficie regada con aguas embalsadas (riego nuevo y principalmente actual) y también para aumentar el volumen de agua por hectárea regada. La superficie de tierras regadas con aguas de embalses aumentaría de 10.2 a 56.7 por ciento del total de la superficie regada. El volumen medio de agua embalsada disponible por hectárea regada con la misma, pasaría de 4 170 metros cúbicos a 7 180 metros cúbicos. En estos cálculos no se tienen en cuenta las crecientes dificultades que existen en Chile para aumentar el riego debido a las condiciones de caudal de los ríos. (Véase el cuadro IV-21.)

Parte sustancial del aumento de las aguas embalsadas que se ha previsto provendría de la utilización de presas naturales, como la laguna del Maule y el lago Laja, que tienen una capacidad de 1 570 millones y 3 400 millones de metros cúbicos respectivamente. Por acuerdo entre la Dirección de Riego y la ENDESA esta capacidad se ha dividido en la siguiente forma: la mayor parte de la de la laguna del Maule se aprovecharía en el riego, en tanto que la del lago Laja se distribuiría en partes más o menos iguales entre el riego y la producción de hidroelectricidad. Sin embargo, esta última decisión será reconsiderada.

/Cuadro IV-20

Cuadro IV-20

CHILE: OBRAS EN CONSTRUCCION Y EN ESTUDIO

Obras	Provincia	Hectáreas			Capacidad de los embalses (millones m3)
		Nuevas	Mejoradas	Total	
En construcción					
1. Regadío de Azapa y desvío río Lauca	Tarapacá	3 000	-	3 000	
2. Embalse El Yeso	Santiago		125 000	125 000	250
3. Saneamiento de Paine	"	1 000	500	1 500	-
4. Saneamiento de San Vicente de Tagua Tagua	O'Higgins	80	220	300	-
5. Embalse Laguna del Maule y Canales	Talca/Linares	70 000	160 000	230 000	1 570a/
6. Embalse Ligua	Linares	24 000	-	24 000	220
7. Embalse Ancoa	"		36 000	36 000	135
8. Regadío Melozal	"	12 000	-	12 000	
9. Embalse Diguillín	Ñuble		28 270	28 270	75
10. Canal Duqueco	Bío-Bío	800	-	800	
11. Canal Quillaileo	"	3 500	-	3 500	-
12. Canal Coreo	"	2 000	-	2 000	-
13. Canal Bío-Bío Sur (2a. y 3a. etapa)	"	31 200	-	31 200	-
14. Regadío de Temuco	Cautín	10 700	-	10 700	-
15. Saneamiento de Lumaco	"	2 000	6 000	8 000	
		160 200	355 990	516 270	2 250
En estudio					
1. Regadío de Lluta y desvío río Caquena	Tarapacá	1 500	1 600	3 100	-
2. Drenaje Camarones	"	-	1 000	1 000	-
3. Regadío Pampa del Tamarugal	"	5 000		5 000	-
4. Saneamiento Vegas de Calama	Antofagasta	1 000		1 000	-
5. Embalse Quillagua	"	8 000		8 000	100
6. Embalse Conchi	"	1 000	3 000	4 000	30
7. Embalse Laguna del Negro Francisco	Atacama	2 500		2 500	60
8. Embalse Santa Juana	"	2 000	11 000	13 000	100
9. Regadío de Los Choros	Coquimbo	600		600	-
10. Embalse Puslaro	"	4 000	23 700	27 700	190
11. Embalse Lagunillas	"	1 200		1 200	20
12. Embalse Palena	"		57 000	57 000	740
13. Embalse Canelillo	"	18 000		18 000	200
14. Canal Choapa	"	2 800	4 000	6 800	-
15. Embalse Laguna del Pelado	"		5 000	5 000	80
16. Regadío Curacaví y Casablanca	Valp./Santiago	30 000		30 000	-
17. Regadío de Til-Til	Santiago	240		240	2.2
18. Regadío Colina-Batuco	"	28 000		28 000	410
19. Embalse Las Palmas	"	600		600	1.2
20. Saneamiento Estero La Cadena	O'Higgins		400	400	-
21. Regadío mecánico Lo Miranda	"	150		150	-
22. Regadío de Nilahue	Colchagua	21 200		21 200	300
23. Regadío de Peneahue	Talca	15 000		15 000	98
24. Embalse Laguna del Dial	Linares	7 000		7 000	500
25. Embalse Huaiquivilo	"	18 000		18 000	222
26. Embalse Purapel	"	12 000		12 000	125
27. Embalse Coronel de Maule	Maule	23 000		23 000	230
28. Embalse Punillas	Ñuble	40 000	50 000	90 000	400
29. Bocatomas Unidas río Chillán	"		12 000	12 000	-
30. Embalse Coihueco	"	2 000	1 500	3 500	11.5
31. Embalse Laguna del Laja	Bío-Bío	80 000	100 000	180 000	3 400b/
32. Regadío de Cuel	"	7 000		7 000	-
33. Regadío de Traiguén	Malleco	40 000		40 000	-
34. Canal Allipén Alto	Cautín	26 000		26 000	-
35. Canal Boroa-Huilío	"	12 000		12 000	-
36. Regadío El Budi	"	17 000		17 000	-
37. Canal Pitrufquén	"	20 000		20 000	-
38. Saneamiento de Toltén	"	120	260	380	-
39. Saneamiento de Lastarria	"	30	120	150	-
40. Canal Chile Chico Alto	Aysén	700		700	-
		447 640	270 580	718 220	7 219.9

a/ 320 para Endesa.

/Cuadro IV-21

Cuadro IV-21

CHILE: SUPERFICIE REGADA CON AGUA DE EMBALSES

	Superficie regada total	Superficie regada con agua de embalses	Porcentaje
	(Hectáreas)		
A. Superficie			
Obras en funcionamiento	1 360 000	139 000	10.2
Obras en construcción o en estudio:			
Nuevas	607 000	364 000	59.9
Mejoras	(627 000)	614 000	
Total	1 967 000	1 117 000	56.7

	Superficie regada con agua de embalses (hectáreas)	Capacidad de los embalses (millones de m3)	(m3/ha.)
B. Capacidad de los embalses			
Obras en funcionamiento	139 000	580	4 170
Obras en funcionamiento, en construcción y en estudio	1 117 000	8 030	7 180

Fuente: CEPAL, a base de datos proporcionados por el Ministerio de Obras Públicas.

/Aparte de

Aparte de estos embalses, cuya utilización es barata, los costos de las nuevas obras de riego tienden a elevarse debido a la necesidad de construir embalses artificiales. Los datos referentes a los costos e ingresos previstos son bastante inseguros. Sin embargo, parece que los costos de las obras en el río Maipo son mayores que en la parte sur de Chile Central. Es claro que los rendimientos en la cuenca del Maipo serían más altos, aunque no mucho, con lo que la relación producto-capital sería inferior a la de más al sur. Así y todo, los proyectos referentes a la hoya del Maipo estarían plenamente justificados desde el punto de vista de la producción de alimentos perecederos para Santiago y Valparaíso. En el cuadro IV-22 se dan los cálculos de las relaciones producto-capital de algunas obras de riego en ejecución o en estudio. Las relaciones son altas. Debe tenerse presente, sin embargo, que los gastos de capital se refieren sólo a las principales obras construídas por la Dirección de Riego y no comprenden las obras complementarias del interior de los fundos, que pueden llegar del 50 al 150 por ciento del valor de las obras principales. (La falta de datos precisos acerca de estos costos complementarios no permitió incluirlos en el cuadro.)

A medida que se desarrolla el riego y los costos del riego con aguas superficiales tienden a elevarse debido a la necesidad de aumentar las obras de embalse para los efectos de regularizar los ríos, entra a competir con posibilidades cada vez mejores el riego con aguas subterráneas. Tomando como base los datos proporcionados por la Dirección de Riego, estimáronse los costos comparados de varias posibilidades con una obra de riego en la cuenca del río Aconcagua. Suponiendo que se necesitaran 12 000 metros cúbicos anuales por hectárea, 8 000 de ellos proporcionados por embalses o fuentes subterráneas, se tendrían los siguientes costos anuales por hectárea:

Riego corriente (excluyendo el riego interior de los fundos)	$ 22 000
Riego corriente (incluyendo el riego interior de los fundos)	34 000
Bombeo eléctrico en pozos de tubo (excluyendo el riego interno de los fundos)	40 000
Bombeo diesel en pozos de tubo (excluyendo el riego interno de los fundos)	58 000

Cuadro IV-22

CHILE: RELACION PRODUCTO-CAPITAL DE ALGUNAS OBRAS DE RIEGO EN CONSTRUCCION O EN ESTUDIO

Cuenca hidrográfica	Proyecto	Superficie total	Riego nuevo	Riego mejorado	Costo por ha.	Valor del rendimiento adicional por ha.	Relación producto-capital
		(Hectáreas)			(Miles de pesos de 1957)		
Maipo	Embalse Chicauma (Colina-Batuco)	28 000	(28 000)	-	235	210	1/0.89
	Regadío de Curacaví y Casablanca	30 000	(30 000)	-	330	211	1/0.64
Maule	Canales del Maule	230 000	(70 000)	(160 000)	23	96	1/4.17
	Embalse Digua	27 000	(24 000)	-	148	141	1/0.95
	Embalse Coronel de Maule	22 000	(23 000)	-	109	197	1/1.81
	Embalse Purapel	12 000	(12 000)	-	71	190	1/2.67
Itata	Embalse Diguillín	28 300	-	(28 270)	53	68	1/1.28
	Embalse Punillas	90 000	(40 000)	(50 000)	55	121	1/2.20
Bío-Bío	Canal Quillaleo	3 500	(3 500)	-	105	211	1/2.00
	Embalse Laguna del Laja	180 000	(80 000)	(100 000)	55	103	1/1.87

/En el

En el caso del bombeo de aguas subterráneas (bombeo eléctrico o diesel), habría que reducir las estimaciones alrededor de un tercio por cuanto invariablemente el agricultor que debe elevar el agua que necesita (aunque sea a sólo 5 pies) usa sólo alrededor de dos tercios del agua que emplea un agricultor que dispone de agua corriente. Reduciendo el agua usada de 8 000 a 5 000 metros cúbicos en el caso de emplearse recursos subterráneos, las cargas por concepto de bombeo disminuirían a 25 000 y 36 000 pesos respectivamente. O sea, el riego con agua corriente resultaría más barato, aunque por escaso margen. Es probable que el agua subterránea entre a competir en grado cada vez mayor en el riego, no sólo en el norte de Chile sino también en Chile central. El Plan Chillán ya inició con éxito algunas obras con aguas subterráneas.

Hasta aquí, las obras de riego del gobierno de Chile se han examinado principalmente desde el punto de vista técnico. Su estudio económico para determinar los costos y los ingresos de cada obra se ampliará en el futuro cuando se organice el Departamento Económico del Ministerio de Agricultura, que actualmente cuenta con el asesoramiento de la FAO.

d) Plan Chillán

Los primeros resultados del Plan Chillán en lo que respecta al riego son muy alentadores, por lo que interesa examinarlos. Eligiose la zona de Chillán debido al atraso de la producción agropecuaria de las tres provincias que abarca: Maule, Ñuble y Concepción. Aunque la ejecución del Plan se inició sólo en 1953, ya se han logrado realizaciones tangibles que demuestran que la producción puede aumentarse en medida sustancial mediante métodos de riego adecuados y que los agricultores han adoptado rápidamente los nuevos procedimientos propuestos.

Los principales trabajos realizados en materia de riego son los siguientes:

i) Riego en curvas de nivel. Se ha aplicado este método de riego en 700 hectáreas de lomajes. Sus ventajas consisten en primer término en que economiza agua de riego, lo que permite regar una mayor extensión de tierras. En segundo lugar, el riego en curvas de nivel evita la erosión del suelo durante los meses de invierno. Además, permite aumentar la producción agrícola entre un 10 y un 15 por ciento

/con relación

con relación al viejo sistema de riego en línea recta. En resumen, el riego en curvas de nivel es una manera barata y rápida de aumentar la producción y que los agricultores han aceptado sin resistencia.

ii) Mejoramiento de los canales de riego. Los trabajos en esta materia van desde la construcción de nuevos canales hasta la demostración de métodos apropiados de limpieza y conservación de los mismos. El mejoramiento de los canales de más de 26 000 hectáreas ha permitido aumentar la producción entre un 5 y un 25 por ciento. Se ha utilizado muy poco la maquinaria de que se dispone para el cumplimiento del Plan Chillán; el 90 por ciento de los trabajos lo han realizado los propios agricultores, que para ello han contado con el asesoramiento de los técnicos que tienen a su cargo el cumplimiento de aquél.

iii) Embalses de agua para ganado. La construcción de ocho embalses de agua para ganado les ha permitido a los propietarios utilizar mejor sus pastos naturales. En otros casos, ello ha permitido explotar praderas naturales que no podían aprovecharse por falta de agua para el ganado. La construcción de los embalses necesarios para abrevar el ganado en las zonas costeras permitiría aumentar su producción en cerca de un 25 por ciento. En las praderas naturales de la región andina, el problema no es tan agudo, aunque no sería imposible lograr allí aumentos de 10 a 15 por ciento.

iv) Embalses para almacenamiento nocturno de agua. En menos de tres años y medio se han construído 49 pequeños embalses para almacenamiento nocturno de agua de riego. En esta forma han podido regarse alrededor de 9 000 hectáreas más. Dado que no se riega durante todo el día, como sería de desear, este método resulta el más barato para aumentar la superficie regada en esa zona.

Todos estos trabajos (junto con otros que no se refieren al riego, como el empleo de pastos mejorados) forman parte de un proyecto de "conservación de suelos y aguas", cuyo costo ha subido, entre 1953 y 1956, a 600 000 dólares. Fuera de los beneficios indirectos imposibles de evaluar, como el infundir un deseo general de conocer y aplicar los métodos agrícolas modernos, espérase un aumento directo de la producción del orden de los 2 millones de dólares:

/Riego en

		Aumento de la producción (en dólares)
Riego en curvas de nivel	700 hectáreas	8 000
Mejoramiento de canales	26 623 "	319 000
Pastos mejorados	14 500 "	986 000
Aumento del riego	8 792 "	791 000
		2 104 000

Esto demuestra los elevados ingresos en capital que podrían obtenerse en Chile empleando mejores métodos de riego mediante una política de desarrollo integral. El escaso capital en muchos casos puede invertirse en forma más provechosa en trabajos de este tipo en vez de proceder al riego extensivo y desarticulado de nuevas áreas.

e) Aspectos financieros

En el estudio conjunto del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y de la FAO señalábase ya la total inconveniencia del sistema de reembolso por parte de los canalistas de las obras construídas por el Estado, en virtud del cual como consecuencia de la inflación, termina pagándose sólo una parte de su costo real. Los reembolsos representaban en 1951 sólo el 1.1 por ciento del costo real de las obras. Con el agudizamiento del proceso inflacionario durante los últimos años el reembolso, en términos reales, ha seguido siendo insignificante.

Se ha presentado al Parlamento un proyecto de ley que recomienda ajustar el reembolso de las obras al índice del costo de vida. Es evidente que una de las reformas más necesarias es la de establecer alguna forma de ajuste del reembolso de manera que se recobre el costo real de las obras. Su producto podría destinarse eventualmente a la constitución de un fondo rotativo para financiar nuevas obras de riego.

Otra seria falla que presenta el actual sistema financiero es la falta de facilidades crediticias a largo plazo para los agricultores. El Estado se encarga de la construcción de las obras de riego sólo hasta los fundos. Las obras interiores deben ser proyectadas y construídas por los propios agricultores. Aparte de estas obras de riego complementarias (cuyo costo, según se indicó anteriormente puede elevarse hasta 50 y 150 por ciento del costo del canal principal), cuando se riega una

/nueva zona

nueva zona el nuevo tipo de cultivo que se introduce requiere modificar los métodos agrícolas y proceder a nuevas instalaciones en los fundos. Los créditos a corto plazo que conceden la Corporación de Fomento de la Producción y el Banco del Estado son insuficientes para satisfacer estas necesidades, y a menudo las grandes obras de riego construídas por el Estado no se aprovechan plenamente por no ejecutar los agricultores las obras complementarias. El que el Estado facilitara a los agricultores créditos a largo plazo para ejecutar los trabajos necesarios para completar las obras principales construídas por él, produciría mayores utilidades que el financiar nuevas obras públicas que sólo se utilizan en muy pequeña parte.

III. HIDROELECTRICIDAD

1. Recursos hidroeléctricos

En el capítulo I examináronse las características hidrológicas y los regímenes fluviales de las distintas regiones de Chile. En esta oportunidad se analizarán los recursos hidroeléctricos potenciales del país, subrayando el hecho de que la amplitud de tales recursos no es en modo alguno segura y que las cifras reproducidas en las páginas siguientes habrán de modificarse si se llevan a cabo estudios más acabados.

Con el fin de aplicar los conceptos actuales sobre potencial hidroeléctrico, se distinguirá entre potencial bruto, potencial técnicamente utilizable y potencial económicamente utilizable.

En teoría, el potencial bruto es aquel que puede obtenerse del escurrimiento total y la carga y su volumen es la suma de todos los productos de los gastos medios multiplicado por ésta (Q_m x h). Por cierto, es éste un concepto puramente abstracto por cuanto la utilización del potencial requeriría, entre otros elementos, aprovechar la totalidad de las aguas, de la gradiente y de la capacidad instalada.

El potencial técnicamente utilizable es muy inferior al potencial bruto. Calcúlase deduciendo de éste las inevitables pérdidas causadas por la imposibilidad de usar parte del agua y de la carga y de usar la capacidad en la mejor forma posible. En términos generales, la parte técnicamente utilizable del potencial bruto puede considerarse desde el

/punto de

punto de vista empírico como dependiente de la concentración del potencial kW por km^2 de la zona de producción y de los progresos técnicos que aumentan su porcentaje del potencial bruto.[5/]

El potencial económicamente utilizable es una fracción del potencial técnico y está determinado por la inversión necesaria para explotar un sitio hidroeléctrico potencial y el costo de la producción de energía, comparado con una central de energía termoeléctrica. Ambos potenciales tenderían a igualarse al incorporarse las innovaciones técnicas en la generación hidráulica y la transmisión de energía.

a) Potencial bruto

El único organismo que se ha ocupado de levantar un inventario del potencial de energía que pudiera extraerse de los recursos hidráulicos de Chile es la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA).

En sus estudios, la ENDESA ha dividido el país en siete regiones geográficas, principalmente sobre la base de las variaciones de sus características pluviométricas o hidrológicas.[6/] La primera región (situada entre los paralelos 17 y 27 latitud sur) comprende las provincias de Tarapacá y Antofagasta y parte de la provincia de Atacama. La segunda (paralelos 27 a 32) abarca el resto de esta última y toda la de Coquimbo. La tercera (paralelos 32 a 36) cubre las provincias de Aconcagua, Valparaíso, Santiago, O'Higgins, Colchagua, Curicó y Talca y parte de las de Linares y Maule. La cuarta (paralelos 36 a 38.5) incluye el resto de estas dos últimas provincias y las de Ñuble, Concepción, Arauco, Bío-Bío y Malleco. La quinta (paralelos 38.5 a 41.5) está formada por las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. La sexta (paralelos 41.5 a 49) se compone de las provincias de Chiloé y Aysén; y la séptima y última (desde el paralelo 49 hacia el sur) comprende la de Magallanes.

Para mantener la uniformidad del estudio, se ha dividido a Chile en las cinco zonas siguientes: Norte Grande y Norte Chico, que corresponden a las dos primeras regiones de la ENDESA: Chile Central, que corresponde a la tercera y cuarta, más los recursos de los ríos Imperial y Toltén;

5/ Véase R. Lefoulon, Conséquences économiques des progrès accomplis dans les aménagements hydroélectriques français, Rome Congress of UNIPEDE, septiembre de 1952.

6/ Véase ENDESA, Plan de electrificación del país, 1945. (La primera y segunda regiones se modificaron en 1957.)

/Sur Chico,

Sur Chico, que equivale a la quinta región de la ENDESA, menos los recursos de estos dos ríos y más los de los ríos Vodoahue, Reñihue, Yelcho y Palena; y por último, Sur Grande, que coincide con las regiones sexta y séptima de la ENDESA, menos los últimos cuatro ríos citados.

El cuadro IV-23 da el potencial hidroeléctrico bruto de las cinco regiones geográficas y los gastos medios: 95 por ciento y 50 por ciento (Q_m, Q_{95} y Q_{50}).7/

El potencial bruto correspondiente al gasto medio (32 millones de kW) se encuentra desigualmente distribuído a lo largo del país. Los recursos hidroeléctricos son escasos en el Norte Grande y en el Norte Chico (0.2 y 1.7 por ciento del total); pero en cambio la primera de esas dos regiones posee abundante radiación solar, (que representa una rica fuente potencial de energía solar), varias fuentes posibles de energía geotérmica y cierto potencial eólico. La región de Chile Central, que comprende las provincias de mayor desarrollo industrial, densidad de población y demanda de electricidad, cuenta con un potencial hidroeléctrico bastante mayor (más de 12 millones de kW), que juntamente con las minas de carbón que allí existen, constituye una rica fuente de energía. Por último, las regiones que poseen los recursos hidroeléctricos más abundantes (alrededor de 60 por ciento del total) y que al mismo tiempo consumen menos energía eléctrica, ya que apenas encierran el 17 por ciento de la población del país y sus principales actividades son las agropecuarias, son el Sur Chico y el Sur Grande.

Con el objeto de determinar el potencial hidroeléctrico de Chile, en 1952 la ENDESA estudió los recursos hidráulicos brutos de los sitios en que se había proyectado instalar centrales de energía hidroeléctrica. (Véase el cuadro IV-24.)

Para mejorar y completar ese examen, la misma entidad inició un estudio sistemático de todos los perfiles energéticos de las grandes cuencas hidrográficas. Se establecieron los perfiles del curso superior

7/ Para calcular el potencial en kW, la ENDESA ha empleado la fórmula W = 8 Qh, que tiene en cuenta las pérdidas de transformación, en tanto que la Conferencia Mundial de Energía emplea la fórmula W = 9.8 Qh. Las cifras obtenidas por la ENDESA se adaptaron a esta última fórmula multiplicando los potenciales indicados por aquélla por el factor 1.225 (W = potencial en kW; Q = gasto en metros cúbicos por segundo; H = carga en metros).

/Cuadro IV-23

Cuadro IV-23

CHILE: POTENCIAL HIDROELECTRICO BRUTO

(Miles de kW)

Regiones geográficas	Gastos			Porcentaje
	95%	50%	Medio	
Norte Grande	23	66	73	0.2
Norte Chico	100	375	542	1.7
Chile Central	3 330	10 070	12 430	39.0
Sur Chico	1 830	4 340	4 750	14.9
Sur Grande	6 950	13 330	14 085	44.2
Total	12 230	28 180	31 880	100.0

Fuente: ENDESA. (Véase aclaración en el texto).

de los diez ríos principales y de sus afluentes, hasta las zonas de captación de aguas de riego: los ríos Elqui y Choapa en el Norte Chico; y los ríos Aconcagua, Maipo, Cachapoal, Tinguiririca, Lontué, Maule, Laja y Bío-Bío en Chile Central. Este importante estudio debió ser interrumpido por falta de fondos.

/Cuadro IV-24

Cuadro IV-24

CHILE: RECURSOS HIDROELECTRICOS DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS (GASTO MEDIO)

(Miles de kW)

Región geográfica	Número de centrales	Cuenca de los ríos	Potencial bruto	Potencia instalada 1957	Por instalar	
					Hasta 1973	Hasta 1990
Norte Grande	3	Lauca	17.9	-	7.5	-
	9	Loa	20.4	1.4	1.5	-
Total	12		38.3	1.4	9.0	-
Norte Chico	2	Salado	-	4.1	-	-
	7	Copiapó	27.5	0.5	-	6.0
	2	Huasco	30.8	-	-	-
	4	Elqui	69.0	0.5	-	-
	8	Limarí	86.4	16.7	-	-
	4	Choapa	69.7	-	30.0	-
Total	27		283.4	21.8	30.0	6.0
Chile Central	9	Aconcagua	229.6	19.1	-	-
	23	Maipo	606.6	118.1	-	268.0
	15	Rapel	850.8	132.3	399.0	-
	10	Mataquito	681.8	0.9	-	-
	10	Maule	1 548.4	103.7	268.0	300.0
	4	Itata	161.6	0.5	-	-
	19	Laja y Bío-Bío	2 383.1	87.2	489.0	700.0
	3	Imperial	79.4	2.6	-	-
	4	Toltén	132.8	0.5	-	-
Total	97		6 674.1	464.9	1 156.0	1 268.0
Sur Chico	9	Valdivia	728.9	0.2	49.0	440.0
	3	Río Bueno	292.0	25.0	10.6	-
	1	Petrohué	472.0	-	-	430.0
	1	Maullín	3.2	-	-	-
	1	Chamiza	74.0	-	-	-
	3	Río Puelo	694.5	-	-	600.0
	1	Vododahue	144.0	-	-	-
	1	Reñihue	74.0	-	-	-
	1	Yelcho	207.0	-	-	
	1	Palena	653.0	-	-	-
Total	22		3 342.6	25.2	59.6	1 470.0
Sur Grande	1	Cisnes	408.0	-	-	-
	1	Aisén	1 110.0	0.2	-	-
	2	Baker	4 330.0	-	-	-
	1	Bravo	516.0	-	-	-
	1	Pascua	3 380.0	-	-	-
	3	Serrano	212.0	-	-	-
Total	9		9 956.0	0.2	-	-
Total de Chile	187		20 294.4	513.5 a	1 254.6	2 44.0

Dicho estudio resultó un importante complemento del de 1952, por cuanto abarcó nuevos sitios de producción de energía que no se incluyeron en el anterior. Los coeficientes de aumento del potencial bruto que se obtuvieron respecto de los ríos cuyos perfiles se estudiaron fueron de 2.40 en el Norte Chico y de 1.66 en Chile Central.

Dado que la extrapolación de los coeficientes de perfiles a las zonas exteriores está expuesta a errores y la concentración de kW por km^2 es allí más baja, la ENDESA les aplicó, con mucha cordura, coeficientes más moderados. Por ejemplo, adoptó los coeficientes 1.50 y 1.60 para aumentar el potencial de las regiones 1 a 4 inclusive, y el de 1.15 para las zonas 5 y 6.

Sabido es que los datos básicos sobre los escurrimientos probables proporcionados por las estaciones fluviométricas son más precisos cuando el período de observación es más largo. Ahora bien, la mayoría de las observaciones fluviométricas de la ENDESA no abarcan un período suficientemente largo, de suerte que pueden desviarse de 6 a 8 por ciento del promedio. Además, los estudios topográficos realizados para determinar la carga en los diferentes sitios potencialmente utilizables para la producción de hidroelectricidad son más o menos exactos según la zona de que se trate.

Sería muy útil determinar las posibles inexactitudes del estudio de la ENDESA, pero ello sería casi imposible en la práctica. En términos generales, los valores obtenidos sobre la base de los datos proporcionados por las estaciones fluviométricas pueden considerarse exactos dentro de un margen de 10 por ciento de variación aproximadamente, en el caso de las cuatro zonas septentrionales que distingue la ENDESA. Los datos relativos a la quinta región están subestimados, a veces en más de 100 por ciento, aunque más comunmente entre 30 a 40 por ciento. En cuanto a la sexta región, puede decirse que los potenciales señalados son francamente inferiores a las cifras reales. Dada la importancia de las dos zonas australes, que en conjunto poseen más del 50 por ciento del potencial hidroeléctrico del país, sin duda sería conveniente reanudar cuanto antes los estudios necesarios para determinar con la mayor exactitud los recursos hidroeléctricos existentes.

/b) Potencial

b) Potencial técnicamente utilizable y capacidad técnicamente instalable y económicamente aprovechable

La ENDESA no ha tratado de determinar el potencial técnicamente utilizable de Chile, pues el estudio de 1952 se refiere más bien a los sitios hidroeléctricos técnicamente utilizables y no al potencial bruto. Además, la relación entre el potencial técnicamente utilizable y el potencial bruto varía de un país a otro y aún de un sitio a otro, y no existe un método uniforme para calcularlo. Sin embargo, con el fin de establecer un orden de magnitud se calcularon en forma aproximada el potencial técnicamente utilizable y la capacidad técnicamente instalable tomando como base el potencial bruto, que habrá de revisarse en los estudios futuros.

Mientras más alta es la concentración del potencial bruto por km^2, mayor es la fracción técnicamente utilizable, siendo su límite de 5 kW por km^2.[8/]

En el caso de Chile, la densidad del potencial bruto, que fluctúa entre 100 y 200 kW por kilómetro cuadrado, es más que suficiente para justificar proporciones de 25 al 35 por ciento. Además, las necesidades de agua de riego para satisfacer las zonas situadas al norte del paralelo 38 obligan a reducir el potencial técnicamente utilizable; en cambio, los demás usos no requieren ninguna deducción suplementaria importante.

El cuadro IV-25 muestra el potencial técnicamente utilizable de cada una de las cinco zonas en que se dividió el país, en porcentajes basados en la relación aproximada entre el potencial técnicamente utilizable y el potencial bruto de cada zona. Conviene anotar que la capacidad correspondiente a cada uno de estos potenciales se ha calculado considerando una utilización continua, es decir 8 760 horas por año. Para determinar la capacidad instalable, puede suponerse una utilización media anual de 4 000 horas, puesto que la utilización variará indudablemente de un sitio

8/ En un estudio realizado en Europa, Naciones Unidas, Hydroelectric potential in Europe (E/ECE/EP/131), se establecieron las diferentes relaciones porcentuales entre el potencial técnicamente utilizable y la densidad de potencial bruto por km2. El margen de variación de las razones fue muy amplio.

/Cuadro IV-25

Cuadro IV-25

CHILE: POTENCIAL TECNICAMENTE APROVECHABLE Y CAPACIDADES TECNICAMENTE INSTALABLE Y ECONOMICAMENTE EXPLOTABLE

(Miles de kW)

Regiones geográficas	Potencial bruto a/	Potencial técnicamente aprovechable		Capacidad técnicamente instalable		Capacidad instalada y a instalar hasta 1990	
		Total	Porcentaje del potencial bruto	Total	Porcentaje del potencial bruto	Total	Porcentaje de la capacidad técnicamente instalable
Norte Grande	73	18	25	40	55	10.4	25
Norte Chico	542	132	25	300	55	57.8	19
Chile Central	12 430	3 500	28	7 700	62	2 888.9	37
Sur Chico	4 750	1 650	35	3 600	76	1 554.8	43
Sur Grande	14 085	4 900	35	10 800	77	0.2	-
Total	31 880	10 200	31	22 440	70	4 512.1	20

a/ Corresponde al gasto medio.

a otro y se verá influída por la interconexión de regímenes hidráulicos diferentes según las estaciones. En consecuencia, la actual hipótesis de una utilización igual en cada zona habrá de rectificarse de acuerdo con los datos concretos sobre utilización de cada sitio hidroeléctrico potencial.

Existe otro método para calcular la capacidad técnicamente utilizable. En general, puede aceptarse que si se construyera en Chile un buen número de grandes presas -sobre todo aprovechando los lagos naturales que existen en

/varios puntos

varios puntos de la Cordillera - podría disponerse de potenciales de gastos de 95 por ciento, de volumen similar a los de 50 por ciento. El cuadro IV-26 indica los resultados de este cálculo, resultados que son casi los mismos que da el cuadro IV-25. Al estimar las pérdidas se han tenido en cuenta la capacidad no utilizable calculada para cada río por los perfiles de la ENDESA, otras pérdidas fijas y las causadas por la transformación.

Es casi imposible establecer qué fracción del potencial técnicamente utilizable será económicamente utilizable en el futuro mediato. En términos generales, cuando las necesidades futuras de energía eléctrica se hagan sentir con mayor intensidad, puede suponerse que los potenciales económicamente utilizable y técnicamente utilizable se igualarán. En un estudio que abarcó varios países de Europa (Suiza, Australia, Francia, República Democrática de Alemania, República Federal de Alemania, Checoeslovaquia, Polonia, Hungría y Países Bajos),[9/] se llegó a la conclusión de que la producción de electricidad (en kWh por año) económicamente factible varía entre 17 y 20 por ciento de la producción cuando el potencial bruto se utiliza en su totalidad.

En concreto, la actual capacidad instalada y la capacidad proyectada hasta 1990 (véase nuevamente el cuadro IV-24) pueden considerarse como el potencial económicamente utilizable. Tanto la una como la otra representan bajos porcentajes de la capacidad técnicamente instalable (20 a 40 por ciento) y, como puede suponerse, son superiores en Chile Central y Sur Chico (37 y 43 por ciento), zonas en las cuales el desarrollo económico es mayor y el uso de los recursos hidroeléctricos más intenso.

2. Generación y demanda de electricidad

La producción de energía eléctrica se inició en Chile en 1900, con la construcción de una pequeña central térmica para atender el servicio de tranvías de Santiago. Con posterioridad, la producción de electricidad aumentó, como ocurre en la mayoría de los países, con mayor rapidez que las demás formas de energía.

9/ Hydroelectric potential in Europe, op. cit.

/Cuadro IV-26

Cuadro IV-26

CHILE: CAPACIDAD TECNICAMENTE INSTALABLE

(Miles de kW)

Regiones geográficas	Potencial bruto Gasto 50%	Porcentaje no aprovechable	Capacidad instalable
Norte Grande	66	45	36
Norte Chico	375	36	240
Chile Central	10 070	27	7 300
Sur Chico	4 340	22	3 400
Sur Grande	13 330	23	10 200
Total	28 180	24	21 180

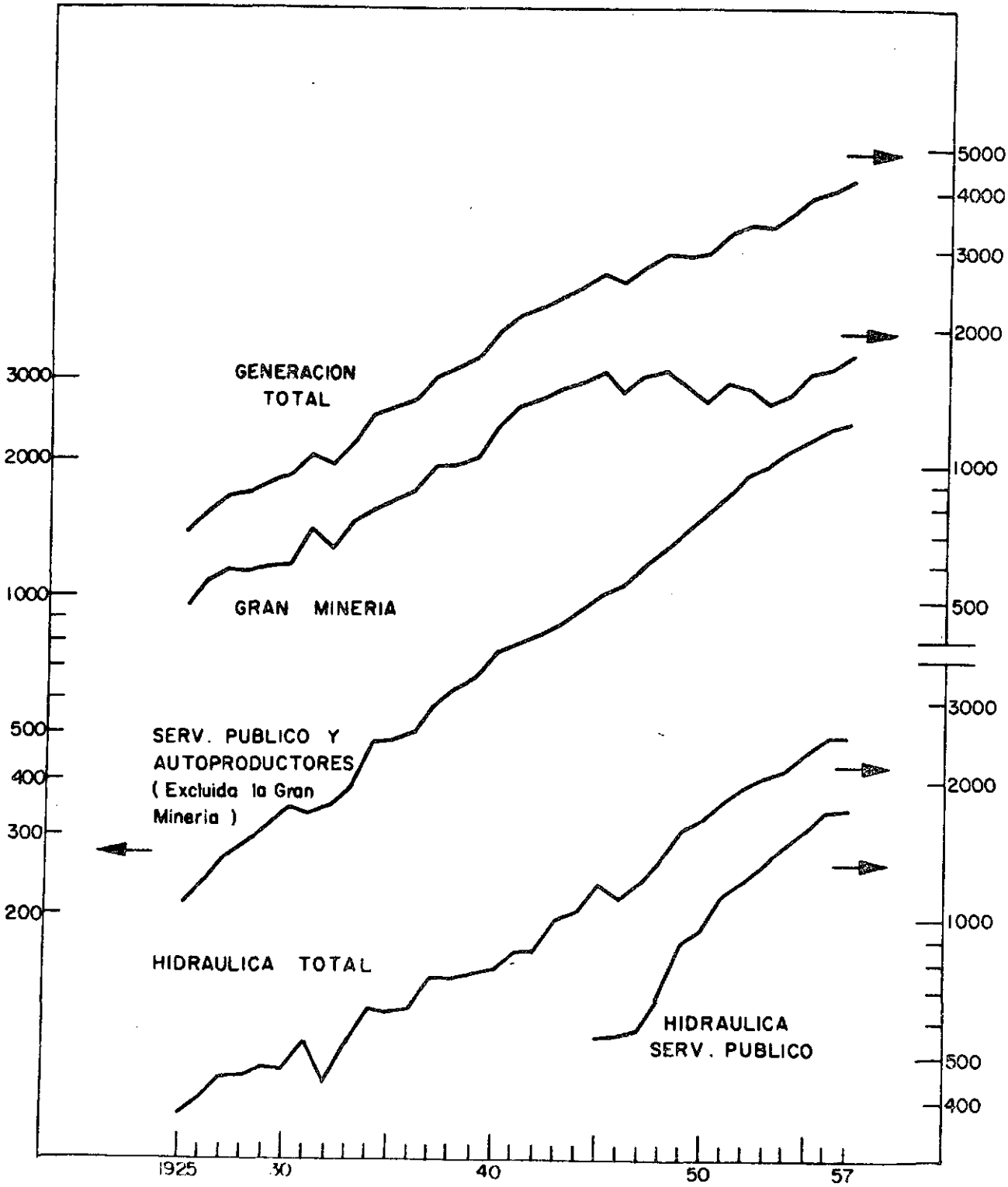
El desarrollo de la generación total, que en 1925-45 arrojó una tasa acumulativa anual de 6.8 por ciento,[10/] bajó después de la Segunda Guerra Mundial a sólo 4.2 por ciento (véase el gráfico 4). La tasa de aumento de la producción total bajó como resultado de la estabilización de la demanda de electricidad de parte de las grandes compañías mineras exportadoras de cobre, salitre y hierro. En efecto, tras haberse desarrollado a razón de 6.1 por ciento anual durante el período comprendido entre 1925 y 1945, la demanda de electricidad de esas empresas permaneció prácticamente estancada:los 1590 millones de kWh consumidos en 1945 sólo fueron sobrepasados en 1956 y 1957. En cambio, la tasa anual de aumento de la producción de los servicios de utilidad pública y otras centrales autogeneradoras, principalmente de industrias, creció de 7.5 por ciento en 1925-45 a 8.4 por ciento en 1945-47. Como resultado de estas tendencias, la producción de electricidad - menos la de la gran minería - se elevó desde 31 por ciento del total en 1925 a 39 por ciento en 1945, y a 59 por ciento del total de energía generada en 1957 (4 190 millones de kWh).

10/ Las tasas acumulativas de crecimiento se calcularon partiendo de las curvas de las tendencias.

GRAFICO 4

CHILE: GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA
(Millones de KWH)

ESCALA SEMILOGARITMICA



La elevación de la tasa de aumento de la producción de energía eléctrica fue obra principalmente de la Corporación de Fomento de la Producción, que en 1939 inició el estudio y desarrollo sistemático de la electrificación del país para consumo público, tarea que luego prosiguió la ENDESA, organismo subsidiario suyo.

La atención prestada al problema de la energía eléctrica por los organismos oficiales y el fuerte consumo de las compañías mineras, elevaron la producción de electricidad por habitante a 582 kWh en 1956, cifra más alta que la de cualquier otro país latinoamericano (véase el cuadro IV-27). El predominio de Chile es todavía más evidente si se mide en función del producto bruto. Tanto desde el punto de vista de la generación total como desde el punto de vista de la generación, excluyendo la participación de las grandes compañías mineras (342 kWh por habitante), Chile aventaja ampliamente la cifra media para la América Latina que le correspondería normalmente de acuerdo con su producto bruto por habitante (véase el gráfico 5). En efecto, su producción de electricidad es de 1.91 kWh por dólar (a precios de 1950) de producto bruto, incluyendo el consumo de las grandes empresas mineras, y de 1.13 excluyéndolo.

Mas el hecho de ser Chile el país latinoamericano de mayor consumo de electricidad por habitante no significa en modo alguno que su producción alcance a satisfacer las exigencias de las actividades productivas y la demanda doméstica. Hoy por hoy existe déficit en muchas ciudades, pero es mayor allí donde la actividad económica y la densidad demográfica son más altas, esto es, en las tres provincias centrales de Santiago, Valparaíso y Aconcagua. Se ha estimado que en 1957 el déficit de capacidad instalada en todo el país alcanzaba a unos 150 000 kW, de los cuales más de 70 000 correspondían a las tres provincias mencionadas, donde la electricidad debe racionarse durante el invierno.

En el desarrollo de la producción de electricidad de Chile han desempeñado un papel de creciente importancia los recursos hidráulicos, sobre todo desde 1940 (véase nuevamente el gráfico 4). La tasa de aumento de la producción hidroeléctrica total durante el período de 1925-45 (5.8 por ciento) fue inferior a la de termoelectricidad como resultado de la

/Cuadro IV-27

Cuadro IV-27

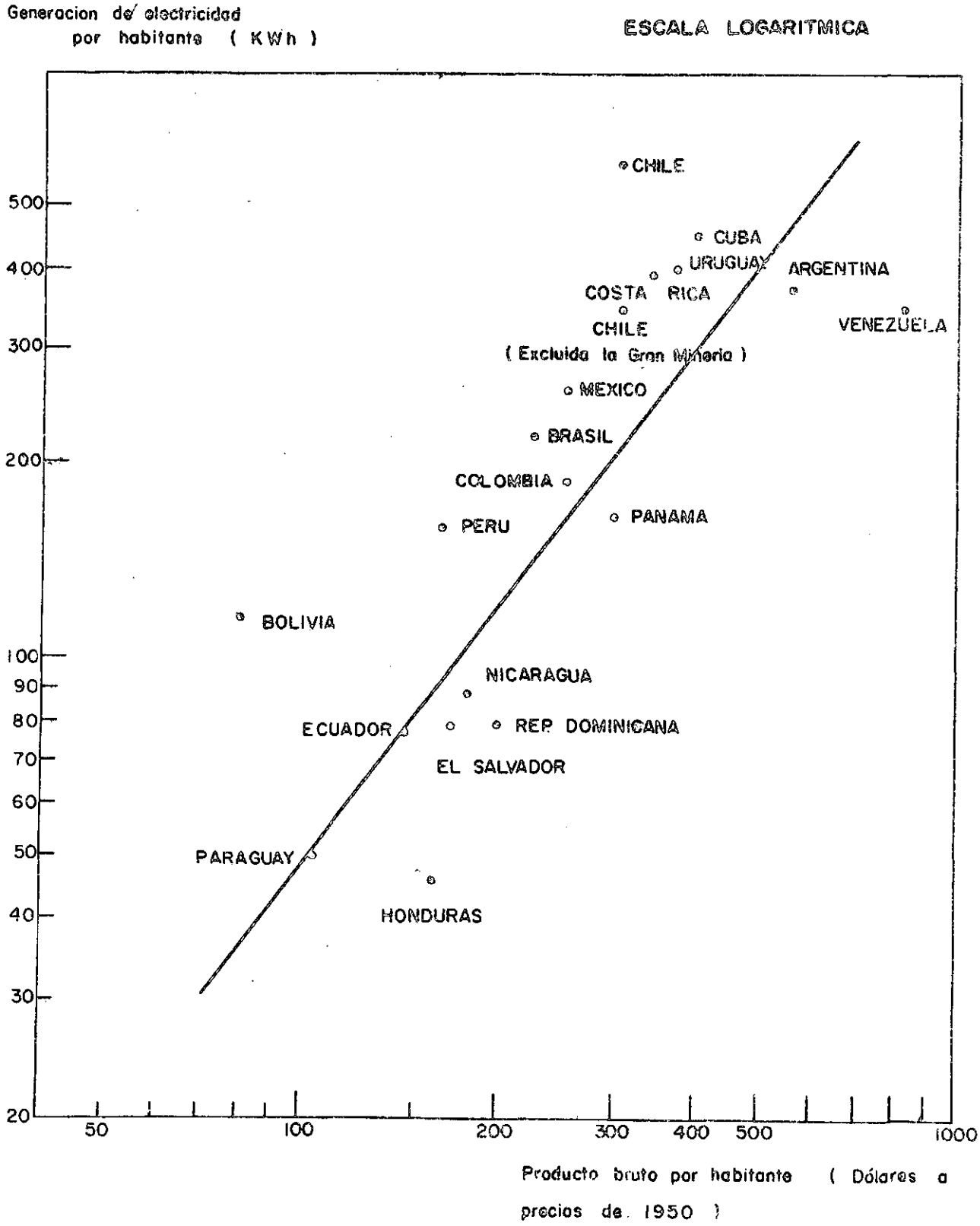
RELACION ENTRE LA GENERACION DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE Y EL PRODUCTO BRUTO POR HABITANTE, 1956

Países	Producto bruto por habitante Dólares de 1950	Generación de electricidad por habitante kWh	Relación generación producto kWh/dólar
Argentina	559	374	0.67
Bolivia	81	114	1.41
Brasil	226	218	0.97
Colombia	253	187	0.74
Chile	304	582	1.91
Ecuador	144	77	0.54
Paraguay	104	50	0.50
Perú	162	157	0.97
Uruguay	372	400	1.08
Venezuela	824	348	0.42
Costa Rica	340	392	1.15
Cuba	398	453	1.14
El Salvador	169	79	0.47
Guatemala	196	66	0.34
Haití	84	10	0.11
Honduras	160	46	0.28
Rep. Dominicana	198	79	0.40
México	252	257	1.02
Nicaragua	180	89	0.49
Panamá	298	165	0.55
América Latina	283	247	0.86

/baja relativa

GRAFICO 5

AMERICA LATINA: RELACION DE LA GENERACION DE ELECTRICIDAD Y EL PRODUCTO INTERNO BRUTO POR HABITANTE EN 1956



baja relativa registrada entre 1939 y 1940; con posterioridad sin embargo la ejecución del plan de electrificación del país elaborado por la Corporación de Fomento permitió elevarla a 8.0 por ciento en 1945-57. Resultado de ello, la participación de la hidroelectricidad en la generación total, que había descendido a 40 por ciento en 1940, después de haber llegado a 53 por ciento en 1925, volvió a ascender a 60 por ciento en 1957. El impulso dado al aprovechamiento de los recursos hidráulicos en la generación de electricidad es mucho más fuerte en lo que respecta a los servicios de utilidad pública, pues en 1945-57 la tasa anual de aumento alcanzó la alta cifra de 11 por ciento y, el último de esos años, representaba 89 por ciento del total del país, frente a un 80 por ciento en 1945 y un 69 por ciento en 1940.

Como es natural, la capacidad hiráulica instalada total de Chile ha crecido simultáneamente con la producción, elevándose de 80 000 kW en 1925 a 147 600 kW en 1940, 211 900 kW en 1945 y 520 700 kW en 1957, año en que representaba 48 por ciento de la capacidad total del país.

La proporción de hidroelectricidad dentro del total varía de una zona a otra y según sea generada por servicios de utilidad pública o por centrales privadas de las propias empresas. Los cuadros IV-28 a IV-31 resumen las estadísticas de 1957 sobre la capacidad instalada, la producción de energía eléctrica y la respectiva participación de cada una de las cinco regiones consideradas en este estudio. En el Norte Grande, la capacidad instalada y la generación de hidroelectricidad - 1 400 kW y 2.2 millones de kWh - eran insignificantes. Casi toda la capacidad y la generación pertenecen a las grandes empresas mineras y son de origen térmico. No existen centrales hidroeléctricas de servicio público.

En el Norte Chico, 21.8 por ciento de los 100 300 kW instalados y 18.3 por ciento de los 314 millones de kWh generados eran de origen hidroeléctrico. La mayor parte de la capacidad total y de la energía generada corresponde a las compañías mineras; en cambio el 75 por ciento de la capacidad y de la generación de hidroelectricidad pertenece a servicios públicos. Su mayor participación en la generación que en la capacidad instalada indica que en el Norte Chico para soportar la carga de base se emplean más las centrales hidroeléctricas de servicio público

/Cuadro IV-28

Cuadro IV-28

CHILE: CAPACIDAD ELECTRICA INSTALADA, 1957

(Miles de kW)

Zona	Autoproductores					Servicio público			Total		
	Gran minería		Otros								
	Hidraulica	Térmica	Hidraulica	Térmica	Total	Hidraulica	Termica	Total	Hidraulica	Termica	Total
1a	1.4	206.9	-	-	208.3	-	12.1	12.1	1.4	219.0	220.4
2a	4.7	57.1	0.7	12.4	74.9	16.5	8.9	25.4	21.9	78.4	100.3
3a	54.6	-	48.6	84.2	187.4	367.9	89.7	457.6	471.1	173.9	645.0
4a	-	-	1.4	1.5	2.9	24.7	2.6	27.3	26.1	4.1	30.2
5a	-	-	-	4.9	4.9	0.2	5.1	5.3	0.2	10.0	10.2
País	60.7	264.0	50.7	103.0	478.4	409.3	118.4	527.7	520.7	485.4	1 006.1

Fuente: Datos básicos de la Empresa Chilena de Electricidad.

/Cuadro IV-29

Cuadro IV-29

CHILE: PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA, 1957
(Millones de kWh)

Zona	Autoproductores					Servicio público			Total		
	Gran minería		Otros		Total						
	Hidraulica	Térmica	Hidraulica	Térmica		Hidraulica	Térmica	Total	Hidraulica	Térmica	Total
1a	2.2	1 103.2	-	-	1 105.4	-	35.0	35.0	2.2	1 138.2	1 140.4
2a	16.6	214.0	1.0	32.0 a/	263.6	40.0	11.0	51.0	57.6	257.0	314.6
3a	381.0	-	343.2 a/	103.0 a/	827.2	1 612.0	159.5	1 771.5	2 336.2	262.5	2 598.7
4a	-	-	3.0	1.8	4.8	109.0	1.3	110.3	112.0	3.1	115.1
5a	-	-	-	12.2	12.2	-	9.2	9.2	-	21.4	21.4
País	399.8	1 317.2	347.2	149.0	2 213.2	1 761.0	216.0	1 977.0	2 508.0	1 682.2	4 190.2

Fuente: Datos básicos de la Empresa Chilena de Electricidad.

a/ 23 millones de kWh producidos por centrales termoeléctricas de industrias privadas de la segunda zona han sido entregados al servicio público; lo mismo ha sucedido en la tercera zona con 35 millones de kWh de origen térmico y con 87 millones de origen hidráulico.

Cuadro IV-30

CHILE: DISTRIBUCION DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y LA GENERACION DE ELECTRICIDAD - 1957

(Porcentajes)

Zonas	Autoproductores				Servicio público		Total
	Gran minería		Otros				
	Capacidad	Generación	Capacidad	Generación	Capacidad	Generación	
Norte Grande	94.5	96.9	-	-	5.5	3.1	100
Norte Chico	61.6	73.3	13.1	10.5	25.3	16.2	100
Chile Central	8.5	14.7	20.6	17.2	70.9	68.1	100
Sur Chico	-	-	9.6	4.2	90.4	95.8	100
Sur Grande	-	-	48.0	57.0	52.0	43.0	100
País	32.2	41.0	15.3	11.8	52.4	47.2	100

Fuente: Datos básicos de la Empresa Chilena de Electricidad.

Cuadro IV-31

CHILE: CAPACIDAD INSTALADA Y GENERACION ELECTRICA DE ORIGEN HIDRAULICO, 1957

(Porcentajes)

Zonas	Autoproductores				Servicio público		Total	
	Gran minería		Otros					
	Capacidad	Generación	Capacidad	Generación	Capacidad	Generación	Capacidad	Generación
Norte Grande	0.7	0.2	-	-	-	-	0.6	0.2
Norte Chico	7.6	7.2	5.3	3.0	65.0	78.4	21.8	18.3
Chile Central	100.0	100.0	36.6	76.9	80.4	91.0	73.0	89.9
Sur Chico	-	-	48.3	62.5	90.5	98.8	86.4	97.3
Sur Grande	-	-	-	-	3.8	-	2.0	-
País	18.7	23.3	33.0	70.0	77.6	89.1	51.8	59.9

Fuente: Datos básicos de la Empresa Chilena de Electricidad.

/que las

que las centrales térmicas. Otro tanto ocurre en Chile Central y Sur Chico en cuanto a las centrales de energía de servicio público y a la capacidad total. Así, el promedio de horas de utilización de las centrales hidroeléctricas de servicio público era de 2 420 en el Norte Chico, 4 380 en Chile Central y 4 410 en el Sur Chico, al paso que el de las centrales termoeléctricas ascendía a 1 230, 1 780 y 500 respectivamente.

La región de Chile Central es la más electrificada del país, no considerando las grandes empresas mineras. Dispone del 87 por ciento de la capacidad instalada total de Chile y absorbe 90 por ciento de los kilovatios generados. La generación hidroeléctrica representa 73 por ciento de la capacidad y 90 por ciento del total generado, porcentajes que son mayores en los servicios públicos. La producción de las compañías mineras es íntegramente hidroeléctrica.

Aunque los recursos hidroeléctricos en el Sur Chico y el Sur Grande son relativamente mayores, la electrificación no ha progresado mucho allí debido al menor desarrollo económico. La mayoría de las pequeñas centrales del Sur Grande son térmicas.

Los recursos hidroeléctricos empezaron a explotarse en 1908 con la construcción de una pequeña central destinada a satisfacer parte de la demanda de Valparaíso. Dos años más tarde se construyó la central hidroeléctrica de La Florida, a orillas del Canal del Maipo, cerca de Santiago, con una capacidad total de 15 000 kW. La primera central de una capacidad superior a los 20 000 kW (los Maitenes) se construyó en 1923, en el río Colorado, para atender las necesidades de Valparaíso.

A partir de 1940, el aumento de la energía hidroeléctrica generada ha provenido principalmente de las centrales de energía construídas por la ENDESA. Las más importantes de ellas, según la fecha en que han entrado en funcionamiento, son: la central de Pilmaiquén, situada a orillas del río del mismo nombre, que cuenta hoy con una capacidad de 24 200 kW y que empezó a abastecer la región comprendida entre Valdivia y Puerto Montt en 1944, aprovechando sólo una fracción de su capacidad total. Más tarde, en 1948, se conectó la central de El Sauzal (a orillas

/del río

del río Cachapoal) que vende la energía generada por su planta de 76 800 kW a la Compañía Chilena de Electricidad y a la Compañía General de Electricidad Industrial, las que a su vez la distribuyen entre sus propios consumidores. En 1951-52 empezó a funcionar la central El Abanico, a orillas del Laja; aunque su capacidad inicial proyectada era de 120 000 kW, sólo cuenta con una de 86 000 kW y proporciona energía eléctrica a las ciudades comprendidas entre La Ligua y Temuco. En 1952 entró en explotación la central de Los Molles, situada a orillas del río del mismo nombre y que, con una capacidad de 16 000 kW, abastece las ciudades comprendidas entre Juan Soldado e Illapel. Por último, en 1955 comenzó a funcionar la central de Los Cipreses, situada a orillas del río del mismo nombre; con una capacidad de 101 400 kW abastece principalmente la red de distribución de energía.

El cuadro IV-32 resume las principales características de las centrales hidroeléctricas que se encontraban en funcionamiento en Chile en 1957, en construcción o en proyecto hasta 1973.[11] Podrá advertirse que las centrales antiguas son todas de pasada, en tanto que las estaciones modernas, como asimismo las que se encuentran en estado de proyecto, son de pasada y de embalse.

Con miras a apreciar la posibilidad de usos múltiples de los recursos hidráulicos, se hizo un cálculo provisional del aprovechamiento del agua en la generación de hidroelectricidad.[12] Para todo el país se obtuvieron 10 000 millones de metros cúbicos para 1957 y alrededor de 28 000 millones para 1973, cifra esta última muy cercana a la que se obtuvo para las necesidades del riego aplicándose los métodos actuales.

Todos los proyectos hidroeléctricos futuros están en manos de la ENDESA. Las centrales en construcción o por construirse dentro de los próximos 15 años suministrarán un total de 1 124 600 kW, 91 por ciento del cual servirá la zona central de Chile.

11/ Los proyectos centrales de energía que se indican en el cuadro IV-32 son provisionales y pueden ser modificados - aunque no en lo esencial - una vez que los estudios de ingeniería de la ENDESA tomen su forma final.

12/ Correspondiente aproximadamente a la utilización óptima.

/Cuadro IV-32

Cuadro IV-32

CHILE: CENTRALES HIDROELECTRICAS

Central	Río	Tipo	Capacidad (millones kW)	Produc. 1957 (millones kW)	Altura (metros)	Gasto medio (m3/seg.) a/	Uso de agua (millones de m3)
a) En explotación - 1957							
Norte Grande							
Varias			1.4	2.2			
Norte Chico							
Molles (Pública)	Molles	Pasada	16.0	39.3	1 154	0.7	22
Varias			5.9	18.3			
Total			21.9	57.6			
Chile Central							
Florida (Pública)	Maipo	Pasada	13.5	77.0	96	17.5	550
Maitenes "	Colorado	"	26.0	118.0	176	10.7	340
Volcán "	Volcán	"	13.0	87.3	172	7.8	250
Queltehues "	Maipo	"	36.4	285.8	202	14.4	450
Sauzal "	Cachapoal	"	76.8	262.2	120	45.0	1 420
Coya (Autoprod.)	"	"	33.0	231.6	138	2.8	90
Pangal "	Pangal	"	21.6	149.4	474	6.4	200
Cipreses (Pública)	Maule	Embalse	101.4	297.3	350	18.5	580
Abanico "	Laja	Pas.	86.0	430.3	146	39.2	1 240
Varias			63.4	397.4			
Total			471.1	2 336.3			
Sur Chico							
Pilmaiquén (Pública)	Pilmaiquén	Pasada	24.2	107.7	32	87.0	2 740
Varias			1.9	4.3			
Total			26.1	112.0			
Total del país			520.7	2 508.0			9 500
b) En construcción y proyectos hasta 1973							
Norte Grande							
Arica (Pública)	Lauca		7.5				
Antofagasta (Pública)	Loa		1.5				
Total			9.0				
Norte Chico							
Cuncumén "	Choapa	Pasada	30.0	-	apr.600	4.0	130
Chile Central							
Sauzalito "	Cachapoal	"	9.0	-	25	51.0	1 600
Isla "	Maule	"	68.0	-	95	68.0	2 100
Garzas "	"	"	200.0	-	apr.200	73.8	2 300
Rapel "	Rapel	Embalse	260.0	-	" 100	111.0	3 500
Amp. Abanico "	Laja	Pas.	49.0	-	146	34.4	1 100
Lago Laja "	"	Embalse	240.0	-	340	35.0	1 100
Antuco "	"	Pas. y Emb.	200.0	-	180	97.1	3 100
Total			1 026.0	-			
Sur Chico							
Pullinque "	Calle Calle	Pas.	49.0	-	47	81.5	2 600
Amp. Pilmaiquén "	Pilmaiquén	Pas.	10.6	-	32	26.1	800
Total			59.6				
Total del país			1 124.6				18 330

Fuente: CEPAL, sobre la base de datos de las empresas propietarias.

En el Norte Grande, donde el agua para fines hidráulicos es escasa, se está construyendo en Antofagasta una pequeña central de 1 500 kW, que aprovechará el agua potable de la ciudad. El proyecto del valle del río Azapa, proyecto que servirá para atender tanto la producción de hidroelectricidad como el riego, desviará el curso del río Lauca, cuyas aguas fluyen hacia Bolivia; se obtendrá un gasto aproximado de 2 m^3/seg., siendo el potencial instalado de 7 500 kW.

Encuéntrase en estudio la instalación de una central de pasada en Cuncumén, a orillas del Choapa, en el Norte Chico. Uno de los problemas más serios en esa parte del país es la falta de agua superficial suficiente para atender las necesidades de la agricultura. Dado que existe la posibilidad de utilizar las aguas subterráneas mediante bombeo, sería conveniente prever la posibilidad de desarrollar este tipo de riego y el potencial hidroeléctrico simultáneamente.

El mayor número de proyectos y los más importantes corresponden a Chile Central. En Sauzalito, a orillas del Cachapoal, se está construyendo una central de 9 000 kW que aprovechará los derrames de la central El Sauzal, que tienen un gasto de 45 m^3/seg. La central Los Cipreses, a orillas del Maule, y la central de la Isla, con una capacidad de 68 000 kW, actualmente en construcción, formarán una serie hidráulica. A la salida de la última se aprovecharán las aguas del río Maule para construir, según otro proyecto, la central Las Garzas, con una capacidad de 200 000 kW. Cerca de Santiago, en la ciudad de Rapel, a orillas del río del mismo nombre, se está construyendo una central de 260 000 kW, a los que después de 1973 se agregarían 130 000 más, construyéndose para ello una presa de 100 metros de alto.

Más al sur, en la zona correspondiente a la cuarta región de la ENDESA, que cuenta con ríos de régimen mixto, con gastos más regulares y mayores posibilidades de embalse, en el lago Laja se están construyendo las obras de embalse necesarias para ampliar la central del Abanico en 49 999 kW. Existe también el proyecto de utilizar las aguas de ese lago para construir una central de 240 000 kW, que podría aumentarse en medida sustancial si se encontrasen la manera y los medios de reducir la

/filtración del

filtración del lago a través de la barrera de lava natural (47 m^3/seg.)[13]. En el río Laja, en la localidad de Antuco, se ha proyectado otra central, de pasada y pie de embalse, con una capacidad de 200 000 kW. Para alimentar esa central se aprovecharía, por desviación, parte del caudal del río Polcura.

En el Sur Chico, además de una nueva unidad de 10 600 kW en construcción para ampliar la central del Pilmaiquén, se está levantando la de Pullinque, de 49 000 kW. En el Sur Grande, no obstante el inmenso potencial hidroeléctrico disponible, por el momento no se ha proyectado ninguna central de energía hidroeléctrica debido al escaso nivel de desenvolvimiento industrial que ha alcanzado esa parte del país. En vista de las posibilidades de utilizar el potencial disponible en fines industriales - industrias electroquímicas, agua pesada, etc. - podrían llevarse más a fondo los estudios preliminares y preparar proyectos definitivos para centrales hidroeléctricas.

El cuadro IV-33 muestra, para cada una de las cinco regiones geográficas, la capacidad hidroeléctrica de que podría disponerse al cabo de los próximos 15 años (excluyendo las instalaciones de las grandes compañías mineras) en caso de completarse las centrales en construcción y de ejecutarse los proyectos mencionados precedentemente.

La nueva capacidad que habría que instalar durante el período 1958-73 sería dos veces y media la actual capacidad instalada del país y significaría (sin tener en cuenta las centrales de energía pertenecientes a las grandes empresas mineras) que la participación de la hidroelectricidad en el total aumentaría de dos tercios a tres cuartos, en cifras redondas. En Chile Central y Sur Chico su contribución sería mayor, alcanzando a 80 por ciento. Para interpretar correctamente estas cifras, hay que anotar que, además de los proyectos hidroeléctricos de la ENDESA de aquí a 1973, debemos considerar que la Compañía Chilena de Electricidad

13/ La necesidad de agua de riego impide utilizar todas las aguas del lago Laja en la producción de hidroelectricidad. Lo mismo puede decirse respecto de las centrales de La Isla y Las Garzas, en el río Maule.

/Cuadro IV-33

Cuadro IV-33

CHILE: PROYECCION DE LA CAPACIDAD HIDROELECTRICA INSTALADA PARA 1973 b/

Regiones Geográficas	1957		1973			
	Capacidad (millones kW)	Porcentaje del total	Capacidad (millones kW)	Porcentaje de la capacidad térmica e hidráulica total	Porcentaje de la capacidad hidráulica tecnicamente instalable	Porcentaje de incremento con respecto a 1957
Norte Grande	-	-	9.0	41.7	22.5	-
Norte Chico	17.2	44.7	47.2	41.2	15.7	175
Chile Central	416.5	70.5	1 442.5	79.4 a/	18.7	244
Sur Chico y Sur Grande	26.3	65.1	85.9	82.4	0.6	227
Total	460.0	67.5	1 584.6	77.0	7.1	245

Fuente: Datos básicos de la ENDESA.

a/ Se han considerado 200 000 kW que instalará la Compañía de Electricidad.
b/ Excluída la gran minería.

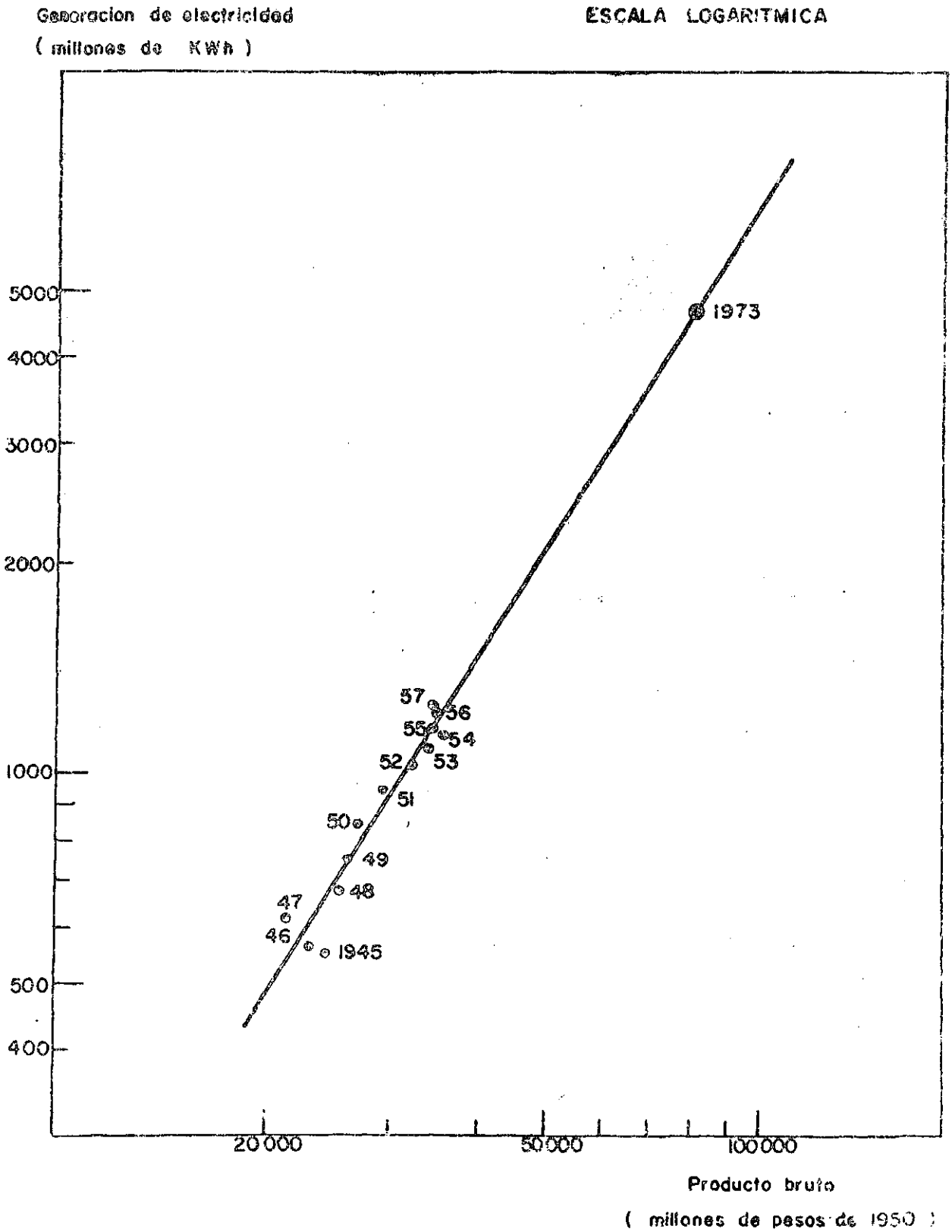
puede instalar 200 000 kW. (Véase más adelante el cuadro 41.) En lo referente a la zona central de Chile, la Compañía ha decidido instalar una central de 100 000 kW en Carrascal, existiendo la posibilidad de aumentarla en el futuro - si se autorizaran tarifas más elevadas - sea en Carrascal mismo o en otro sitio cerca de la costa, con lo que el potencial que podría instalarse ascendería a 200 000 kW, y aún a 400 000.

En cuanto a las grandes empresas mineras, las únicas centrales hidroeléctricas que existen son las de Pangal y Coya, pertenecientes

/al mineral

GRAFICO 6

CORRELACION ENTRE LA GENERACION DE ELECTRICIDAD DESTINADA A LA INDUSTRIA Y EL PRODUCTO BRUTO DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA



al mineral de El Teniente, en Rancagua. Nada se sabe acerca de proyectos hidroeléctricos para el futuro.

En vista de los planes para ampliar la capacidad eléctrica instalada, han de calcularse los posibles cambios que pudiera experimentar la demanda entre 1958 y 1973. Existen por supuesto varios métodos de proyección de la demanda futura de electricidad, aunque todos ellos dan resultados sólo aproximados, por lo que una previsión exacta es imposible. En 1954, la ENDESA, tomando como base las tasas de aumento históricas y las posibilidades de desarrollo industrial, calculó la demanda anual de electricidad (demanda máxima de capacidad y producción) hasta 1964, por cada centro de consumo (subestaciones)[14/] sin considerar las grandes compañías mineras. Se está aplicando ahora el mismo método para hacer nuevos cálculos y corregir las discrepancias entre las antiguas previsiones y la situación real. El presente estudio contiene una estimación provisional - sujeta a revisión una vez que se conozcan los resultados de los cálculos de la ENDESA - del total de la electricidad que Chile debería producir para satisfacer las necesidades de la industria fabril y demás consumos (excluyendo el de la gran minería) en el supuesto de que el producto bruto por habitante creciera a razón de 2 por ciento anual.

La generación de electricidad para consumo industrial, que constituye un bien de consumo, está estrechamente vinculada con el producto bruto nacional de la industria fabril (véase el gráfico 6), habiéndose registrado en 1945-57 una relación producto-elasticidad de 1.64. La producción de electricidad (que se considera un bien de consumo) para los demás sectores de consumo también reveló una estrecha correlación con el ingreso nacional, obteniéndose un coeficiente ingreso-elasticidad de 2.08 (véase el gráfico 7).

Tomando como base estas cifras de elasticidad, el producto bruto nacional de la industria fabril y el ingreso nacional que podría obtenerse en 1973 de acuerdo con la hipótesis adoptada en el caso del crecimiento del producto bruto, se calculó que habría que generar 8 700 millones de kWh,

---

14/ Véase ENDESA, Plan de electrificación del país, 1954.

/de los

de los cuales 4 600 millones corresponderían a usos industriales y 4 100 a otras formas de consumo, sin considerar las grandes empresas mineras. Entre 1957 y 1973 la producción de electricidad para la industria aumentaría con una tasa acumulativa anual de 8.6 por ciento, o sea, ligeramente superior al 8.1 por ciento registrado entre 1945-57. La tasa anual de aumento de la generación de electricidad para los demás sectores de consumo sería igual a la registrada en el período anterior, esto es, 8.0 por ciento. No se ha hecho ningún estudio especial para determinar la distribución de la demanda total por zonas geográficas. Con fines puramente ilustrativos, para 1973 se admitió el mismo porcentaje de distribución registrado en 1957 (véase nuevamente el cuadro IV-33), 15/ aunque es muy probable que ocurran pequeños cambios, sobre todo en las zonas de consumo más bajo, de acuerdo con la localización de las industrias y las diferencias relativas en la disponibilidad de energía eléctrica. Además, es un hecho que el aumento porcentual de la demanda es mayor en los centros en que el consumo por habitante es más limitado que en aquellos donde ya es alto y donde aparecen síntomas de saturación de algunos tipos de demanda.

La comparación de las estimaciones de la demanda para 1973 y los proyectos existentes para ampliar la capacidad instalada indica que, en términos generales, las centrales previstas bastarían si se aumentara el promedio anual de horas de utilización en un 10 por ciento con relación a 1957. Por cierto, la situación puede variar de un centro de consumo a otro y de acuerdo con las horas de carga máxima. Además, es posible - si bien no es recomendable como principio general - que algunas grandes industrias instalen sus propias centrales, sobre todo si la capacidad no aumenta con una tasa anual satisfactoria, ya que, como se ha indicado, existen déficit en algunas partes del país.

Una vez calculadas las necesidades totales de energía eléctrica, sería de sumo interés determinar la proporción óptima de termoelectricidad para la economía chilena. Mas para ello habría menester de un

---

15/ Estas cifras habrá que revisarlas una vez que se conozcan los resultados de la ENDESA.

/largo y

largo y detallado estudio que escapa al alcance del presente informe. La distribución óptima depende de tantos y tan complejos factores que el porcentaje apropiado de termoelectricidad varía de un país a otro y aún de una región a otra dentro de un mismo país, y ha de calcularse, por consiguiente, de acuerdo con las necesidades de cada unidad geográfica de consumo y de cada proyecto concreto capaz de satisfacerlas. Todavía más, consideraciones de orden práctico suelen imponer a veces soluciones reñidas con un criterio estrictamente económico.

La elección entre la hidro y la termoelectricidad la determinan por supuesto la inversión necesaria por kW - incluyendo no sólo la central de energía eléctrica, sino también las obras de ingeniería civil, líneas de transmisión, subestaciones, etc. - y los costos comparativos por kWh producido, los que a su vez dependen del servicio financiero de las inversiones, necesidades de reposición, costos generales y factor de utilización de la central. Pero la inversión y el costo del kWh no son los únicos elementos que han de tenerse en cuenta. Existen otros, como la posibilidad de obtener capital para invertir, y la incidencia de ese capital y también del combustible usado en la generación, en el balance de pagos.

En términos generales, puede decirse que Chile está singularmente bien dotado para producir hidroelectricidad, salvo en el Norte Grande y parte del Norte Chico, donde la escasez de recursos hidroeléctricos económicamente utilizables impone la generación térmica.

La inversión total por kilovatio hidroeléctrico instalado, que debe compararse con la cifra correspondiente de una central termoeléctrica, tomada como punto de referencia, varía ampliamente según los diferentes sitios de potencial hidroeléctrico. En Europa, el costo medio de instalación por kilovatio hidroléctrico es más del doble del costo del termoeléctrico, y en algunos casos más del triple. En Chile, por el contrario, la relación es mucho más favorable para las centrales hidroeléctricas. De acuerdo con los estudios de la ENDESA,[16] el costo por

16/ Véase también Raúl Sáez, El problema de la energía eléctrica y el desarrollo industrial de Chile, 1957.

/kilovatio de

kilovatio de hidroelectricidad, incluyendo las obras hidráulicas, las líneas de transmisión y las subestaciones, sería de un 30 a 80 por ciento más alto que el del termoeléctrico. Asimismo, un estudio comparado de los costos por kWh de origen hidroeléctrico y termoeléctrico para una central de Concepción (zona carbonera) indicó que para poder competir, la central termoeléctrica habría tenido que adquirir el combustible aún en el caso del carbón, a un precio que resultaba considerablemente inferior al costo de producción. También ha de tenerse presente que en Chile las centrales termoeléctricas exigen un mayor porcentaje de inversión de divisas. Así, por ejemplo, mientras una central hidroeléctrica de 100 000 kW situada en la zona central de Chile necesitaría un 25 por ciento de sus inversiones totales en divisas extranjeras, una termoeléctrica demandaría alrededor del 50 por ciento.[17/]

Estos datos bastan para mostrar la ventaja económica que tendría para el país el que las inversiones se orientaran principalmente hacia la producción de energía hidroeléctrica. Pero, sería un error suponer que en un país como Chile, que dispone de un potencial hidráulico relativamente abundante, sería preferible eliminar del todo la energía termoeléctrica. Siempre se necesitará cierto porcentaje de ésta. Son bien conocidas las ventajas de las centrales termoeléctricas de punta, con un bajísimo rendimiento de kWh por kW instalado. Las centrales hidroeléctricas, aun en el caso de estar conectadas entre sí, no permiten ajustar perfectamente la generación a la demanda, sin contar con un exceso de instalaciones o enormes represas, lo que significaría inversiones excepcionalmente cuantiosas. Por consiguiente, siempre conviene disponer de cierto volumen de termoelectricidad para complementar las fuentes de hidroelectricidad. En este sentido, ambos tipos de energía son necesarios en Chile, sobre todo por cuanto la hidroelectricidad está sujeta a variaciones anuales y pueden presentarse años de grandes sequías. Además, cuando hay que resolver problemas de escasez y racionamiento de energía, la construcción de centrales termoeléctricas demanda menos tiempo (de uno a dos años).

17/ Véase Raúl Sáez, op. cit.

/Otra ventaja

Otra ventaja de las instalaciones termoeléctricas reside, aparentemente, en los mayores incentivos que ellas ofrecen al capital privado extranjero, con lo que se evitaría tener que recurrir al capital nacional cuando éste es escaso, o a préstamos internacionales.

A título comparativo, es del caso señalar que en dos países europeos grandes consumidores de hidroelectricidad - Italia y Suecia - la capacidad termoeléctrica instalada ascendía en 1956 a 21 por ciento del total; en el Canadá alcanza a sólo 13 por ciento.

Quizás convendría aclarar que los porcentajes de hidroelectricidad del cuadro IV-33 correspondientes a 1973 representan sólo una indicación aproximada de lo que sería más apropiado para la economía chilena, y que la instalación de una capacidad termoeléctrica adicional de 400 000 kW en la parte central de Chile resultara acaso excesiva, sobre todo si se tiene presente que el consumo anual del carbón necesario subiría a cerca de medio millón de toneladas, en el caso de que esa capacidad se utilizara sólo durante 2 500 horas anuales.

Como se indicó en el capítulo referente a la hidrología, los ríos chilenos tienen regímenes diferentes, de modo que las posibilidades de utilizar su potencial hidroeléctrico varían según las estaciones del año y las distintas zonas geográficas.

El problema es más serio en el Norte Chico, en Chile Central y en el Sur Chico. En la primera de estas regiones, los ríos de régimen mixto ventisqueros-lluvias pueden secarse a fines del verano y del invierno. El régimen de ventisqueros es característico de los ríos de la parte norte de Chile Central (Aconcagua, Maipo, Rapel y Mataquito), si bien muestran cierta tendencia al régimen mixto ventisqueros-lluvias; por lo que están expuestos a grandes avenidas durante la primavera y a comienzos del verano, al paso que el caudal es muy escaso en otoño y en invierno. Los ríos de más al sur (Maule, Itata y Bío-Bío) pertenecen al régimen nieve-lluvia de modo que su caudal aumenta con las lluvias durante el invierno y con los deshielos durante el estío. En la parte sur los ríos Toltén e Imperial señalan la transición entre Chile Central y el Sur Chico, con sus ríos Valdivia, Bueno, Petrohué, Maullín, Chamiza y Puelo, que corresponden de lleno al régimen de lluvia y en los cuales

/las crecientes

las crecientes provocadas por las lluvias de invierno se prolongan como resultado del derretimiento de las nieves. Por último, el régimen de los demás ríos del Sur Chico y del Sur Grande es mixto ventisquero-lluvia, aunque predomina la influencia del derretimiento de la nieve. Es del caso subrayar que esta enumeración es sólo muy general, ya que los regímenes pueden variar entre un río y otro de una misma zona y aun, entre dos puntos distantes de un mismo río. De igual modo, la tendencia de la tasa de escurrimiento de un río varía de un año a otro, pues no siempre el caudal corre en la misma forma. Además, la existencia de numerosos lagos de gran capacidad al sur del Bío-Bío aumenta grandemente las posibilidades de regularizar las aguas en la parte meridional de Chile Central y en las regiones del Sur Chico y el Sur Grande.

Conviene destacar la complementación hidrológica que existe entre los ríos con régimen de ventisqueros y los ríos con regímenes de lluvia o de nieve y lluvia. En verano, cuando las aguas de los primeros son altas (tipo Aconcagua), las de los segundos son bajas y en invierno, cuando las del primer tipo tienden a secarse, las del segundo están en crecida. De ahí que las posibilidades de complementación hidroeléctrica mediante conexiones entre las centrales de energía de las distintas zonas son en Chile muy amplias y favorables.

Sabido es que en cualquier sistema basado en una central de energía hidráulica, la demanda de energía presenta variaciones horarias, diarias y estacionales que no corresponden a las que experimenta el gasto del río. Es evidente que al ajustar la producción de energía a la demanda debe ponerse el máximo cuidado en evitar el desperdicio del agua; es por ello aconsejable conectar entre sí las distintas centrales de energía para aprovechar mejor los recursos. Evidentemente es imposible conectar en forma apropiada todas las centrales de energía hidroeléctrica y los centros de consumo, pero las conexiones parciales de alcance cada vez mayor permiten utilizar mucho mejor los recursos hidroeléctricos. También contribuiría a ello la interconexión de las centrales termoeléctricas pertenecientes a productores de electricidad independientes. Por otra parte, la interconexión facilita la

/especialización funcional.

especialización funcional. Las centrales hidroeléctricas de pasada pueden soportar, merced a su utilización máxima, la carga de base del diagrama de demanda, en tanto que las centrales de pie de embalse (natural o artificial) permitirían un mejor ajuste diario o estacional de los recursos hidráulicos al consumo.

La ENDESA ha enfrentado con decisión el problema de la conexión de las centrales en la zona central de Chile, existiendo ya una red interconectada que se extiende desde La Ligua hasta Temuco, que comprende las centrales hidroeléctricas de Sauzal, Cipreces y Abanico, todas ellas de la ENDESA, y las estaciones hidro y termoeléctricas pertenecientes a la Compañía Chilena de Electricidad, y también algunas centrales de productores independientes. En 1956, esta red generó 1 755 millones de kWh (763 por ciento del total del país, sin considerar las grandes empresas mineras); existe un importante intercambio de energía entre las zonas tercera y cuarta de la ENDESA, habiéndose transmitido 60.7 millones de kWh hacia el norte y 67 millones hacia el sur. La transmisión hacia el norte se ha concentrado principalmente durante el otoño y el invierno (37 millones de kWh durante los meses de junio, julio y agosto), en tanto que la mayor parte de la transmisión hacia el sur se realiza a comienzos del verano (40.5 millones de kWh en noviembre y diciembre).[18/]

En 1957, se transmitieron 42.7 millones de kWh desde la cuarta zona hacia la tercera y 53.5 millones en sentido inverso. Estas transmisiones se distribuyeron mejor durante todo el año, persistiendo sin embargo las diferencias características del invierno y del verano.

Un proyecto para el futuro prevé la unión casi total entre las segunda, tercera, cuarta y quinta zonas de la ENDESA (situadas entre los paralelos 27 y 42). El hecho de que pueda ser necesario utilizar cantidades crecientes de agua para el riego en el centro y el norte

18/ La transmisión hacia el sur durante los meses de noviembre y diciembre se vio dificultada principalmente debido a la clausura temporal de la central de energía de El Abanico.

/del país,

del país, provocará seguramente en el futuro una gran transmisión de energía hidroeléctrica desde el sur hacia el norte, por cuanto las partes australes del país poseen recursos hidráulicos más abundantes.

El problema más difícil de Chile consiste en obtener fondos para las inversiones necesarias para llevar a cabo el programa de ampliación de la capacidad instalada. La instalación de 1 125 000 kW hidroeléctricos y 257 000 kW termoeléctricos (excluyendo las grandes empresas mineras) que se ha previsto en el presente estudio durante los próximos quince años, requeriría, teniendo en cuenta las redes primarias de transmisión, una inversión cercana a los 350 millones de dólares (de los cuales 280 millones serían para la producción de hidroelectricidad). La inversión en divisas alcanzaría a 110 millones de dólares,[19] de los cuales 75 millones corresponderían a hidroelectricidad.

Los inversionistas privados han carecido por mucho tiempo de todo interés en la industria eléctrica, y casi todo el peso de las inversiones para ampliar la capacidad instalada ha recaído sobre el Estado. De los 410 000 kW que se instalaron en Chile en 1945-57 (sin considerar las grandes empresas mineras), 312 000 kW pertenecen a la ENDESA, cuyo capital es proporcionado casi en su totalidad por la Corporación de Fomento y otros organismos autónomos del Estado. En el curso de los próximos años, la ENDESA participará en gran escala en las inversiones en obras eléctricas de servicio público (en realidad, de todo el servicio público, salvo el que efectúa la Compañía Chilena de Electricidad), y para ello requeriría nuevas contribuciones públicas, precisamente cuando la situación de Chile en lo que respecta a la formación de capital nacional es muy crítica. A diferencia de muchas compañías públicas de electricidad de otros países y contrastando con la situación interna en lo que respecta al agua potable y al agua de riego, la ENDESA ha obtenido utilidades de la venta de electricidad y ha podido, mediante la revaluación de su activo, utilizar la depreciación como medio de obtener fondos de inversión. Las nuevas inversiones de la ENDESA ascendieron

19/ A esta suma habría que agregar las inversiones en las redes secundarias y de distribución.

a 1 232 millones de pesos en 1953, a 2 664 millones en 1954, a 3 436 millones en 1955, a 6 461 millones en 1956 y a 10 516 millones en 1957 (cerca de 9.3, 15.6, 12.7, 12.5 y 14.9 millones de dólares respectivamente); de estas sumas, los fondos provenientes de utilidades[20/] y depreciación alcanzaron a 20.2, 16.1, 27.2, 31.3 y 34.8 por ciento. Habría que agregar que el crédito público internacional ha ayudado a financiar las inversiones mediante préstamos concedidos por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (15 millones de dólares en 1956 y 13.5 millones en 1948) y el Banco de Exportación e Importación (11.1 millones de dólares en dos cuotas, en 1939 y 1946).

El alza de las tarifas eléctricas mejoraría más la situación. Hay que señalar a este respecto que la inflación ha mermado el rendimiento de las tarifas así, mientras el ingreso bruto medio por kWh en 1958 era 8.6 veces el de 1948, en el mismo período el costo de la vida en Santiago había aumentado doce veces. El Congreso tiene en estudio una modificación de la Ley de Servicios Eléctricos de 1931 que permitiría aumentar sustancialmente los recursos necesarios para proseguir el cumplimiento del programa de electrificación de Chile.

20/ La Corporación de Fomento reinvierte sus utilidades en su programa de electrificación.

IV. UTILIZACION EN LA INDUSTRIA Y LA MINERIA

1. Desarrollo y perspectivas de la industria y la minería

En la descripción general de Chile señaláronse los cambios estructurales que experimentó la economía chilena después de los años treinta. El nivel de la actividad minera, principalmente la del salitre y cobre, se elevó apenas, mientras la industria creció con rapidez fomentada por el gobierno. Cabría recordar el papel que desempeñan la minería y la industria en la economía nacional, a través de su participación en el ingreso nacional y el valor de las exportaciones. Por lo que toca al primero, la participación de la minería bajó de 12.7 por ciento en 1925 a 5.8 por ciento en 1956, aunque todavía aporta casi la misma proporción de exportaciones (alrededor de 85 por ciento); la aportación de la industria al ingreso nacional aumentó de 10.9 por ciento en 1925 a 19.6 por ciento en 1956. Pese a la creciente demanda de agua de estos dos importantes sectores, sus necesidades totales sólo representan una pequeñísima proporción de la que emplea para el riego la agricultura, actividad que genera cerca del 15 por ciento del ingreso nacional. (Véanse los cuadros IV-34 y IV-35.) El sector industrial ha evolucionado en forma muy dispareja desde los años 40, cuando se inició una política de industrialización del país. El desarrollo más intenso se registró en la industria metalúrgica pesada, gracias a la creación de la Compañía de Acero del Pacífico (CAP) por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). La producción siderúrgica, gran consumidora de agua, aumentó de 50 000 a 300 000 toneladas en 1940-56. Otro importante proyecto que emprendió la CORFO fue el establecimiento de la refinería de petróleo de Concón, cerca de Valparaíso (Empresa Nacional de Petróleos (ENAP)). La acción de la CORFO también se extendió a otros renglones de producción que estaban en manos de la iniciativa privada, como la industria de neumáticos, de productos químicos y la azucarera. Entre los sectores que no recibieron el estímulo directo de la CORFO se encuentra el textil que dobló con creces su producción. En el cuadro IV-36 se señala el progreso de cada industria y permite apreciar que, pese al establecimiento de una industria pesada, Chile se encuentra en

/Cuadro IV-34

Cuadro IV-34

CHILE: VALOR AGREGADO POR LA MINERIA Y LA INDUSTRIA EN RELACION CON EL INGRESO NACIONAL (1925-1956)

(Millones de pesos de 1950)

Año	Valor agregado		Ingreso nacional	Proporción del ingreso nacional	
	Minería	Industria		Minería	Industria
1925	7 399	6 360	58 182	12.7	10.9
1930	7 416	7 261	70 325	10.5	10.3
1935	6 350	8 504	72 159	8.8	11.8
1940	8 524	10 358	87 360	9.8	11.9
1945	6 288	20 220	113 701	5.5	17.8
1950	7 635	22 327	130 662	5.8	17.1
1955	7 133	26 147	151 270	5.5	19.0
1956	9 613	28 950	149 530	5.8	19.6

Cuadro IV-35

CHILE: COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES

(Porcientos)

Exportaciones	Minería			Industria	Otras exportaciones	Total
	Gran Minería	Pequeña y mediana minería	Total			
1928-30	84.5	1.7	86.2	3.3	10.5	100
1934-36	70.1	6.4	76.5	3.8	19.7	100
1940-42	80.1	4.0	84.1	4.0	11.9	100
1943-45	72.1	3.7	75.8	10.0	14.2	100
1949-51	73.6	4.9	78.5	8.2	13.3	100
1955	76.3	8.1	84.4	8.0	7.6	100
1956	78.3	9.5	87.8	6.0	6.2	100

/Cuadro IV-36

Cuadro IV-36

CHILE: VALOR DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL

(Miles de millones de pesos de 1950)

Sector industrial	1948	1950	1951	1952	1953	1954	1955
Alimentos	14.0	14.6	15.3	16.0	19.0	19.3	18.6
Bebidas	2.4	2.5	2.5	2.9	3.3	3.2	3.5
Tabaco	2.1	2.0	1.9	2.0	2.1	2.2	2.2
Textiles	8.4	8.4	8.3	8.9	9.6	10.1	10.2
Calzado	2.8	2.7	2.5	2.5	2.7	2.7	2.7
Confecciones	14.6	13.2	12.8	13.3	14.6	14.9	15.0
Madera	4.0	3.1	3.7	3.2	3.0	3.9	3.4
Celulosa, papel y cartones	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1
Imprenta y litografía	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.3
Cuero	1.6	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	1.0
Caucho	0.4	0.4	0.4	0.7	0.6	0.8	0.6
Productos químicos	3.1	3.2	3.5	3.6	3.4	3.5	3.4
Gas y derivados del petróleo	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Minerales no metálicos	2.6	2.5	2.5	2.8	3.0	3.3	3.0
Metálicos básicos	1.3	1.0	3.6	4.5	4.7	5.1	4.2
Mecánicas y metalúrgicas	2.1	1.8	6.0	7.5	8.0	8.5	7.2
Varios	...	...	...	0.2	...	...	...
Electricidad	1.1	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2

/realidad en

realidad en una etapa inicial de industrialización pues predominan las industrias livianas, como las de alimentos, textiles y vestuario.

Las perspectivas de la minería y de la industria también varían considerablemente según los sectores. Por lo que toca al cobre, las principales minas chilenas tienen costos de producción que figuran entre los más bajos del mundo. Gracias a las condiciones propicias para la inversión privada de los últimos años, ha habido interés en aumentar la producción, y las dos empresas principales han emprendido un programa quinquenal de inversiones con el que ampliarían la producción de 445 000 toneladas en 1956 a 530 000 en 1960. Aunque recientemente el mercado internacional del cobre ha estado flojo, a largo plazo la demanda mundial de este metal acusa una tendencia alcista y los minerales chilenos estarían en buena situación de competir.

Las salitreras también están llevando a cabo programas de inversión, con los cuales se pretende diversificar la producción extrayendo mayor cantidad de subproductos para así mejorar la capacidad de competencia de la industria que era muy precaria.[21]

Gran parte del crecimiento industrial se deberá a la labor de la Corporación de Fomento. Los principales planes en estudio o que empiezan a ejecutarse son los siguientes:

i) Duplicación de la capacidad de la empresa siderúrgica de Huachipato, dentro de los próximos cinco años, mediante la instalación de un segundo alto horno para elevar la producción total a 600 000 toneladas anuales;

ii) Ampliación de la industria de papel y celulosa hasta producir 400 000 toneladas al año, mediante el establecimiento de 5 nuevas fábricas en el sur de la Zona Central de Chile;

iii) Construcción de 5 fábricas de azúcar con alrededor de 20 000 toneladas de capacidad cada una, que se levantarán en Linares (ya está en construcción), Rancagua, Chillán, Temuco y Osorno;

iv) Establecimiento de una industria carboquímica cerca de Huachipato aprovechando los derivados de la producción de coque; construcción de una industria petroquímica cerca de la refinería de Concón y, para un futuro más distante, establecimiento de

21/ Véase la sección 2, siguiente, en que se describen los planes de ampliación de las principales empresas salitreras.

/una industria

una industria electroquímica aprovechando la posibilidad de producir hidroelectricidad barata en el sur de Chile.

Para obtener una visión amplia de las perspectivas de la industria en 15 ó 20 años más habida cuenta de éstos y otros proyectos se han hecho proyecciones basadas en la elasticidad-ingreso de la demanda de productos industriales y corregidas según las condiciones de la producción y el balance de pagos. Estas proyecciones generales se presentan en el cuadro IV-37 y se basan en la hipótesis más optimista de que el producto bruto por habitante aumentará a razón de 2 por ciento anual.

Las actividades mineras y las industriales se encuentran en distinta situación por lo que se refiere a la provisión de agua. Las minas tienen que quedar cerca del mineral y resulta que los principales yacimientos que emplean agua en el proceso de elaboración están situados en la árida zona del Norte Grande (cobre en Chuquicamata, salitre en Pedro de Valdivia y María Elena) a tanta altitud (la mina de cobre de El Teniente se encuentra a 3 500 metros) que el agua escasea antes del deshielo. En general las empresas mineras que emplean agua para la elaboración tienen dificultad en obtenerla en cantidades suficientes y se ven obligadas a instalar tuberías para traer el agua de lejos o a someterla a tratamiento para usarla de nuevo.

En general, la industria no tiene tantas dificultades (aunque se han producido escaseces críticas de agua como acaba de ocurrir en Antofagasta). La mayor parte de la industria chilena, que es liviana, está ubicada cerca de los centros consumidores (Santiago, Valparaíso, Concepción), en las proximidades de los ríos (Maipo, Bío-Bío) o en la costa. La industria pesada (industrias siderúrgica y afines de Huachipato) se encuentra cerca de las minas de carbón, que afortunadamente se hallan a corta distancia del río más importante de Chile, el Bío-Bío. La disponibilidad de agua fue una de las principales razones para construir la planta siderúrgica en Huachipato. Sin embargo, hasta ahora el agua no ha sido en general el factor determinante del emplazamiento de las industrias. La situación será distinta cuando se establezcan industrias, como la de papel y celulosa, que son grandes consumidoras de agua. Hasta ahora la industria ha satisfecho sus

/Cuadro IV-37

Cuadro IV-37

CHILE: INDICES DE LA PROYECCION DE LA PRODUCCION a/

Año	Producto interno bruto	Alimentos manufacturados	Bebidas	Tabaco	Calzados y confecciones	Textil	Papel y cartón	Imprenta y editoriales	Maderas muebles y accesorios	Productos químicos	Caucho	Cuero	Cemento, vidrio, materiales de construcción	Productos metálicos básicos	Artículos y artefactos eléctricos y mecánicos	Combustibles lubricantes y aceites
1956	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1960	113	122	117	114	118	117	131	120	112	130	141	122	115	118	126	122
1965	139	153	143	135	148	146	164	153	131	175	180	150	142	155	171	156
1970	171	192	176	159	186	184	205	196	151	235	234	185	175	202	232	201
1973	193	220	199	175	212	210	463 b/	227	165	280	274	209	198	236	279	233

a/ Corresponde a un crecimiento del producto interno bruto per capita de 2% anual y de 2.2% de la población.

b/ Incluye 2 600 millones de pesos que corresponden a las industrias de celulosa que se instalarán en el país y que no han sido consideradas en las bases de la proyección.

necesidades de agua sin tener que incurrir en costos elevados de transporte o reaprovechamiento. La ubicación de las actividades mineras e industriales aparece en los cuadros IV-38 y IV-39. Las estadísticas datan del año 1952; el cambio más importante registrado desde ese año ha sido el desarrollo de la industria pesada en la provincia de Concepción.

2. Necesidades de agua de los principales usuarios mineros e industriales

En Chile no hay estadísticas oficiales sobre la cantidad de agua que utiliza la industria, con excepción del agua potable suministrada por los servicios públicos, que representa un porcentaje muy reducido del consumo industrial. No obstante, como en otros países, casi toda la demanda de agua se origina en unas pocas industrias y aún en unos pocos proyectos. Entre las actividades mineras e industriales actuales y en proyecto, los sectores y proyectos principales que requieren agua son la minería del cobre y del salitre, la industria siderúrgica, la refinación del petróleo, y las industrias química y textil. Aunque la industria de papel y celulosa no necesita gran cantidad de agua para la elaboración industrial propiamente dicha, requiere un volumen considerable para diluir los residuos que se devuelven al río e impedir su contaminación.

Cuando los proyectos eran grandes se realizaron investigaciones directas sobre sus problemas hidráulicos. Sin embargo, en algunas industrias como la química y la textil, la producción está repartida en varias fábricas medianas o pequeñas y en algunos proyectos de mayor importancia. Para otros sectores cuyas necesidades de agua son reconocidamente menores sólo fue posible preparar estimaciones preliminares basadas en la experiencia de otros países en actividades similares. Es probable que esas estimaciones contengan un gran margen de error pero esto no tendrá gran influencia sobre el cuadro general debido a que predominarán en él las industrias que son grandes usuarias de agua. El uso del agua en la termoelectricidad se tratará en otra sección.

/Cuadro IV-38

Cuadro IV-38

CHILE: UBICACION DE LAS ACTIVIDADES MINERAS POR PROVINCIAS, 1951

(Millones de pesos)

Provincia	Total	Oro	Cobre	Hierro	Manganeso	Molibdeno	Azufre	Calcio	Salitre	Carbón	Petróleo
Tarapacá	518	-	-	-	-	-	139	-	275	-	-
Antofagasta	7 643	-	5 982	-	-	-	237	-	1 110	-	-
Atacama	1 710	283	1 332	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquimbo	620	205	-	182	98	-	-	-	-	-	-
Aconcagua	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valparaíso	199	-	109	-	-	-	-	84	-	-	-
Santiago	300	-	162	-	-	-	-	-	-	-	-
O'Higgins	5 777	-	5 594	-	-	163	-	-	-	-	-
Talca	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concepción	1 213	-	-	-	-	-	-	-	-	1 196	-
Arauco	149	-	-	-	-	-	-	-	-	140	-
Malleco	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cautín	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valdivia	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aysén	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magallanes	242	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199
	18 665	630	12 909	182	108	163	376	150	1 385	1 374	199

/Cuadro IV-39

Cuadro IV-39

CHILE: UBICACION DE LAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES POR PROVINCIAS, 1952

(Millones de pesos de 1951)

Provincia	Total	Alimentos	Bebidas	Tabaco	Textiles	Calzado	Madera	Muebles	Papel	Imprenta	Cueros	Productos minerales no metálicos	Productos de caucho	Productos químicos	Petróleo y carbón	Metales básicos	Productos metálicos	Maquinaria	Maquinaria y equipo eléctrico	Transporte	Varios
Tarapacá	216	185	1	-	-	1	2	12	-	12	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Antofagasta	648	179	107	-	-	-	-	-	-	38	-	-	-	300	-	-	-	14	-	-	-
Atacama	19	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquimbo	521	126	96	-	-	10	12	-	-	3	-	190	-	59	-	-	-	-	-	27	-
Aconcagua	500	307	6	-	123	5	26	-	-	-	27	6	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Valparaíso (17.5%)	9 399	3 770	221	1 151	1 338	367	175	49	61	229	151	690	16	799	12	-	203	10	4	126	28
Santiago (53.9%)	28 996	5 233	1 155	4	5 844	3 024	892	301	1 005	965	1 047	964	589	2 534	120	1 616	1 594	341	1 214	317	232
O'Higgins	949	833	17	-	-	5	17	-	-	4	4	15	-	36	-	-	14	1	-	-	-
Colchagua	678	228	-	402	-	6	23	1	-	-	-	-	-	6	-	-	-	3	-	-	7
Curicó	215	150		-	-	9	21	5	-	4	18	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Talca	933	515	97	-	4	106	48	21	30	6	25	3	-	60	-	-	5	10	-	-	-
Maule	42	34	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Linares	259	178	49	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ñuble	322	205	27	-	-	-	15	-	-	-	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concepción (11,9%)	6 087	1 054	121	-	2 109	58	149	9	30	61	40	434	-	102	100	1 775	-	6	1	8	20
Arauco	38	18	-	-	-	-	14	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bío Bío	302	241	-	-	-	-	19	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malleco	391	247	-	-	-	-	65	15	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cautín	518	332	-	-	12	6	80	8	-	21	17	4	-	7	-	-	10	4	-	-	12
Valdivia	1 325	646	86	-	71	111	153	4	-	12	79	2	-	12	-	117	8	3	-	17	-
Osorno	715	549	32	-	28	34	25	5	-	9	10	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
Llanquihue	264	188	3	-	11	18	21	2	1	3	4	-	-	-	-	-	-	2	-	6	-
Chiloé	23	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aysén	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magallanes	288	213	11	-	-	1	9	2	-	8	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-
Total	53 654	15 468 (1)	2 042 (7)	1 599	9 543 (2)	3 807 (4)	1 789	445	1 128	1 380	1 520	2 335 (6)	606	3 943 (3)	240	3 503 (5)	1 857	421	1 219	536	307

a) Minería del cobre

i) Chuquicamata, la principal mina de cobre de Chile, está situada en la cuenca del río Loa, en una elevada meseta a 120 km de la costa, cerca de la cordillera de Los Andes. Para su producción actual de 240 000 toneladas el centro minero se abastece mediante un sistema de cinco tuberías de gravedad construída cada una en las fechas que se indican, con las siguientes capacidades y usos:

Río	Fecha	Longitud Km	Capacidad m3 por día	Usos
San Pedro I	1917	59	10 000	Instalación industrial de óxido
San Pedro II	1926	59	10 000	Instalación industrial de óxido
Salado	1951	70	36 000	Instalación industrial de sulfuro
Toconce	1918	97	4 500	Internos } y producción de vapor
Inacalari	1956	102	12 000	Internos } y producción de vapor
			72 500	

Hay una disponibilidad de 56 000 m^3 para usos industriales. En un comienzo no se usó mucha agua industrial en las instalaciones y en la fundición porque se trabajaba a base de óxidos. Sin embargo, a medida que se agotaba el estrato superior, se fueron amontonando residuos de mezclas de minerales y en 1947 se resolvió inaugurar una planta para tratar el mineral sulfurado que forma el grueso de las reservas. Pero el tratamiento del mineral sulfurado requiere casi el doble de agua que el de óxido; los coeficientes de toma de aguas son aproximadamente de ½ tonelada de agua por tonelada de mineral oxidado y 1 tonelada de agua por tonelada de mineral sulfurado. Inicialmente se habían proyectado 24 secciones de flotación para el tratamiento del mineral sulfurado pero no hubo bastante agua sino para instalar las 10 secciones que actualmente funcionan. Los 36 000 m^3 que suministra el Salado sirven para tratar (volviendo a usar parte del agua) alrededor de 40 000 toneladas diarias de mineral sulfurado. La capacidad original de la sección era apenas de 25 000 toneladas pero aumentó con los adelantos técnicos en la

/clasificación del

clasificación del mineral y la mayor velocidad de los molinos.

Actualmente el agua disponible alcanza a cubrir las necesidades industriales. A menos que se introduzca una técnica nueva o que se aumente la cantidad de agua que se vuelve a usar, cualquier incremento importante de la producción de cobre exigirá emplear mayor cantidad de agua, sobre todo si se explotan los minerales sulfurados, como es muy probable. Así por ejemplo, si el beneficio total de mineral sulfurado se eleva en 25 por ciento, se necesitarán 12 000 metros cúbicos más de agua por día. Podría obtenerse más agua del Loa (antiguamente la compañía minera tenía allí una merced de aguas que cambió por la del Inacalarí que era más accesible) o del río Grande. También sería posible, aunque queda más lejos, usar el agua del río Sapalari (en la zona en que limitan Bolivia, Argentina y Chile) antes de que se pierda en el salar de Tara. Es probable que suba el costo del agua al aumentar la distancia (las tuberías más nuevas son casi dos veces más largas que la primera que se instaló), pero, como el costo del agua sólo representa un porcentaje muy pequeño de los costos totales de producción (menos de 1 por ciento) la capacidad de las minas para competir en el mercado no se verá menoscabada.

La última tubería instalada (Inacalari) se terminó en 1956 y costó 3 millones de dólares, es decir, representó una inversión de 250 dólares por metro cúbico de capacidad diaria, de los cuales correspondían alrededor de 1/3 a la mano de obra y de 2/3 a los materiales. La mayor parte de los tubos (de acero) provenían de Huachipato, aunque algunos se importaron de los Estados Unidos por razones de fecha de entrega. Si no hubiera sido por esto, casi todos los gastos habrían sido en moneda local.

Por no contar con registros suficientemente antiguos, es muy difícil calcular la duración económica de los tubos en esta región. En las bocatomas de las tuberías del Toconce y el Salado se han instalado plantas de expurgación de aire para evitar la corrosión interna por la oxidación, y otros perjuicios. La corrosión externa no constituye un factor importante porque el suelo de la pampa es tan árido que no altera el metal. El problema más grave que plantea la conservación son las

/inundaciones. Desde

inundaciones. Desde 1890 se vienen registrando ciclos de fuertes lluvias en el verano más o menos cada siete años. En 1925 y 1953 las avenidas arrasaron con las tuberías de Chuquicamata.

ii) Las minas de cobre de El Teniente que producen actualmente 140 000 toneladas anuales están a 3 500 metros de altura cerca de los ríos Coya y El Teniente, que son afluentes del Rapel. Pese a la cercanía de estos ríos, parece que la falta de agua es un obstáculo para incrementar la producción. Cerca de 2 500 m^3 de agua se usan diariamente para fines industriales. Durante parte del año no hay gran dificultad de abastecimiento pero en el invierno, antes del deshielo, las aguas superficiales no bastan para satisfacer estas necesidades.

La Compañía ha debido así bombear agua de niveles más bajos, pero, como en el invierno su central hidroeléctrica tampoco da abasto, se está estudiando la posibilidad de construir una central diesel.

Además, para reducir su consumo al mínimo la empresa está haciendo recircular el agua y ha invertido más o menos 250 000 dólares en instalaciones para tratar el agua usada.

Por último, la Compañía tiene que hacer frente a un grave problema para eliminar sus desperdicios. Construyó un acueducto de 70 km de largo que lleva el agua servida a unos depósitos evitando así la contaminación; gran parte de estas aguas se evapora y otra se filtra al subsuelo en donde se purifica en forma natural. Pese a estas medidas de protección, los agricultores que viven río abajo en la zona de Rancagua se quejan de que el agua viene contaminada con cobre.

iii) Dificultades similares para obtener un abastecimiento adecuado se le presentan a la mina de El Soldado, cerca de Santiago. Esta mina, que es más chica, trata en la actualidad cerca de 900 toneladas diarias de mineral de buena ley y podría aumentar su producción a 1 500 toneladas si hubiera más agua. En la región de Antofagasta, es probable que la nueva mina de cobre de Mantos Blancos que todavía no está funcionando, tenga - como única posibilidad - que usar agua de la tubería que va desde la Cordillera hasta Antofagasta. Necesitaría

/aproximadamente 2 500 m^3

aproximadamente 2 500 m^3 por día. La fundición de cobre de Paipote consume 30 litros de aguas subterráneas por segundo, lo que es excesivo por cuanto el nivel freático de las aguas ha bajado durante los últimos ocho años. En la actualidad, la escasez de agua impide ampliar la fundición.

b) Extracción de salitre

Los dos principales centros de producción, María Elena y Pedro de Valdivia, se encuentran en las áridas calicheras del Norte Grande. El agua para uso industrial se saca del Loa (y de su afluente el río Salvador) y el agua dulce, de la tubería que va desde Toconce en la Cordillera hasta Tocopilla en la costa.

Los yacimientos no se encuentran muy distantes del ángulo de 90° que forma el río Loa cuando se desvía hacia el norte y las tuberías para agua industrial no tienen más de 40 km de longitud cada una. Sin embargo, como las minas están a mayor altura es necesario bombear el agua.

El agua industrial se obtiene corrientemente de cuatro mercedes en el río Salvador (afluente del Loa) y en el mismo río Loa. El volumen de agua que se consume es de 180 litros por segundo, o sea alrededor de 15 500 m^3 por día.

Hasta ahora el abastecimiento de agua industrial no ha constituído un problema serio y la compañía todavía no ha empleado otras mercedes por un total de 286 litros por segundo. Recientemente, para complementar el sistema de concentración Guggenheim que dejaba cerca de 25 por ciento de residuos, se ha introducido un nuevo método de evaporación solar con el que disminuye el desperdicio a sólo 0.1 por ciento y aumentan considerablemente los rendimientos. Este procedimiento requiere mayor cantidad de agua porque la solución de salitre se expone al sol en estanques. Actualmente hay cuatro estanques que consumen 250 m^3 de agua diarios cada uno.

Se proyecta construir cuarenta estanques para la evaporación solar; si el programa se ejecuta en su totalidad, las necesidades de agua para la elaboración del salitre aumentarán en 3 000 m^3 diarios; como el

/consumo total

consumo total de agua para fines industriales sería aproximadamente de 25 000 m^3, todavía quedaría dentro de las cantidades asignadas por las distintas mercedes. Siempre que no se saque más caudal del Loa aguas arriba, la disponibilidad bastaría para cubrir las necesidades.

Existe, sin embargo, un problema de abastecimiento para algunos usos industriales: el agua del río Loa es salobre y no sirve para la ebullición. Por otro lado, el agua dulce es muy escasa. El acueducto construído por la compañía en 1945 que trae agua de la cordillera, tenía una capacidad inicial de 13 000 m^3 por día. Por la acción de agentes corrosivos que producen filtraciones la capacidad se ha reducido a 11 000 m^3. Además éste tiene que abastecer a las minas, a la ciudad de Calama en la Cordillera y a Tocopilla en la costa. En virtud de un acuerdo suscrito por la compañía al tiempo de traspasar el acueducto al gobierno se garantiza a las minas una servidumbre mínima de 3 500 m^3 al día. El consumo corriente es, en realidad del orden de 4 500 m^3 y tiende a declinar con la reducción de la capacidad de la tubería. La escasez de agua dulce ha sido la causa principal de que no se haya podido instalar en las minas una central hidroeléctrica. Las tres centrales de energía que existen (53 000 kW de capacidad) son todas diesel. Hasta 1957 usaban el agua dulce del acueducto para el enfriamiento. Ahora, dos de ellas tienen que emplear agua salobre del río Loa, lo que agrava el problema de la conservación. Para ahorrar agua dulce y poder cubrir las crecientes necesidades de la población minera, se están reemplazando las locomotoras a vapor del sistema de transportes de las minas por locomotoras diesel. Así se podrá contar con otros 3 000 m^3 diarios de agua dulce para usos domésticos.

c) Industria siderúrgica

La principal industria siderúrgica está en Huachipato cerca de las minas de carbón y del Bío-Bío. Aunque esta empresa es con mucho el principal usuario de agua industrial de Chile, en esta región el agua es más que suficiente para cubrir tanto las necesidades corrientes como las de la ampliación proyectada.

/El agua

El agua para la acerería se bombea desde el Bío-Bío. Frente a la central de bombas había un banco de arena en el lecho del río que fue necesario sacar con una pequeña draga a succión. En Huachipato la diferencia entre las mareas es más o menos de 1 metro, pero en la central de bombas no se registran sus efectos, de modo que no hay peligro de que el agua salada suba río arriba a causa de estas variaciones. Además del agua del río se bombea agua de dos pozos de tubo - cada uno de 15 litros por segundo - para el uso de los trabajadores. Se está encargando la construcción de un tercer pozo.

Con una capacidad de 300 000 toneladas, la acerería consumirá cerca de 81 millones de m^3 de agua en 1959. La ejecución del programa de ampliación - en cuya primera fase, hasta 1964, se aumentaría la capacidad al doble - elevaría las necesidades de agua a cerca de 145 millones de m^3 en veinte años.

d) Industria de papel y celulosa

La creación de una industria de papel y celulosa sobre la base de los recursos forestales que abundan en el sur de la zona central de Chile sería el mejor medio de diversificar las exportaciones chilenas. Ya existe en el Bío-Bío una fábrica cuya producción de 40 000 toneladas anuales sería aumentada a 70 000 toneladas en 1959.

Hay planes de llevar a cabo una ampliación considerable, la que se justificaría económicamente según los estudios realizados. Se prevé la construcción de cinco fábricas que se pondrán en marcha entre 1961 y 1968. La capacidad de cada una de estas fábricas es de 300 toneladas diarias y se encuentran en los siguientes lugares:

Lugar	Abastecimiento de agua	Año de funcionamiento
Coelemu	Río Itata	1961
San Vicente	Río Bío-Bío	1961
Coigüe	Río Bío-Bío	1962
Cholgúan	Ríos Laja e Itata	1964
Constitución	Río Maule	1968

El consumo de agua de cada proyecto sería muy elevado por cuanto además del agua requerida en el procedimiento mismo - un mínimo de 1 m^3 por segundo para las fábricas del tamaño previsto - se estiman necesarios 24 m^3 por segundo para diluir los desechos de fabricación e impedir la

/contaminación de

contaminación de las aguas. Por lo tanto, habrá que proveer a las fábricas del interior con un total de 25 m^3 por segundo. Desde luego, cuando las fábricas están cerca de la costa y los desechos de fabricación van directamente al mar el consumo de agua es sólo de 1 m^3 por segundo.

En vista de la gran importancia que tiene la disponibilidad de agua para el emplazamiento de fábricas de papel y celulosa, se llevó a cabo una encuesta hidrológica especial para evaluar las localidades previstas, así como otras que estaban en consideración. Los resultados pueden resumirse como sigue:

San Vicente cerca de Huachipato parece ser un sitio excelente. Hay bastante agua en el río Bío-Bío para obtener 1 m^3 por segundo y el agua podría bombearse hasta la fábrica como en el caso de Huachipato.

Coigüe, en la confluencia de los ríos Laja y Bío-Bío, también es un emplazamiento muy bueno desde el punto de vista de los recursos hidráulicos. Sin embargo, deberían tomarse las mismas precauciones contra la contaminación de las aguas que en la fábrica vecina del Laja.

Una fábrica que se piensa instalar cerca de Constitución podría abastecerse de agua, en cantidad más que suficiente, en el río Maule.

Con todo, antes de emprender los proyectos de Coelemu y Cholgúan debería reunirse mayores datos hidrológicos. El emplazamiento de Coelemu, a 20 km de la desembocadura del río Itata tendría que enfrentar un serio problema de contaminación de las aguas en los meses de enero a abril, y quizás mayo, debido al poco caudal que trae el río. Tal vez sería posible llevar al mar los desechos de producción de la fábrica mediante un canal especial y como parece que no vive nadie en los bosques que hay en ambas márgenes entre Coelemu y la desembocadura, podrían arrojarse al río para ser arrastrados por la corriente. También debería estudiarse más a fondo el emplazamiento Cholgúan, a fin de evitar el peligro de contaminación de las aguas en una región poblada en que se practica el riego.

Entre otras localizaciones que se examinaron, vale la pena mencionar una en el río Carampangue a más o menos 2 kilómetros del mar. En el momento en que se midió el caudal del río era de 6 m^3 por segundo pero

/no hay

no hay datos hidrológicos disponibles. Los desechos de fabricación podrían ir directamente al mar a través de un canal descubierto.

e) Refinación de petróleo

En materia de combustibles, el principal usuario de agua es la refinería de petróleo de Concón, situada cerca de Valparaíso, con una producción actual de 20 000 barriles diarios. Se proyecta aumentar esta capacidad al doble con lo cual las necesidades de agua aumentarán a alrededor de 60 millones de m^3 al año, que en su mayor parte se usarán para el enfriamiento. El agua que consume la refinería proviene del río Aconcagua.

f) Textiles

La industria textil chilena se concentra en tres regiones principales: Valparaíso, sobre todo Viña del Mar (18 por ciento de la producción), Santiago (60 por ciento) y en los alrededores de Tomé, en el sur de la zona central, entre los ríos Itata y Bío-Bío (20 por ciento). La mayoría de las industrias textiles de Santiago emplean aguas subterráneas. Según un censo levantado por la CORFO que forma parte de un estudio sobre las aguas subterráneas,[22/] la industria textil de esta región consume actualmente alrededor de 8 millones de m^3 de agua.

La producción de rayón se concentra en dos fábricas: una en Quillota que se abastece con agua del río Aconcagua y la otra, en los alrededores de San Antonio, cerca del río Maipo. Ambas poseen instalaciones para el tratamiento y reutilización de las aguas.

g) Productos químicos

La industria está repartida en muchas fábricas pequeñas situadas cerca de Santiago, Valparaíso y, en menor medida, en el norte de Chile donde se aprovechan distintas sales de las pampas. Los principales usuarios de agua son las fábricas de fertilizantes.

La industria petroquímica que se levantará cerca de la refinería de petróleo de Concón necesitaría alrededor de 4 millones de m^3 al año en 1961 y es probable que con la ampliación de su capacidad en 1966 consuma hasta 8 millones de m^3 anuales.

22/ Robert J. Dingman y Lorenzo Bavaza, El agua subterránea de Santiago, informe preliminar.

/Al sur

Al sur de la Zona Central se instalará una industria carboquímica cerca de Concepción cuyas necesidades de agua serán del orden de 4 millones de m^3 al año.

h) Otras industrias

Entre las otras industrias, el aumento de la producción azucarera debido a la instalación de cinco refinerías con una capacidad total de 100 000 toneladas demandará un volumen de agua cercano a los 3 millones de m^3. Una fábrica elaboradora de productos de caucho que se instalará en la zona de Santiago produciría alrededor de 3 500 toneladas de artículos al año, con un consumo de agua del orden de los 2 millones de m^3.

i) Consumo total de agua de la industria y la minería

Con la información especial recogida sobre las principales minas e industrias que utilizan agua y las extrapolaciones complementarias para las actividades que no se estudiarían directamente, se ha confeccionado el cuadro IV-40 basándose en el consumo estimado de agua para 1957 y 1973.

A falta de registros sistemáticos generales, cabría subrayar que algunas de las estimaciones pueden contener grandes márgenes de error aún en el caso del año 1957 que se tomó como base. Sin embargo, las estimaciones generales de 201 millones de m^3 para 1957 y de 575 millones de m^3 para 1973 dan una idea general del volumen de agua que consumen las actividades industriales y mineras lo que indica que aunque es probable que esos consumos aumenten a un ritmo muy rápido, seguirían representando sólo una pequeña fracción del agua que se usa para riego. Por otro lado, en realidad se consume materialmente una proporción mucho menor, y la mayor parte puede volver a utilizarse, con o sin tratamiento.

j) Aspectos cualitativos

Con excepción de algunas aguas superficiales y subterráneas salobres del norte de Chile, el agua disponible para usos industriales es, en general, de buena calidad. La mayoría de las industrias de Santiago y Valparaíso utilizan aguas subterráneas de buena calidad.

/Cuadro IV-40

Cuadro IV-40

USO DEL AGUA EN ACTIVIDADES INDUSTRIALES Y MINERAS

(Miles de m^3 por año)

Actividades	1957		1973	
	Proyectos identificados	Total	Proyectos identificados	Total
Industria				
Alimentos	-	2 500	3 000	8 250
Bebidas	-	2 550	-	5 100
Tabaco	-	200	-	350
Calzado y confecciones	-	1 000	-	2 100
Textiles	8 000	13 500	8 000	28 300
Papel y celulosa	15 000	16 300	135 000	158 300
Imprenta	-	200	-	450
Madera y muebles	-	250	-	450
Productos químicos	-	20 900	25 000	83 500
Caucho	2 500	2 500	4 500	6 850
Cuero	-	600	-	1 250
Cemento y vidrio	-	5 800	-	11 600
Metales ordinarios	50 000	65 000	100 000	130 000
Productos mecánicos y eléctricos	-	5 000	-	14 000
Combustibles y lubricantes	30 000	35 000	60 000	70 000
Subtotal	105 500	171 300	335 500	520 500
Minería				
Cobre	21 400	21 400	31 100	31 100
Salitre	5 600	8 400	9 100	13 600
Total	131 500	201 100	375 700	575 200

Además, debido a la actual composición de la industria chilena - en que es menor la importancia de los productos químicos y farmacéuticos - no es necesaria una calidad tan buena como en los países más desarrollados. Parte del agua que se usa para la elaboración la emplea la minería del cobre cuyas exigencias de calidad no son tan rigurosas. Con mucho, la mayor parte del agua que se usa en la industria se destina a fines de enfriamiento, para lo cual es apta el agua de calidad inferior.

3. Necesidades de agua para la producción de energía térmica

Chile tiene corrientemente una capacidad instalada de energía térmica de 485 400 kW de los cuales 335 000 son de generación a vapor y 150 600 kW son de tipo diesel. En 1957 la producción de las instalaciones de vapor alcanzaba a 1 231 millones de kWh y la de las centrales diesel a 451 millones de kWh. La mayor parte de las instalaciones de energía térmica están situadas en el norte de Chile, donde el potencial hidroeléctrico es muy pequeño, y en los centros poblados e industriales de Santiago y Valparaíso. En los próximos 15 años la capacidad generadora de energía térmica aumentaría muy poco y sobre todo en Santiago y Huasco (Norte Chico). En el cuadro IV-41 aparece una lista de las instalaciones actuales y en proyecto.

La generación de termoelectricidad es un proceso industrial que requiere grandes cantidades de agua. En los Estados Unidos, por ejemplo, se estima que más del 40 por ciento de las necesidades totales de agua de la industria corresponde a la generación de vapor. En la producción de vapor se emplea agua tanto con fines de ebullición como de enfriamiento. Para generar 1 kWh se necesita 0.2 a 1.0 litro de agua (y en algunos casos más) y entre 150 y 400 litros con fines de enfriamiento. Cabe señalar que el agua destinada a la ebullición debe ser de calidad superior sobre todo en vista de la presión y temperaturas cada vez más elevadas de las calderas modernas. La generación de energía con combustible diesel no requiere agua para la ebullición y emplea mucho menor cantidad para el enfriamiento. No hay exigencias rigurosas de calidad para el agua de enfriamiento ni en las instalaciones de vapor ni en las diesel y en realidad a menudo se usa agua de mar.

/Cuadro IV-41

Cuadro IV-41

CAPACIDAD INSTALADA Y PROYECTADA PARA LA GENERACION DE ENERGIA TERMICA

	1957		1973	
	Vapor	Diesel	Vapor	Diesel
		(mil KW)		
Norte Grande				
Victoria	-	9 080	-	-
Tocopilla	110 000	-	-	-
Chuquicamata	25 320	-	-	-
María Elena	-	17 400	-	2 700
Coya Sur	-	13 200	-	-
Pedro de Valdivia	-	22 500	-	2 500
Antofagasta		4 600		
Otros		16 925		450
	135 320	83 705		5 650
Norte Chico				
Barquito	30 000	-	-	-
Potrerillos	7 120	-	-	-
Huasco	-	-	45 000	-
Cruz Grande y Tofo	7 300	-	-	-
Juan Soldado	6 000	-	-	-
Guayacán	-	3 680	-	6 000
Otros	2 500	21 785	-	1 065
	52 920	25 465	45 000	7 065
Chile Central				
Ref. Azúcar Viña del Mar	13 200	-	-	-
Laguna Verde	54 700	-	-	-
Puente Alto	8 200	-	-	-
Mapocho	20 900	-	-	-
Carrascal	-	-	200 000	-
Concepción	10 300	-	-	-
Bío-Bío (Papelera)	5 250	-	-	-
Schwager	5 400	-	-	-
Lota	8 800	-	-	-
Otros	17 440	29 650	-	-
	144 290	29 650	200 000	-
Sur Chico				
Otros	2 300	1 750	-	4 200
	2 300	1 750	-	4 200
Sur Grande				
Punta Arenas	-	4 325	-	-
Otros	-	5 670	-	-
	-	9 995	-	-

Fuente: CEPAL, a base de datos proporcionados por la ENDESA.

El aprovechamiento del agua en la termoelectricidad se ha estimado para Chile a base del material disponible e, indirectamente, de los coeficientes técnicos y los datos históricos comparativos de otros países.[23] Teniendo presente que esas estimaciones pueden contener un amplio margen de error, se hizo el siguiente cálculo:

	1957	1973
	(millones de m^3)	
Consumo de agua potable o tratada	3	8
Uso de agua no tratada	430	500

Estas cantidades serían mucho mayores que las que emplea la industria actualmente; sin embargo, el agua sin tratar se usa casi en forma exclusiva con fines de enfriamiento y en realidad muchas instalaciones situadas en la costa usan agua de mar de modo que el suministro de agua para enfriamiento no constituye un problema para ellas. Otras instalaciones emplean aguas subterráneas; la Central del Mapocho usa el agua del río Mapocho y cuando el nivel de éste está bajo hace recircular el agua. En general, hasta ahora no se ha tenido que recurrir a la reutilización del agua por medio de estanques de aspersión o torres de enfriamiento. Para el nuevo e importante proyecto de la Compañía Chilena que se levantará cerca de Santiago (proyecto Carrascal) se instalará una torre de enfriamiento que reducirá el consumo de agua a sólo 7 litros por kWh.

En el cuadro IV-42 se resumen otras informaciones recogidas directamente sobre los usos que se dan al agua en la producción de termoelectricidad en Chile.

V. NAVEGACION Y TRANSPORTE POR FLOTACION

Por razones geográficas, de disponibilidad de agua y tipo de actividad económica, la navegación fluvial y lacustre y el transporte por flotación no están muy difundidos en Chile. Aunque los tramos navegables de ríos y lagos suman alrededor de 2 000 km, la mayor parte sólo son navegables por embarcaciones de pequeño calado. El mayor tráfico fluvial se registra en el Valdivia entre la ciudad del mismo nombre y Corral

23/ En los Estados Unidos, para generar un kWh se necesitan de 300 a 640 litros de agua.

/Cuadro IV-42

Cuadro IV-42

CHILE: USO DEL AGUA PARA LA GENERACION DE TERMOELECTRICIDAD EN ALGUNAS CENTRALES

Centrales		Capacidad instalada (kW)	Generación a/ (millones de kWh)	Generación de vapor (l/kWh)	Enfriamiento (l/kWh)	Observaciones
Laguna Verde	Vapor	54 700	131.2	0.29	...	Agua de río tratada y agua de mar para enfriamiento (sin control)
Mapocho	"	20 900	20.8	1.00 b/	...	Agua potable y agua de río para enfriamiento (ambas sin control)
Refinería de Azúcar de Viña del Mar	"	13 700	35.0	5.5	250	Aguas subterráneas para fines de enfriamiento
Juan Soldado	"	6 000	22.2	1.0	2.0	Estanques de agua de río
Cruz Grande y Tofo	"	7 300	4.2	1.25	...	Agua de mar destilada y agua de mar
Carrascal (proyecto)	"	100.000		0.25	7.0 c/	Aguas subterráneas tratadas - torres de enfriamiento
María Elena	Diesel	17 400	81.0	-	0.63	Agua dulce y agua salobre de río
Pedro de Valdivia	"	22 500	120.1	-	0.94	" " " " " "
Coya Sur	"	13 200	78.5	-	0.21	Agua dulce

Fuente: Informaciones obtenidas directamente de las Compañías.

a/ 1957.

b/ Estimación.

c/ A plena carga.

(15 km de distancia). Existe el transporte lacustre en pequeña escala (sobre todo en el lago Buenos Aires) para turistas, productos minerales y ganado. Es probable que se produzca un aumento importante en la flotación de troncos, cuando se haga una explotación más intensa de los bosques y se desarrolle la industria de papel y celulosa.

Los ríos del Norte Grande y Norte Chico son poco caudalosos; permanecen secos gran parte del año o llevan muy poca agua desde enero a abril; por lo tanto no son navegables.

Los ríos que se encuentran entre el Aconcagua y el Bío-Bío se caracterizan por períodos de bajo caudal que alternan con períodos de gran crecida (por derretimiento de las nieves o lluvias invernales). En su curso inferior se ensanchan y el escaso caudal que llevan serpentea a través de bancos de arena; todos tienen barras de arena en su desembocadura. En estos trechos no son navegables en la época de baja. En su curso medio pueden navegar embarcaciones de poco calado cuando el río está de crecida. El curso superior de estos ríos tiene un lecho tan inclinado que no sirven para la navegación.

En el curso inferior podrían navegar pequeñas embarcaciones durante los períodos de alta o mediana crecida pero como todos los años la navegación se ve interrumpida durante cuatro o cinco meses no puede desarrollarse económicamente.

Algunos ríos, como el Maule y el Bío-Bío, podrían utilizarse durante las crecidas de invierno para la flotación de los troncos aislados o formando balsas desde los bosques que hay en el curso superior. Si la madera se sacara de los ríos antes de la primera bocatoma importante de riego es probable que la flotación pudiera practicarse todo el año.

En todo caso, cualquier proyecto de flotación de maderos en un río debe examinarse en función de su posible efecto sobre los proyectos actuales y futuros de riego y energía.

El río Toltén sería navegable por embarcaciones de un calado de 2.5 metros, hasta Collico - sólo una corta distancia. Río arriba de Collico sólo sería apropiado para la navegación de pequeñas embarcaciones salvo en los meses en que el río trae más caudal, período en que también podría aprovecharse para la flotación.

/Entre Valdivia

Entre Valdivia y Corral muchos barcos pequeños de hasta 140 toneladas de carga y remolcadores de lanchas de hasta 300 toneladas de carga navegan en el río Valdivia. Todos los años éstos transportan muchas toneladas de mercaderías y un gran número de pasajeros (alrededor de medio millón).

El río Calle-Calle es navegable por pequeñas embarcaciones hasta Antilhue y por lanchas pequeñas hasta Ariqué. El caudal de este río permanece bastante parejo todo el año.

El caudal del río Bueno es bastante regular durante todo el año. Hay una barra en su desembocadura pero puede ser navegable por pequeños vapores hasta Trumao y desde allí hasta su conjunción con el río Pilmaiquén, por embarcaciones pequeñas.

El Maullín es navegable en una extensión de 45 km por vapores con un calado mayor de 3.5 m. El río Aysen tiene una barra en su desembocadura pero es navegable por vapores de hasta 400 toneladas, hasta 7.5 millas marinas medidas desde la desembocadura. El tráfico anual es del orden de 10 000 pasajeros y 26 000 toneladas de mercaderías.

Los ríos de la Patagonia tienen en general mucho declive y sólo pueden navegar en ellos pequeñas lanchas.

En general los lagos del sur de Chile tienen servicio de lanchas y pequeñas embarcaciones para los turistas. Sin embargo, en el lago Buenos Aires el tráfico de mercaderías es mayor; por él se embarcan varios productos mineros (sobre todo plomo) a la Argentina.

Actualmente hay un tráfico anual de:

	Pasajeros	Carga (toneladas)
Lago de Todos los Santos	2 000	1 000
Lago Buenos Aires	10 000	16 000

Debido a las posibilidades de desarrollo de la región del lago Buenos Aires (ganadería, productos forestales y minería) la navegación en este lago aumentará considerablemente.

VI. ACCION CONTRA LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS AGUAS

1. Regulación de crecientes y avenidas

En Chile, la lucha contra las crecientes y avenidas no presenta problemas como en el río Mississipi (Estados Unidos) o en el Indus (Pakistán). El rompimiento de los diques provocado por las fuertes crecidas no pone en peligro extensiones muy grandes de tierra ya que las aguas son normalmente contenidas por las márgenes naturales de los ríos, no siendo necesario construir defensas para proteger las tierras ribereñas. En cambio, sí se presenta el problema de la erosión provocada por los cambios del río durante los períodos de estiaje. En general, esa erosión se produce cuando el río está de crecida y se detiene cuando el cauce está lleno.

La erosión sólo puede combatirse encauzando el río mediante obras de desviación o protegiendo sus márgenes con obras apropiadas. En general son éstos problemas especiales que han de estudiarse en cada caso particular, pero como los trabajos de protección o desvío que se realizan en un punto dado suelen ocasionar dificultades en la orilla opuesta, aguas abajo del lugar en que aquéllos se ejecutan, es necesario estudiar todos esos problemas con los modelos hidráulicos y buscar, mediante los experimentos del caso, la mejor solución para la orilla amenazada y determinar su posible efecto sobre las condiciones existentes río abajo. En Chile, los ensayos con modelos pueden llevarse a cabo en la Estación Hidráulica Experimental de Peñaflor.

Los ríos chilenos, cuyo caudal experimenta marcadas fluctuaciones estacionales, tienden a ensancharse en su curso inferior y presentan en su lecho grandes bancos de arena o, como en el caso del río Maipo, vastas extensiones cubiertas de matorrales, con retazos de tierra cultivada. Una crecida normal tiende a mejorar las partes cultivables del lecho del río por los sedimentos que deposita, pero una avenida arrastraría toda la tierra buena, como sucedió en el río Elqui en mayo de 1957. En estos casos nada se puede hacer.

Desde luego, la construcción de embalses para riego o para la producción de energía hidroeléctrica modifica los efectos de las crecidas y beneficia en el cultivo del lecho del río.

/2. Erosión y

2. Erosión y conservación del suelo

La erosión constituye un problema muy grave en la zona agrícola de Chile Central. Según una encuesta realizada por el Departamento de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura, más de 4 millones de hectáreas están sujetas a este proceso, que varía desde una erosión de manto hasta una aguda erosión de cárcava. En la provincia de Bío-Bío, de las 364 000 hectáreas que se estudiaron, sólo 17.2 por ciento no presentaba señales de erosión; 14.2 por ciento revelaba una erosión de manto moderada sin cárcavas; 32.2 por ciento acusaba una erosión de manto con cárcavas y una considerable disminución de la fertilidad del suelo, y en el 35.4 por ciento restante se encontraron indicios de erosión eólica acompañada de formaciones de dunas, lo que dificulta el cultivo. Así, la mayor parte de la erosión es de origen hidráulico, por lo que regular las aguas equivale en realidad a conservar el suelo.

En el Valle Central, en dónde llueve poco, a los propietarios de la tierra les conviene mucho más tomar medidas de conservación del suelo (sobre todo en las regiones en que no es posible el riego) porque aumentan considerablemente la acumulación de aguas en sus tierras, que aprovechan los cultivos; y evitan que desaparezcan las capas fértiles superiores del suelo.

Cabe señalar también un efecto secundario: la construcción de grandes obras de conservación del suelo en el curso superior de un río permite reducir el escurrimiento de las aguas en período de crecidas y aumentar y mantener los caudales de estiajes. Por lo tanto, el daño que ocasionan las avenidas y crecientes disminuye y la disponibilidad de agua para riego en las épocas apropiadas aumenta.

En Chile todas las medidas que corrientemente se toman para conservar el suelo, como terrazas en curvas de nivel, arado en contorno, cultivo en franjas, nivelación de la tierra, etc., sirven para prevenir la erosión. Cuando ésta se encuentra bastante avanzada debe procederse, además de las medidas mencionadas, a detener el escurrimiento de las aguas levantando barreras permeables y rellenando las cárcavas.

La conservación del suelo y de las aguas constituye el medio más eficaz para proteger la tierra, aumentar el rendimiento agrícola, reducir

/las necesidades

las necesidades de riego, disminuir la intensidad y frecuencia de las avenidas y mantener el caudal durante el estiaje. En Chile es ésta quizá la mejor forma de incrementar la producción agrícola y mantener el potencial de riego del país. El programa de conservación de suelos del Plan Chillán de algunos de cuyos trabajos se trató en la sección II de este capítulo - está dando excelentes resultados.

3. Saneamiento y avenamiento de tierras

En el Sur Chico (regiones de Puerto Varas, Osorno y Valdivia) existen alrededor de 300 000 hectáreas de tierra que necesitan ser avenadas. En casi el 60 por ciento de la zona las obras requeridas resultarían muy económicas (en 1954 el costo por hectárea se estimaba en 10 000 pesos). La producción de trigo y papas en esa zona contribuiría poderosamente a abastecer al país en productos alimenticios.

En Trumao (Sur Chico) se está llevando a cabo, desde hace varios años, un plan que abarca 1 600 hectáreas y que ha dado muy buenos resultados. Los trabajos más importantes consisten en limpiar el cauce del río, que es el principal cauce de avenamiento de la región, y en construir canales primarios de avenamiento para llevar el agua al río. Actualmente se dan excelentes cultivos en los diversos valles. Ya se ha secado la zona boscosa, gran parte de la cual se ha talado y destinado a diversos cultivos. Posiblemente sea éste un plan en el que resulte ventajoso regular el agua de avenamiento durante los largos períodos de sequía.

Existe otro proyecto, que abarca 17 000 hectáreas situadas cerca de Puerto Varas, y que tiene por objeto eliminar los obstáculos que impiden el escurrimiento de las aguas, por lo que esas tierras resultan inaptas para el cultivo. Tales obstáculos son:

i) El principal canal de avenamiento atraviesa una zona cubierta de bosques, lo que impide que lleguen a él los escurrimientos de aguas superficiales. La situación se ve agravada por las barreras que forman los árboles caídos, que obstaculizan el libre curso de las aguas.

ii) El declive del suelo es adecuado, pero entre 60 y 110 centímetros bajo la superficie existe una capa gredosa impermeable que impide la filtración del agua hacia los estratos inferiores. Debido a

/las abundantes

las abundantes lluvias del sur, la tierra que cubre la capa impermeable se satura y el agua se estanca en la superficie.

Para remediar esta situación es necesario construir zanjas para dar salida al agua superficial y, en las zonas húmedas, canales secundarios (en forma de diques) a fin de eliminar el exceso de agua y dejar la tierra lo bastante seca para poder cultivarla. Esto, en cuanto se refiere a los suelos normales de la región, y los agricultores que han tomado estas medidas han obtenido tierras agrícolas de buena calidad. Sin embargo, los terrenos situados cerca de la principal vía natural de avenamiento pueden ser inundados por las aguas acumuladas a causa de la obstrucción forestal. Para evitarlo es menester limpiar de obstáculos aquella vía, y mantener el cauce libre. El agua retenida por la tierra basta para mantener los cultivos durante los períodos normales de sequía que pueden producirse. Hay que hacer presente no obstante la posibilidad de tener que regular el avenamiento con el fin de mantener en los suelos agua suficiente durante los períodos de sequía.

Aunque el proyecto es muy sencillo y viable desde el punto de vista de la ingeniería, no se ha ejecutado porque los agricultores no lo han "aceptado". Se financiaría con un préstamo norteamericano y según el acuerdo entre los gobiernos, el costo se estimaría en dólares y los agricultores lo reembolsarían también en dólares. Mas los agricultores no están dispuestos a aceptar esta condición. Para llegar a una solución, parece necesario encontrar otro método de financiamiento. Por ejemplo, el Estado podría limpiar todos los cauces principales de avenamiento, mantenerlos y construir y conservar todos los canales primarios. Los agricultores pagarían una cuota anual por hectárea para cubrir los intereses, más amortización y conservación.

4. Regulación de las aguas de los cursos superiores

Las condiciones que imperan en las zonas de captación en el curso superior de un río tienen gran influencia en su régimen. Cuando esas zonas están cubiertas de bosques o de pasto resisten la erosión y actúan como reguladores de la tasa de escurrimiento. Por lo tanto, todo cuanto elimine la

/cubierta de

cubierta de pasto, como el sobrepastoreo, el roce o las malas técnicas de cultivo, tenderá a aumentar el escurrimiento de las aguas, a producir o aumentar la erosión y a reducir los gastos del estiaje. La explotación forestal indebida o deficiente, la no reforestación de las zonas taladas, los roces, etc., producirán efectos similares.

En resolución, es necesario que el gobierno fiscalice seriamente las zonas forestales del país, con atribuciones para clausurar zonas forestales con fines de pastoreo, limitar el número de animales que puedan pastar y el período de pastoreo, fijar las zonas forestales que puedan explotarse para extraer madera y el método de explotación y obligar a la replantación de las zonas taladas. Hay que dotar al gobierno de los recursos legales para iniciar y mantener la explotación racional de las riquezas forestales (extracción de maderas, pastoreo, etc.) y para ello deberá también establecerse un servicio forestal adecuado y eficiente.

5. Contaminación de las aguas

Actualmente están contaminados o en peligro de contaminación el río Mapocho, por las grandes cantidades de aguas sucias de Santiago que van directamente al río y el Rapel por los desechos de fabricación de la mina de cobre de El Teniente, que se arrojan al Cachapoal, afluente suyo.

Las fábricas de pasta de madera que están en construcción (San Rosendo) o que se construirán en los ríos Itata, Maule y Bío-Bío, podrán también inficionar las aguas.

Antes de aprobar el establecimiento de una industria u otra actividad cuyos desechos de fabricación pudieran contaminar las aguas, debe hacerse un examen minucioso de toda la hoya hidrográfica por lo que toca a la demanda presente y futura de agua, y estudiar su efecto sobre el caudal del río, sobre todo en épocas de estiaje.

Capítulo V

PROBLEMAS QUE PLANTEA EL USO MULTIPLE DEL AGUA

En los capítulos anteriores se ha analizado cada uso funcional del agua separadamente. Corresponde ahora proceder a una apreciación completa y conjunta de esos usos en relación con la disponibilidad de agua.

1. Demanda de agua para distintos usos

En el cuadro que sigue se resumen los órdenes de magnitud del volumen de agua empleado en cada función: agua potable, riego, industria e hidroelectricidad.

1957		1973	
(Millones de metros cúbicos)			
Agua potable			
4 090 000 habitantes urbanos con 200 litros diarios cada uno	300	6 900 000 habitantes urbanos con 350 litros diarios cada uno	865
Riego			
1 360 000 hectáreas regadas con un promedio de 15 000 m3 por unidad	20 400	1 800 000 hectáreas regadas con	
		i) los métodos actuales de riego: 15 000 m3 por unidad	27 000
		ii) mejores métodos de riego: 12 000 m3 por hectárea	(21 600)
Industrial			
Proyectos concretos	(132)	Proyectos concretos	(375)
Estimación total	201	Estimación total	575
Termoelectricidad			
485 400 kW	433	747 300 kW	508
Hidroelectricidad			
520 700 kW	10 000	1 645 300 kW	28 000

Los usos principales del agua - y mucho más importantes que los demás - son el riego y la hidroelectricidad. Sin embargo, en tanto que esta última no consume físicamente el agua, con el riego sí desaparece gran parte de ella. La mayor parte del agua que utiliza la industria no se consume. En el caso de la energía térmica, la mayor parte del agua se necesita para trabajar con ella y en realidad suele ser salada. Por lo tanto, el riego es con mucho el principal consumidor de agua y en las regiones semiáridas en que es necesario, es imprescindible usar este elemento en forma eficiente.

En principio, el agua que se utiliza para generar hidroelectricidad puede aprovecharse en otros usos, lo que no es posible, sin embargo, cuando la central hidroeléctrica está situada en el curso inferior del río puesto que para ello habría que evitar que el agua se empleara en usos consuntivos en las secciones superiores. También hay incompatibilidad entre la generación de hidroelectricidad y otros usos cuando para ésta se requiere extraer el agua de los embalses en distinta época.

Con respecto a su ubicación, las centrales hidroeléctricas de Chile están y en general seguirán estando situadas en el curso superior de los ríos, de modo que el agua que emplean podrá utilizarse para otros fines en el curso inferior. Sin embargo, hay una importante excepción: la enorme central hidroeléctrica (660 000 kW) que se proyecta construir en el curso inferior del río Rapel, a 30 kilómetros del mar.

Por lo que toca a la falta de sincronización con otros usos, la incompatibilidad es más pronunciada sobre todo cuando se trata de aprovechar los lagos que constituyen reservas naturales de agua en el Valle Central. La demanda de agua para riego alcanza su máximo en verano (diciembre-enero) en tanto que la demanda de electricidad es mayor en invierno. Además, ocurre que los ríos de la parte norte del Valle Central son de régimen nieve, con su mínima en invierno, lo que hace más necesario emplear las aguas de los lagos en el sur para la generación de electricidad. La falta de sincronización entre el riego y la generación de electricidad puede ilustrarse por el caso del lago Laja, en el cual la demanda estacional fluctuaría de la manera siguiente :

/Proyecto del

Proyecto del lago Laja

	Demanda mensual de agua para riego	Demanda mensual de agua para electricidad
Enero	100 %	70 %
Febrero	80	70
Marzo	50	75
Abril	20	85
Mayo	-	95
Junio	-	100
Julio	-	100
Agosto	-	100
Septiembre	30	95
Octubre	65	85
Noviembre	85	75
Diciembre	100	70

El cuadro muestra que al paso que para la generación de electricidad se necesitaría usar el agua almacenada durante los meses de invierno (mayo a agosto), no se requeriría nada para el riego y el agua empleada correría al mar. En vista de las cantidades limitadas que proporciona el lago (17 m^3/seg. actualmente) habría incompatibilidad entre la hidroelectricidad y el riego. En estos casos de falta de sincronización entre los distintos usos, el beneficio que reportan las obras de fines múltiples se reduce considerablemente.

2. Recursos hidráulicos en relación con la demanda

Si bien fue útil preparar un cuadro general de la demanda hidráulica por funciones con el objeto de sopesar la importancia relativa de la demanda de los distintos consumidores, sería ocioso hacer un balance nacional de la disponibilidad y demanda hidráulicas en Chile debido a la falta de homogeneidad geográfica de ambas.

Por lo tanto, primero se planteará el problema del agua en general por zonas y, después, se intentará una apreciación más concreta, en términos cuantitativos, de la disponibilidad de aguas superficiales en relación con la demanda para las ocho cuencas fluviales en que se concentra la mayor parte de la actividad económica del país (ríos Loa, Elqui, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Itata y Bío-Bío).

/a) Disponibilidad y

a) Disponibilidad y demanda de agua por regiones

Las condiciones y problemas hidráulicos varían considerablemente de norte a sur. Se distinguen tres zonas hidrográficas fundamentales, con distintos niveles y tipos de desarrollo económico: una zona árida en el norte, casi completamente desértica, en la que se explotan yacimientos minerales muy ricos; una zona central semiárida, en que se concentra la mayor parte de la población y de las actividades industriales y agrícolas, y una zona húmeda en el sur, escasamente poblada. El Norte Chico y el Sur Chico constituyen zonas de transición.

En el Norte Grande, en que casi no llueve en todo el año, salvo en la Cordillera, existe muy poca agua superficial; las subterráneas también son escasas y de variable calidad. De este modo, la falta de agua parece ser un factor limitativo del desarrollo económico. No hay potencial hidroeléctrico y la actividad agrícola es muy escasa. Sin embargo, la zona produce más o menos la mitad de las exportaciones chilenas, pues allí se explotan los principales yacimientos de cobre y salitre del país. El agua necesaria para beneficiar los minerales y atender a la población se lleva de la Cordillera a las minas y puertos mediante un costoso sistema de tuberías. Es una zona típica a la que beneficiaría el desarrollo de métodos económicos para desalificar el agua de mar. Aunque suele haber conflicto en la demanda de agua para distintos usos, en esa zona se presentan tres casos interesantes, aunque limitados, de complementación: i) existe el proyecto de aprovechar las aguas del Lauca para regar el valle de Azapa llevándolas a través de un túnel con una diferencia de varios cientos de metros de nivel, que podría utilizarse al mismo tiempo para producir hidroelectricidad (7 500 kW); ii) al tomar toda el agua necesaria para beneficiar el cobre del afluente más salino del Loa, las minas mejoran la calidad del sistema de este río y el agua puede utilizarse más abajo en una pequeña obra de riego; iii) el tercer caso de complementación sería el empleo del agua potable del acueducto que va a Antofagasta para generar un total de 1 500 kW de energía.

En el Norte Chico llueve más, los ríos son de régimen de deshielo con máxima durante la época de mayor demanda de riego, y las aguas subterráneas son de buena calidad. El riego es necesario durante 9 a 10 meses del año y está muy difundido (140 000 hectáreas),a tal punto que se ha declarado oficialmente el

/agotamiento del

agotamiento del río Elqui. Existe algún potencial hidroeléctrico, pero la demanda de energía es bastante pequeña en esa zona de minería e industrias pequeñas.

En el Valle Central, donde se concentran las actividades económicas del país, el problema del abastecimiento de agua y del desarrollo hidráulico cobra cada día mayor importancia. Los recursos hidráulicos aumentan de norte a sur. Sin embargo, dado que la actividad económica es más intensa en la parte septentrional, el problema del agua es allí más agudo (cuencas del Aconcagua hasta el Maipo). La parte sur está lo bastante cerca de los grandes centros (Santiago y Valparaíso) como para abastecerlos de alimentos y energía; por lo demás, está adquiriendo importancia propia con el crecimiento de la industria pesada en Concepción. Actualmente existen en Chile Central 1.2 millones de hectáreas regadas y cerca de 470 000 kW de capacidad hidroeléctrica instalada. Además, en los próximos 15 ó 20 años el riego y la hidroelectricidad alcanzarán su mayor desarrollo en esa zona, sobre todo en la parte sur, pues dispone de vastas extensiones de tierras que podrían regarse y del potencial hidroeléctrico ya mencionado en capítulos precedentes. Mas la falta de sincronización entre uno y otro tipo de demanda exige que se preste mayor atención al planeamiento y a la coordinación del aprovechamiento de los recursos (tanto hidráulicos como de capital). Aunque también aumentará allí sustancialmente la demanda de agua para la industria y usos doméstico, las necesidades de estos dos sectores seguirán siendo muy pequeñas en comparación con las del riego y la hidroelectricidad. El principal problema será la contaminación por las aguas sucias no tratadas o por los desechos de fabricación.

La crítica situación del agua en esa zona débese en parte al empleo de sistemas de riego inapropiados que desperdician enormes cantidades de este elemento. Sin embargo, como se verá en la sección b) aún en el caso de adoptar buenos métodos de riego, la mayor demanda que entrañan los proyectos de desarrollo del Valle Central hará necesario coordinar en forma estrecha los diversos usos del agua de la región.

La coordinación no ha de limitarse a las aguas superficiales - que son cada vez más escasas con relación a las necesidades - sino que será menester además aprovechar sistemáticamente las aguas subterráneas. Asimismo, en vista de las

/pequeñas distancias

pequeñas distancias que median entre las cuencas hidrográficas de la zona central, su desarrollo no debe planearse por separado sino teniendo en cuenta la posibilidad de combinar su aprovechamiento con el de las otras cuencas.

También debe estudiarse la adopción de medidas tendientes a combatir la erosión con miras a conservar tanto el suelo como los recursos hidráulicos.

En el Sur Chico la abundancia y la distribución más regular de las lluvias hacen innecesario el riego. Por consiguiente, no se producen conflictos con la hidroelectricidad, cuyo potencial en esa región es considerable. Sin embargo, como los centros industriales de Santiago y Valparaíso se encuentran más distantes, la transmisión de energía desde el Sur Chico presenta inconvenientes técnicos y resultaría más cara por el alto costo de las líneas de transmisión. Por lo tanto, habría que utilizar gran parte del potencial hidroeléctrico en la misma zona y es posible que su bajo costo atraiga a las industrias que son fuertes consumidoras de energía. Si se emprendieran obras hidráulicas de avenamiento a bajo costo, también aumentaría la producción agrícola. A su vez, la expansión industrial y agrícola podría llevar a un mayor tráfico de navegación fluvial y lacustre.

El Sur Grande, con sus fuertes lluvias durante todo el año y su configuración montañosa, es ideal para la hidroelectricidad. El agua representa allí un enorme capital inactivo cuya evaluación sistemática se impone.

b) Estudio especial de ocho hoyas hidrográficas

Se escogieron estas cuencas por la singular significación que tienen para la actividad económica. Ellas son, de norte a sur: la del río Loa (Norte Grande); la del río Elqui (Norte Chico) y las de los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Itata y Bío-Bío (Zona Central). Los estudios completos figuran en el Apéndice III y aquí sólo se dan las conclusiones y los resúmenes en forma de cuadros. Antes de presentar las conclusiones, cabe resumir brevemente el método aplicado en cada estudio.

Metodología

Como el uso principal es el riego (salvo en el caso del Loa), los estudios tienen por objeto dar una idea de la capacidad de los ríos para hacer frente a las necesidades actuales del riego; calcular la demanda futura; examinar las necesidades de agua de otros proyectos probables (como la producción de hidroelectricidad, y el abastecimiento de agua para usos domésticos e industriales, y

/averiguar si

averiguar si los diversos usos serán incompatibles entre sí.

El plan consistió en: a) evaluar la disponibilidad de agua de un río; b) recopilar datos sobre las obras de riego en explotación, construcción o estudio; la clasificación de las tierras y de las zonas regadas; las necesidades de agua actuales y futuras para uso doméstico y sanitario; la demanda de agua de los principales proyectos industriales presentes y futuros, y la localización y descripción de las obras hidroeléctricas planeadas por la Endesa; c) examinar cada cuenca a la luz de los datos obtenidos y evaluar su capacidad de riego y analizar el efecto de las necesidades de agua de cada proyecto sobre las de los demás.

Mientras que en el capítulo anterior se eligió un año concreto (1973) para hacer los pronósticos de la demanda global de cada uso principal, en éste no fue posible efectuar las mismas estimaciones para un año dado con relación a cada cuenca. Además, en cierto modo es ventajoso considerar todos los proyectos previstos para una hoya hidrográfica (aun cuando algunos sólo puedan ejecutarse en 1980 ó 1985), pues así se obtiene una visión completa del proyecto en perspectiva. Por lo tanto, las necesidades de agua a que se refieren los estudios de las cuencas corresponden a todos los proyectos conocidos, en construcción o en estudio. Los datos fueron proporcionados por diversos organismos públicos (Dirección de Riego, ENDESA, Corporación de Fomento, Dirección de Obras Sanitarias y Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales.[2]

2/ Dirección de Riego (Ministerio de Obras Públicas) para los datos hidrológicos y detalles de los proyectos de riego auspiciados por la Dirección, así como para los datos relacionados con las aguas subterráneas.

ENDESA para la información sobre las centrales hidrológicas, estaciones de nieve, etc. y para los detalles sobre los proyectos hidroeléctricos existentes y en proyecto.

La CORFO para los pormenores de los proyectos industriales existentes y programados y para la información acerca de las investigaciones sobre aguas subterráneas.

Dirección de Obras Sanitarias (Ministerio de Obras Públicas) para los datos relacionados con el consumo actual y futuro de agua potable y para fines sanitarios.

Departamento de Conservación y Administración de Recursos agrícolas y Forestales (Ministerio de Agricultura) para los datos relacionados con la clasificación de las tierras y las zonas de riego de Chile. Esta información existe por provincias y no por hoyas hidrográficas.

/Para evaluar

Para evaluar la capacidad de riego de un río se adoptaron las siguientes medidas:

i) Disponibilidad de agua.[3] Esta se calculó en millones de metros cúbicos por mes tomando como base los datos hidrológicos sobre el gasto mensual medio en metros cúbicos por segundo. Se estimó además para a) todo el año civil; b) para el período octubre-abril inclusives (época de riego), y c) para el período enero-abril inclusives.

Los datos disponibles sobre los diversos ríos suelen cubrir períodos muy cortos - 9 ó 10 años - que no bastan para hacer una evaluación bastante fidedigna del gasto máximo, medio y mínimo (se necesitan datos que abarquen por lo menos 30 años seguidos), de modo que las conclusiones deben considerarse provisionales.

Cabría señalar también otras deficiencias. En algunos ríos no se han considerado todos los afluentes, de modo que las cifras calculadas para el gasto están ligeramente por debajo de la realidad. Algunos de los datos hidrológicos obtenidos presentan "vacíos" de modo que fue necesario hacer interpolaciones para prolongar las series al máximo. Estas interpolaciones no son muchas y no darán lugar a errores de importancia. En ninguno de los estudios se tomó en cuenta la lluvia. Por todos estos motivos es necesario subrayar que las conclusiones a que se ha llegado en estos estudios sólo son provisionales.

ii) Necesidades de agua de los cultivos. En Chile no es fácil obtener datos sobre el volumen de agua que llevan los canales ni sobre las superficies cultivadas ni las variedades de cultivos que en ellas se dan. No hay planos en escala grande de la superficie de los predios, las divisiones que los componen ni los sistemas de distribución interna del agua de los fundos; tampoco existen datos establecidos experimentalmente sobre las necesidades reales de agua de los cultivos.

Ante la absoluta carencia de esos datos esenciales sobre el uso del agua, fue necesario calcular mes a mes las necesidades probables de agua de los diversos cultivos aplicando la fórmula Blaney-Criddle.[4]

3/ El gasto mensual del río Elqui se tomó de un informe redactado por el señor Juan Bennett de la Dirección de Riego. El de los ríos Maipo y Mapocho se tomó del informe de la Dirección de Riego, Aprovechamiento hidrológico de la hoya del río Maipo, 1957.

4/ Véase el informe del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data.

Esta fórmula emplea tres factores: temperatura mensual media en F°; porcentaje mensual de las horas diurnas del año y un coeficiente empírico de uso consuntivo. En Chile se poseen los datos sobre las temperaturas medias pero faltan los demás. Por lo tanto, al aplicar la fórmula se adoptó el porcentaje de las horas diurnas correspondiente a los estados occidentales de los Estados Unidos - hecha la transposición de las estaciones - y los factores de uso consuntivo de esos mismos estados según aparecen en el informe Blanney-Criddle.[5/]

En los estudios sobre los ríos del norte (Elqui) y de la parte sur de la zona central (Itata y Bío-Bío), las necesidades de uso consuntivo se corrigieron de acuerdo con las temperaturas medias que se registran, por ejemplo, en la Serena y Vicuña, para el río Elqui, y en Chillán, para los ríos Itata y Bío-Bío.

Las necesidades anuales de agua así obtenidas se compararon con el consumo real de los mismos cultivos (o cultivos similares) de Egipto, Pakistán occidental, España y Africa del Sur[6/] y dejando cierto margen de tolerancia para las diferencias climáticas, se obtuvo una correspondencia razonable.

Por lo tanto, puede estimarse que las cifras sobre las necesidades de agua de los cultivos empleadas en este estudio son razonables. Cabe subrayar, sin embargo, que las necesidades reales de los cultivos de las diversas zonas climáticas de Chile deben determinarse mediante ensayos en el terreno en fundos de experimentación.

Las cifras sobre el uso consuntivo y la distribución de los cultivos en la cuenca permitieron calcular las necesidades mensuales de agua por hectárea.

iii) Posibles ampliaciones de las zonas de riego. En general éstas se estimaron agregando la zona regada del cuadro de la clasificación de la tierra a la nueva superficie que había de regarse con las obras que tiene en construcción o en estudio la Dirección de Riego.

iv) La capacidad de riego de un río en un año medio y en el año de mínima se obtuvo dividiendo el gasto mensual de agua por las necesidades mensuales de riego de la hoya hidrográfica.

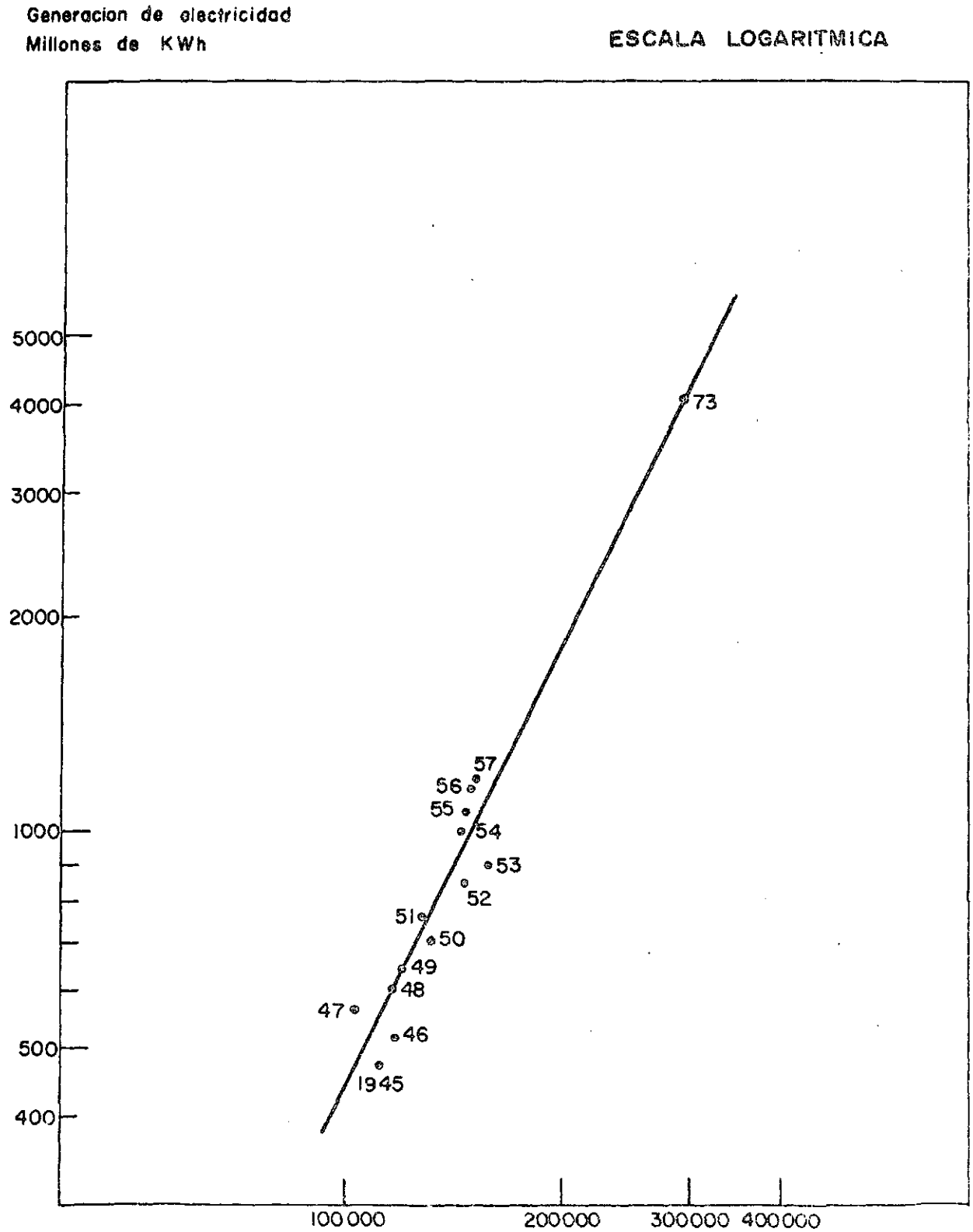
5/ Este procedimiento se ciñó al descrito en el informe citado de la Dirección de Riego.

6/ Véase Buckley, Robert, Irrigation Pocket book, Londres, 1928.

/V) Se

GRAFICO 7

CORRELACION ENTRE LA GENERACION DE ELECTRICIDAD DESTINADA A OTROS CONSUMIDORES a] Y EL INGRESO NACIONAL



a] Excluye la electricidad destinada a

v) Se estimaron las necesidades mensuales de agua de la zona de riego ampliada (subpárrafo iii) y se compararon con el gasto mensual de agua en el año de mínima. De esta manera se obtuvo el volumen del embalse necesario para asegurar la absoluta regularidad del riego y, en seguida, se hizo una "prueba de regulación" para el período que abrazan los datos disponibles. Esta prueba permite prever la capacidad del río, sobre todo en su curso inferior, frente a la mayor demanda que significa la ampliación de las tierras regadas durante los meses críticos de la época de riego.

Conviene tener presente que el volumen del embalse que se empleó en estas pruebas es el que se requiere para satisfacer las necesidades de agua de riego. Habrá que llevar a cabo los estudios del caso para establecer si existen sitios apropiados para construir los embalses necesarios. A continuación se examinó el efecto de las necesidades de agua de cada proyecto (riego, hidro-electricidad, uso doméstico e industrial) sobre las de los demás, teniendo en cuenta, entre otros factores, la influencia de las estaciones y de la ubicación de las obras.

Resumen de los resultados

i) Río Loa. Este río provee de agua potable a Antofagasta, Tocopilla, Chuquicamata y María Elena mediante un sistema de tuberías que va desde los afluentes cordilleranos hasta las minas y la costa. La demanda de agua para la elaboración y tratamiento de los minerales en las minas de cobre y los yacimientos de salitre es cada vez mayor. (Véase el cuadro V-1.)

En esta cuenca existen alrededor de 3 000 hectáreas de regadío y tierras disponibles para ampliar esta superficie. Actualmente se encuentran en estudio proyectos para regar con aguas superficiales otras 10 000 hectáreas.

Las necesidades adicionales de agua para uso doméstico y minero serían del orden de los 26 millones de m^3 anuales (parte de esta demanda podría satisfacerse en el futuro mediante una cañería proveniente de Río Grande) y las del riego, de 75 millones de m^3, lo que daría un total de 101 millones de m^3.

/Cuadro V-1

Cuadro V-1

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Loa

RIEGO

Período que cubren los datos (años)	Tierra disponible (ha)	Riego (hectáreas)		Embalse requerido $m^3 \times 10^6$
		Superficie actual	Probable superficie futura	
Partes de quinquenios, solamente	Bastantes	3 280	13 280 a/	Necesario

HIDROELECTRICIDAD

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
No hay ningún proyecto hidroeléctrico en funcionamiento o en proyecto		

AGUA PARA USOS DOMESTICO E INDUSTRIAL

Consumo anual 1956, $m^3 \times 10^6$	Necesidades anuales futuras b/ $m^3 \times 10^6$
Agua para uso doméstico - 15.3	23.5
Agua para uso industrial - 26.1	47.8

a/ Discutible por cuanto puede estar en conflicto con las necesidades de agua para uso industrial.

b/ Las necesidades adicionales de agua son de 25.5×10^6 m^3 al año más 3.5×10^6 m^3/año al sur de Yalquincha.

/Aunque los

Aunque los datos que existen sobre el gasto del río Loa sólo abarcan cinco años (lo que no es suficiente para las pruebas de regulación) hay indicaciones de que en algunos años es imposible hacer frente a todas las necesidades. A pesar de la gran escasez de datos se han podido establecer los siguientes puntos:

- Es probable que al ampliar la superficie regada se limite el agua disponible para usos domésticos y mineros. Por este motivo es necesario regular el desarrollo general de la cuenca a fin de establecer prioridades y fijar cuotas para cada tipo de aprovechamiento.
- Al establecer esas preferencias habrá que tener muy en cuenta la contribución de la minería del cobre y del salitre a la economía nacional (ingreso nacional, exportaciones, renta pública) y darles mayor prelación que al riego.
- En vista de la escasez de aguas superficiales, debe extenderse el empleo de aguas subterráneas para aumentar el riego en la medida que sea económicamente posible.

Río Elqui

Aunque se ha decretado el agotamiento del río, en su cuenca se puede muy bien aumentar el riego (de 24 000 a cerca de 42 000 hectáreas) mediante la construcción de embalses y más tarde quizás utilizando aguas subterráneas. No existe ningún proyecto hidroeléctrico en estudio. Las necesidades futuras de agua para uso doméstico e industrial son elevadas en esa hoya y podrán cubrirse sin dificultad, preferentemente con aguas subterráneas. (Véase el cuadro V-2.)

Según una prueba de regulación efectuada en ese río, con un embalse adicional de 210 millones de m^3 (correspondiente a dos proyectos en estudio) el total de agua almacenada en la cuenca se elevaba a 250 millones de m^3 y en 1928-1956 se habrían podido regar en forma regular 37 000 hectáreas durante 23 años, pero habría habido escasez en cinco años, lo que sugiere que el embalse deberá administrarse reservando agua para hacer frente a cualquier escasez eventual.

/Cuadro V-2

Cuadro V-2

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Elqui

RIEGO

Período que abarcan los datos (años)	Tierra disponible (ha)	Riego (hectáreas) Superficie actual	Riego (hectáreas) Probable superficie futura	Embalse requerido $m^3 \times 10^6$
38	53 070	24 370	42 070 a/	210 000 b/

HIDROELECTRICIDAD

Estaciones en funcionamiento	Estaciones en construcción	Estaciones en estudio
No hay proyectos de hidroelectricidad		

AGUAS DE USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

Consumo actual por año (1956) $m^3 \times 10^6$		Necesidades anuales futuras (1970) $m^3 \times 10^6$
Agua de uso doméstico	3.07	3.65 c/
Agua de uso industrial	1.6	3.4 d/

a/ Incluídos los afluentes.
b/ Además del Embalse La Laguna.
c/ Los vapores en Coquimbo necesitan 49 900 m^3/año.
d/ Para la fábrica de cemento en plena producción. Esta fábrica estaría cerrada ahora.

/Si se

Si se construyera en la Cordillera una estación de nieve adecuada se podría predecir con seguridad el probable escurrimiento que se produce en la época de riego, lo que sería de gran beneficio para la administración de los embalses y para informar a los agricultores sobre el probable volumen de agua con que contarán durante dicha época.

Conviene estudiar el efecto de la construcción de embalses sobre las aguas subterráneas, y regular en forma efectiva el uso de éstas.

Río Aconcagua

El factor crítico en esta cuenca es el agua. Los embalses son necesarios tanto para regular el suministro de agua en la superficie actualmente regada cuanto para extender el riego a nuevas zonas. Aunque las mediciones del gasto del río no cubren un período bastante largo (1940-1956) que permita justipreciar su capacidad de riego, se observa que las 67 000 hectáreas que se riegan en la actualidad no cuentan con un suministro de agua suficientemente regular. Según una prueba de regulación efectuada en una superficie de 93 000 hectáreas de regadío (incluyendo un proyecto en estudio que abarca 25 000 hectáreas) para lograr cierta seguridad habría que embalsar cerca de 233 millones de m^3 de agua. Las tierras regables aumentarán indudablemente en el futuro, pero se tropezará con la limitación de las aguas superficiales, de manera que la expansión del riego descansará en gran medida en el bombeo de aguas subterráneas. (Véase el cuadro V-3.)

Se encuentra muy difundido el uso de aguas subterráneas para fines domésticos (Valparaíso) e industriales. Para aumentar el riego, asegurar el abastecimiento de agua de Valparaíso y las necesidades industriales futuras conocidas es preciso estudiar las aguas subterráneas. Es esencial fiscalizar en forma efectiva su uso y con el fin de evitar la explotación abusiva, en lo futuro habrá que registrar las variaciones de las napas freáticas y las extracciones.

La ENDESA no tiene ninguna obra hidroeléctrica en explotación o en proyecto. Aguas arriba de Los Andes hay dos pequeñas centrales hidroeléctricas de propiedad privada que devuelven el agua al río o a un canal y por lo tanto no disminuye el caudal disponible.

/Cuadro V-3

Cuadro V-3

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Aconcagua

RIEGO

Período que cubren los datos (años)	Tierras disponibles para riego	Riego (hectáreas)		Embalse requerido $m3x10^6$
		Actual	Futuro posible	
17	220 000	67 513	90 000 a 100 000	233

HIDROELECTRICIDAD

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Proyecto en estudio
2 estaciones pequeñas de propiedad privada	Ninguna	Ninguno a/

NECESIDADES DE AGUA PARA USOS DOMESTICO E INDUSTRIAL

Consumo anual 1956	Consumo anual probable 1980
Agua de uso doméstico - $60 \times 10^6 m^3$	$105 \times 10^6 m^3$ b/
Necesidades industruales - $25 \times 10^6 m^3$	$54 \times 10^6 m^3$ c/

a/ Puede haber un pequeño potencial.

b/ La mayor parte de esta agua se toma de fuentes subterráneas.

c/ Parece que no hay dificultades en cuanto a disponibilidad.

/Sistema Maipo-Mapocho

Sistema Maipo-Mapocho

La situación en esta cuenca es también crítica. Actualmente se riegan alrededor de 195 000 hectáreas. Según los registros del gasto del sistema, en un año de poco caudal la capacidad de riego ascendería a sólo 110 000 hectáreas. Por lo tanto, las condiciones actuales de riego no son bastante seguras. (Véase el cuadro V-4.)

Se encuentran en estudio dos nuevos proyectos de riego que abarcan en total 60 000 hectáreas. Se han hecho estudios para comprobar la regularidad del riego actual y de los proyectos nuevos, encontrándose que en realidad podrían regarse 260 000 hectáreas con bastante regularidad si se contara con una capacidad de embalse de 900 millones de m^3 (además del Embalse Yeso de 250 millones de m^3 que está en construcción).

Sin embargo, es posible que la explotación de estos embalses para riego vaya en desmedro de la producción de hidroelectricidad. Se pueden detener o reducir los gastos de invierno de algunas centrales de energía. Mayor será el conflicto si todos los embalses se sitúan en el curso superior del río Maipo. También es posible que dos importantes proyectos hidroeléctricos (150 000 y 60 000 kW de capacidad) que tiene en estudio la ENDESA no resulten económicos si el riego se desarrolla al máximo.

Con respecto al agua potable, hacia 1960-69 habrá que aumentar el abastecimiento en forma sustancial y si el agua se saca del Maipo, ello puede tener un efecto adverso sobre el riego.

Las aguas sucias de Santiago que actualmente no se someten a ningún tratamiento necesitan serlo para evitar la contaminación del río aguas abajo.

Las aguas subterráneas del centro de Santiago se han explotado en exceso. Sin embargo, pueden contribuir mucho al abastecimiento de la capital y a otros usos las napas más profundas por cuanto sería menos necesario recurrir a los embalses para suministrar agua potable. Las aguas subterráneas se aprovechan en toda la hoya hidrográfica y para evitar su explotación abusiva es esencial fiscalizar su empleo en forma rigurosa. Para ello en el futuro habrá que registrar el nivel de las napas freáticas.

/Cuadro V-4

Cuadro V-4

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Maipo/Mapocho

RIEGO

Período que cubren los datos (años)	Tierra disponible para riego	Actual	Futura posible,	Embalse requerido m3 x 10^6
	(H e c t á r e a s)			
38	230 000	195 785 a/	260 000	900 b/

HIDROELECTRICIDAD

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
20 centrales pequeñas que emplean hidroelectricidad o energía mecánica c/ d/		
La Florida c/ d/ 13.5 M.W. (Cía. Chilena de Electricidad Ltda.)		
La Puntilla c/ d/ 12 M.W.		
La Carena c/ d/ 8.5 M.W.		
Maitenes e/ 26 M.W.		
Volcán e/ 13 M.W.		
Queltehue e/ 36.4 M.W.		

a/ Se riegan 23 528 ha más con agua de fuentes no medidas.
b/ 30 000 están fuera de la hoya del Maipo.
c/ Todas estas centrales se abastecen de agua por medio de canales.
d/ Si el riego se desarrolla al máximo sería necesario regular o detener las descargas en algunas de estas centrales durante ciertas estaciones del año.
e/ De propiedad de la Compañía Chilena de Electricidad Ltda.

/Cuadro V-4 (cont.)

Cuadro V-4 (continuación)

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
-	-	Tinoco 60 M.W. (1975-1984)
-	-	Olivares-Mapocho f/ 60 M.W. (1975-1984)
-	-	Maipo Bajo g/ 150 M.W.

NECESIDADES DE AGUA PARA USOS DOMESTICOS E INDUSTRIALES

Consumo anual 1956 m3 x 10^6	Consumo anual probable 1980 1 m3 x 10^6
Agua para uso doméstico - 182	
De varias fuentes incl: Maipo 95	277 h/
Del Maipo para las necesidades de alcantarillado 95 a 126	95 a 126
De aguas subterráneas	447
Agua para uso industrial - Estas necesidades están incluídas en el agua para uso doméstico.	

f/ El desarrollo de este proyecto puede tener efectos perjudiciales sobre el balance de riego de estos dos ríos.

g/ Si el riego se desarrolla al máximo es posible que quede muy poca agua disponible para este proyecto.

h/ En 1980 el total será 819 a 850 millones de m3 de agua. (Si el agua extra (447) es del río Maipo puede tener efectos perjudiciales sobre el abastecimiento de agua para riego.)

/La crítica

La crítica situación que se presenta en esta hoya y la posibilidad de que los diversos usos sean incompatibles entre sí, imponen la necesidad de explotar las aguas superficiales y subterráneas en forma racional y bajo una autoridad fiscalizadora.

Río Rapel

La excesiva brevedad del período que abarcan las mediciones del gasto del río (11 años) impide llegar a conclusiones definitivas sobre su capacidad de riego. Sin embargo, las cifras disponibles acerca del año de gasto mínimo (1947) sugieren que dicha capacidad no excede de 170 000 hectáreas. La actual superficie de regadío sería del orden de las 246 000 hectáreas. Según los resultados de una prueba de regulación, con una capacidad de embalse de 1 000 millones de m^3 podrían regarse normalmente 250 000 hectáreas. (Véase el cuadro V-5.)

Cerca de la desembocadura del río en el mar se construirá una poderosa central hidroeléctrica (400 000 kW). Habrá que estudiar en forma cuidadosa el efecto del desarrollo del riego sobre el gasto del río en su curso inferior por la posible influencia que pueda tener sobre ese proyecto hidroeléctrico.

En el río Cachapoal - afluente del Rapel - existe el peligro de que aumente la contaminación de las aguas. Estas permiten en la actualidad hacer frente a las necesidades domésticas e industriales, pero habrá que ejercer una cuidadosa vigilancia para evitar su inficción.

Río Maule

El período que cubren los datos también es muy breve (10 años), de modo que las conclusiones sólo son provisionales. Hoy se riegan 309 000 hectáreas y con las obras en construcción o en estudio, esta superficie aumentaría a cerca de 500 000 hectáreas. Para regarlas en forma regular, se necesitaría una reserva de 1 800 millones de m^3. La laguna del Maule tiene una capacidad de 1 575 millones de m^3, pero en virtud de las medidas ya adoptadas, parte de ella se emplearía para producir hidroelectricidad. Por otro lado, la zona de captación de la laguna es relativamente pequeña. No hay datos disponibles que permitan determinar el volumen de agua de la laguna del Maule que pudiera utilizarse para satisfacer los 1 800 millones de m^3 que se necesitan. Es un vacío que habrá que llenar. Es evidente también que parte de las obras de embalse necesarias para regar 500 000 hectáreas debe construirse río abajo y parte en los afluentes

Cuadro V-5

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Rapel

RIEGO

Años registrados	Tierra disponible para riego (ha)	Riego (hectáreas)		Embalse requerido $m^3 \times 10^6$
		Superficie actual	Futura posible	
11	753 000	246 600 a/	250 000	1 000

HIDROELECTRICIDAD

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
Sauzal 76.8 M.W.	Sauzalito 9.00 M.W. (1959)	Proyecto a 30 km del mar b/ la. etapa 260 M.W.
Coya 33.0 M.W.		

NECESIDADES DE AGUA PARA USOS DOMESTICO E INDUSTRIAL

Consumo anual 1956 $m^3 \times 10^6$	Consumo anual probable 1980 $m^3 \times 10^6$
Agua para uso doméstico - 17.7	30.4 c/
Agua para uso industrial - No hay nada especial que decir	

a/ Incluiría riego con agua de fuentes no medidas. Parece que la capacidad real del río es 170 000 ha.

b/ Si el riego se desarrolla al máximo es posible que en este punto el gasto del río sea tan bajo en algunos años o parte del año que este proyecto sea antieconómico.

c/ No deberían existir dificultades para sacar esta agua del río. Sin embargo existe un problema de contaminación de las aguas en el río Cachapoal por el mineral de El Teniente.

/Cuadro V-6

Cuadro V-6

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS SOBRE LOS RIOS

Río Maule

RIEGO

Período que abarcan los datos (años)	Tierra disponible para riego	Superficie actual	Posible superficie futura	Embalse requerido $m3 \times 10^6$
	(Hectáreas)			
10	1 012 000	309 000	500 000 a/	1 800

HIDROELECTRICIDAD b/

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
Cipreses 101 M.W.	Isla 68 M.W. (1961)	Garzas 200 M.W. (1965-1974) Maule Medio 100-150 M.W. 3 centrales pequeñas en canales 1975-1984

NECESIDADES DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

Consumo anual 1956 $m3 \times 10^6$	Consumo anual probable 1980 $m^3 \times 10^6$
Agua para uso doméstico - 38.6	57.5 c/
Agua para uso industrial - 0	31.5 d/

a/ Hay bastante agua disponible en el río para un mayor aumento de la superficie regada en caso que se encuentren lugares de almacenamiento.

b/ Con excepción del planeamiento necesario de los embalses que será compartido por la ENDESA y la Dirección de Riego, la ampliación del riego no debería afectar el desarrollo hidroeléctrico.

c/ No debe haber dificultad en obtener esta cantidad de agua.

d/ Para una posible fábrica de pasta de madera en Constitución. No debe haber dificultad en obtener esta cantidad de agua.

/Si fuera

Si fuera posible encontrar más lugares apropiados para construir embalses, no faltarían ni el agua necesaria para alimentarlos ni la tierra para aumentar la superficie regada por sobre aquellas 500 000 hectáreas. No obstante podría suceder que el curso inferior del río permaneciera seco durante mayor número de meses, en desmedro de otros aprovechamientos.

Se ha proyectado construir una fábrica de celulosa a orillas del Maule. De localizarse en su curso medio, esa fábrica podría contaminar las aguas sobrantes si el riego se desarrollara al máximo. Si para mantener el gasto del curso inferior se usara parte del agua almacenada, la contaminación podría evitarse, pero entonces esa agua se perdería.

Hace falta una autoridad fiscalizadora que fije el orden de preferencia en que han de aprovecharse los recursos hidráulicos.

Río Itata

Aunque algunas estaciones remontan a 1938 sólo existen datos hidrológicos completos a partir de 1947. Actualmente el río riega a su paso 100 000 hectáreas, que es la mayor superficie que podría servir con un margen razonable de seguridad. Las obras en construcción o en estudio aumentarían el área regada a 180 000 hectáreas. Esta superficie - que requeriría una capacidad de embalse de 450 millones de m^3 - podría ampliarse aún, pues existe bastante agua disponible, para lo cual, contando con sitios apropiados, habría que construir nuevas presas. (Véase el cuadro V-7.)

En esta cuenca no surgirían conflictos con la hidroelectricidad por cuanto no existen centrales y la ENDESA no tiene ninguna en proyecto. Sin embargo, al desarrollarse al máximo, el riego podría perjudicar el crecimiento industrial, ya que durante varios meses del año mermaría considerablemente el caudal del curso inferior del río.

También existe la posibilidad de construir otra fábrica de celulosa en Coelemu, fábrica que se abastecería en el río Itata, lo que crearía el problema de la contaminación de sus aguas a consecuencia de los desechos de fabricación. Estúdiase, por último, el establecimiento de otra fábrica del mismo tipo que la anterior en Cholguán (sobre el río Itata) y aunque no faltaría agua, también habría que considerar el problema de la inficción de ésta.

/Cuadro V-7

Cuadro V-7

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Itata

RIEGO

Años de registro	Tierra disponible para riego (ha)	Riego (hectáreas)		Embalse requerido $m^3 \times 10^6$
		Superficie actual	Superficie futura	
10	470 000	100 000	180 000 a/	450

HIDROELECTRICIDAD

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
Ninguna	Ninguna	Ninguna

NECESIDADES DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

Consumo anual 1956 $m^3 \times 10^6$	Consumo anual probable 1980 $m3 \times 10^6$
Agua para uso doméstico - 5.0	10.2 b/
Agua para uso industrial c/	31.6 d/
	1.6 e/
	31.6 f/

a/ Hay bastante agua disponible para aumentar la superficie de riego en caso de que se encuentren lugares de almacenamiento.
b/ No debe haber dificultad en obtener esta cantidad de agua.
c/ El agua para uso industrial debería ser de fácil disponibilidad. Pero los desechos de fabricación de Coelemu ocasionarán una grave contaminación de las aguas del río aún con el riego actual. La fábrica de Cholcuán puede contaminar a veces las aguas del río en enero-abril.
d/ Para una posible fábrica de pasta de madera en Coelemu (1964).
e/ Para una fábrica de azúcar.
f/ Para una posible fábrica de pasta de madera en Cholguán (1967).

/Cabe reiterar

Cabe reiterar aquí la necesidad de un organismo fiscalizador que establezca un orden de preferencia en el desarrollo de los recursos hidráulicos.

Río Bío-Bío

Las series hidrológicas completas sólo abarcan ocho años. Por lo tanto, es muy probable que se registre un gasto menor que el mínimo observado.

Actualmente hay 134 000 hectáreas regadas y las obras en construcción o en estudio prevén otras 124 000 más. Los registros de gastos para el año mínimo (1950) indican que podrían regarse con facilidad 300 000 hectáreas. Por otro lado, habría agua disponible para aumentar considerablemente el riego con embalses. (Véase el cuadro V-8.)

De los ocho ríos estudiados, el Bío-Bío es con mucho el más apropiado para la creación de industrias que consumen agua porque parece que hay abundante disponibilidad de ella. No habría dificultad en abastecer la creciente demanda de la zona de Concepción. Sin embargo, una fábrica de pasta de madera que se está construyendo en Laja y una segunda prevista para Coigüe ocasionarían dificultades con la contaminación de las aguas, la que podría evitarse, si fuera necesario, usando agua de embalses.

Se está asistiendo a un gran desenvolvimiento hidroeléctrico (hay centrales de 135 000 kW de capacidad en funcionamiento o en construcción, estudiándose la posibilidad de ampliarla a 1 110 000 kW) y, por lo tanto, la coordinación con el riego sería necesaria siempre y cuando hubiera que recurrir a los embalses para aumentar el riego. Un caso ilustrativo es el uso del embalse natural del lago Laja que estudian la Dirección de Riego y la ENDESA. Por lo que toca a los afluentes, es necesario adoptar un criterio integral para el desarrollo de toda la cuenca.

Los estudios sobre los ochos ríos ponen de manifiesto la imperiosa necesidad de establecer una autoridad planificadora de alta jerarquía gubernamental. Corresponderíale a esa autoridad establecer una coordinación perfecta y constante entre los diversos organismos interesados en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de modo a explotarlos en la forma que más conviniera al interés nacional.

/Cuadro V-8

Cuadro V-8

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS HIDROGRAFICOS

Río Bío-Bío

RIEGO

Años de registro	Tierra disponible para riego (ha)	Riego (hectáreas)		Embalse requerido $m3 \times 10^6$
		Superficie actual	Probable superficie futura	
8	910 000	134 800	300 000 a/	Ninguno

HIDROELECTRICIDAD

Centrales en funcionamiento	Centrales en construcción	Centrales en estudio
Abanico 86 M.W.	Extensión del Abanico 49 M.W. (1960)	Lago Laja b/ 240 M.W. (1966-1974) Antuco 200 M.W. (1973) Bío-Bío Bajo c/ 550 M.W.

a/ Hay bastante agua disponible en el río para aumentar aún más la superficie de riego, siempre que se construya un embalse.

b/ La Dirección de Riego y la ENDESA tendrán que llegar a un acuerdo para compartir y mantener en funcionamiento los embalses necesarios para este proyecto.

c/ Este proyecto se encuentra en el curso superior del Bío-Bío. Si resulta necesario construir un embalse, es probable que también vaya en beneficio del riego.

/Cuadro V-8 (cont.)

Cuadro V-8 (cont.)

NECESIDADES DE AGUA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL

	Consumo anual 1956 $m^3 \times 10^6$		Consumo anual probable 1980 $m^3 \times 10^6$
Agua para uso doméstico	17.5		55.1 d/
Agua para uso industrial	81.7	(1959)	145.8 e/
	1.6		1.6 f/
			31.5 g/
			23.7 h/
			31.5 i/
Total			234.1 j/

d/ Esta cantidad de agua debería ser de fácil disponibilidad.

e/ Para Huachipato y la fábrica de papel de diario situada cerca de Concepción.

f/ Para la fábrica de azúcar en Los Angeles.

g/ Para la fábrica de pasta de madera de San Vicente (1964) cuyos desechos de fabricación van al mar.

h/ Para la fábrica de pasta de madera del Laja (1959).

i/ Para la fábrica de pasta de madera de Coique (1965).

j/ Esta cantidad debe ser de fácil disponibilidad. Será necesario tomar medidas para prevenir la contaminación de las aguas con los desechos de fabricación de las fábricas de Laja y Coique.

/La comparación

La comparación de las necesidades de embalse con las presas existentes, en construcción o proyectadas por la Dirección de Riego que se ha hecho al estudiar los ocho ríos mencionados, revela, que aun cuando el riego se practique en forma eficiente, para mantener su regularidad en el presente y en el futuro, sería necesario construir nuevas obras de gran capacidad, sobre todo en los ríos Aconcagua y Rapel. Desde luego, las necesidades de almacenamiento de agua serían mucho mayores si se perpetuaran las deficiencias de los sistemas de riego. Se hace imperioso mejorar estos sistemas, toda vez que cualquier desperdicio de agua de riego supone la construcción de nuevas y costosas obras de embalse, lo que va en menoscabo de otros intereses.

/Capítulo VI

Capítulo VI

NECESIDAD DE UNA POLITICA HIDRAULICA - RECOMENDACIONES

El análisis de los recursos y usos presentes y futuros ha revelado que en las zonas económicamente más desarrolladas de Chile hay una creciente escasez de recursos hidráulicos con relación a la demanda. En el sur, donde hay abundancia de agua, el desarrollo económico es casi nulo. El desequilibrio entre la disponibilidad y la demanda de agua exige una política nacional de medición, desarrollo y conservación de estos recursos naturales.

Las necesidades de capital para proyectos hidráulicos también han aumentado no sólo en volumen absoluto sino también proporcionalmente. Sobre todo desde que comenzó a desarrollarse la hidroelectricidad, las obras hidráulicas han absorbido un porcentaje cada vez mayor de los gastos públicos de inversión en Chile y actualmente representan un promedio anual de 15 a 20 por ciento. (Véase el cuadro VI-1.) En los próximos 15 años (hasta 1973) los gastos en inversiones públicas correspondientes a la demanda estimada de los diversos usos del agua serían del orden de los 500 millones de dólares (150 millones para agua de uso doméstico, más de 60 millones para las obras de riego que ejecutará el gobierno y cerca de 280 millones para hidroelectricidad incluída la transmisión primaria). Estas grandes necesidades de inversión en un país en que el capital es tan escaso obligan a usarlo eficientemente. Ello requiere datos hidrológicos exactos para el planeamiento adecuado de los proyectos, análisis cuidadoso de la complementación o conflictos entre los usos y de su coordinación. Por lo tanto, la situación hidráulica general de Chile con respecto al desarrollo económico hace indispensable y urgente formular una política integral de administración hidráulica.

Cualquier intento de formular esta política quedaría fuera del alcance y la competencia de este estudio. No obstante pueden sugerirse algunas medidas que la harían posible:

a) Mejoramiento sistemático de la evaluación, tanto de los recursos como de sus usos. Es indispensable contar con registros adecuados de los recursos hidráulicos y de sus usos para el planeamiento de su desarrollo

/ Cuadro VI-1

Cuadro VI-1

CHILE: INVERSION PUBLICA EN OBRAS HIDRAULICAS

Año	A Riego		B Avenamiento		C Agua potable		D Hidroelectricidad (ENDESA)		E Total A+B+C+D	F Total inversión pública	Porciento E/F
	Millones de pesos	Porciento A/F	Millones de pesos	Porciento B/F	Millones de pesos	Porciento C/F	Millones de pesos	Porciento D/F	Millones de pesos		
1940	29.2	61.2	0.4	0.8	18.1	38.0	-	-	47.7	1 365.2	3.5
1941	35.0	65.3	0.7	1.3	17.9	33.4	-	-	53.6	1 758.6	3.0
1942	36.1	60.5	0.5	0.8	23.1	38.7	-	-	59.7	1 948.0	3.1
1943	31.8	46.9	1.6	2.4	34.4	50.7	-	-	67.8	1 671.6	4.1
1944	65.5	52.8	-	-	58.5	47.2	-	-	124.0	1 815.2	6.8
1945	75.3	42.6	-	-	101.6	57.4	-	-	176.9	2 183.5	8.1
1946	105.8	52.2	0.4	0.2	96.6	47.6	-	-	202.8	2 535.6	8.0
1947	109.0	15.4	5.4	0.8	292.7	41.5	298.7	42.3	705.8	3 151.9	22.4
1948	122.0	27.0	6.3	1.4	125.0	27.7	198.1	43.9	451.4	4 315.5	10.5
1949	130.1	24.2	4.5	0.8	131.4	24.5	270.8	50.5	536.8	6 010.5	8.9
1950	140.5	17.2	10.7	1.3	262.8	32.1	404.1	49.4	818.1	7 227.3	11.3
1951	203.8	16.5	14.8	1.2	423.7	34.2	596.3	48.1	1 238.6	8 926.8	13.9
1952	217.5	19.0	23.9	2.1	616.8	53.8	287.8	25.1	1 146.0	11 272.0	10.2
1953	365.4	13.7	18.4	0.7	988.2	37.1	1 292.7	48.5	2 664.7	19 044.6	14.0
1954	617.5	12.5	6.0	0.1	1 660.0	33.6	2 651.9	53.8	4 935.4	26 417.7	18.7
1955	945.6	13.2	32.8	0.5	2 764.0	38.7	3 408.3	47.6	7 150.7	49 696.3	14.4
1956	2 276.5	17.5	49.4	0.4	2 858.0	22.0	7 809.0	60.1	12 992.9	77 492.2	16.8

sobre todo en los lugares en donde escasea el agua. El cabal conocimiento hidrológico permitirá también planear las obras hidráulicas de un modo que permita disminuir al mínimo el capital necesario.

b) Los usos que se hacen actualmente del agua están condicionados por un sistema legal establecido en tiempos en que la población y el desarrollo económico ejercían menor presión sobre los recursos. Varios aspectos de esta legislación necesitan ser adaptados y quizá convendría hacer hincapié en la conveniencia de introducir las siguientes enmiendas:

i) En vista de que, hablando en términos cuantitativos, el principal uso que se da al agua en Chile es el riego y de que el desperdicio de agua es considerable debería modificarse el actual régimen legal del derecho a usar las aguas para evitar cualquier jus abutendi y mejorar la eficacia en su uso.

ii) La hidroelectricidad, uso relativamente nuevo, debería gozar de las mismas facilidades legislativas que rigen para el regadío (sobre todo el derecho a expropiación) que permitan ejecutar los trabajos que son beneficiosos para la economía.

iii) No debería existir una escala rígida de prelación. Con la creciente escasez de agua frente a la demanda y los costos cada vez más subidos de las obras hidráulicas, el actual orden rígido debería ser reemplazado por el análisis cuidadoso del costo y de los beneficios que los diversos usos aportan a la economía. Gracias al progreso de las técnicas de análisis y programación económicos este análisis presenta perspectivas cada vez más fructíferas y convenientes.

iv) En vista de que las obras hidráulicas suponen grandes inversiones, la legislación debería tender a que sus beneficiarios reembolsen el costo económico de los servicios que se les proporciona sin tener en cuenta las fluctuaciones monetarias.

c) Salvo la necesidad de una redistribución de atribuciones y responsabilidades puede decirse que la administración chilena en materia de aguas está cuantitativamente bien dotada. Sin embargo, la coordinación entre las diversas ramas de esta administración se produce sólo sobre una base ad hoc, cuando lo que se requiere es una coordinación sistemática.

/Este último

Este último es el más fuerte argumento para el establecimiento de un Consejo Nacional de Aguas encargado de la coordinación y planeamiento de las actividades hidráulicas. A continuación siguen algunas recomendaciones para la adopción de estas medidas.

1. Proyectos especiales para mejorar la medición de los recursos y usos

a) Establecimiento de un instituto para la medición de la nieve. Como se señaló en los capítulos I y II la medición de la nieve caída en la zona central de Chile, donde los ríos son predominantemente de régimen níveo, será de considerable ventaja para el pronóstico del caudal de los ríos y la formulación de una política hidráulica.

b) Establecimiento de por lo menos una estación meteorológica de primer orden en cada zona climática. Actualmente quizá haya una sola estación de este tipo en todo el país.

c) Establecimiento de varias estaciones hidrométricas nuevas en todo el país. Se ha sugerido la instalación y posible ubicación de 28 estaciones nuevas para el desarrollo de las obras de riego; por otro lado, la preparación de proyectos especiales de riego requerirá más estaciones. El Departamento de Riego está preparando un programa con ese fin.

Asimismo la ENDESA está elaborando un programa para ampliar los servicios de hidroelectricidad, que incluiría el establecimiento de nuevas estaciones en las regiones en donde ya existen algunas mediciones y un extenso plan para iniciar la medición sistemática de los recursos del sur.

d) Búsqueda y evaluación de aguas subterráneas especialmente en la zona de Santiago. La creciente escasez de los recursos de aguas superficiales en relación con la demanda en estas zonas sugiere el desarrollo sistemático y sin tardanzas de esta exploración. Asimismo debe intensificarse la búsqueda y evaluación de aguas subterráneas en las zonas áridas y semiáridas de Chile.

e) Evaluación empírica de las necesidades de agua de diversos cultivos en distintas zonas. Estas investigaciones podrían llevarse a cabo en las granjas experimentales que existen actualmente o con la cooperación de los agricultores obtenida a base de incentivos financieros. La evaluación de las necesidades agrícolas de agua es esencial para preparar normas eficaces de riego en las zonas semiárida y árida de Chile.

/2. Reformas

2. Reformas legislativas sugeridas

a) Medición de los recursos y usos

Debería existir un registro obligatorio de todas las servidumbres de aguas, ya sean públicas o privadas, cualesquiera que sea la fecha en que fueron otorgados. Los registros deben incluir informes anuales obligatorios sobre la superficie cultivada, o del grado de uso hecho en otros tipos de aprovechamiento, e informes mensuales sobre la cantidad de agua recibida.

b) Explotación ordenada de las aguas subterráneas

Tanto los dueños de los pozos como las empresas de perforación deben, durante la construcción, suministrar la información y las muestras necesarias y seguir las instrucciones técnicas que imparta la autoridad (aislación de napas, tipos de filtro, etc.) Cada permiso de alumbramiento de aguas subterráneas debe especificar el volumen máximo que puede extraerse por unidad de tiempo. Cuando se trate de alumbramientos hechos en hoyas subterráneas que no se han estudiado bastante, la fijación del volumen de agua extraíble debe ser provisional y quedar sujeto a revisión por parte de la autoridad. Los pozos deben protegerse para garantizar el volumen y la cantidad de sus aguas dando prioridad según su antigüedad cronológica. Finalmente pueden otorgarse concesiones para explotar determinadas napas con prohibición de extraer agua de otras.

c) Eficiencia en el uso de las aguas (con especial referencia al riego)

i) Para cada concesión de merced debería fijarse una tasa de consumo según escalas regionales, por ejemplo, el gasto de agua por unidad de volumen-tiempo permisible por unidad de superficie cultivada (o por unidad de producción en otros tipos de aprovechamiento). El uso en exceso de esta tasa debe ser fuertemente gravado y las entradas resultantes ir a un fondo para financiar el desarrollo hidráulico. Más adelante podría prohibirse el uso de agua en exceso de esta tasa fija para evitar que el abastecimiento de agua sea mayor que el necesario. Si el dueño de la merced no posee una extensión de tierra lo suficientemente grande como para usar toda el agua a que tiene derecho empleando dicha tasa, el excedente debería ser transferido a terceros. El reemplazo del sistema

/actual por

actual por el propuesto debe hacerse compensando a los usuarios por las pérdidas patrimoniales que experimentasen realmente. Esa compensación puede financiarse cobrando valores equivalentes por el otorgamiento de nuevas mercedes para el uso de las aguas cuya disponibilidad se haya obtenido así. Cuando el cambio afecte a aguas usadas en riego, esta conversión puede hacerse estimando o probando los volúmenes promedios recibidos por cada usuario bajo el sistema actual y calculando la superficie que podría cultivar si utilizase la tasa de consumo fijada como de utilización óptima del agua.

ii) Una vez hecho el aforo de un río declarado "agotado" debe levantarse esa declaración si aplicando la tasa de consumo citada se constata que hay agua disponible.

iii) Debe estatuirse que las aguas de propiedad pública se conceden sólo para satisfacer las necesidades de los concesionarios (o sus representantes legales) y que por lo tanto no pueden ser vendidas, ni arrendadas ni usadas en cantidades que excedan de esas necesidades. Los excedentes (incluídos los derrames) deben seguir siendo de propiedad del Estado y susceptibles de ser concedidas por éste sin que el nuevo concesionario tenga que pagar nada al primero. Especialmente los concesionarios de aguas públicas para riego u otros usos no tienen derecho a percibir rentas por el empleo por terceros de esas aguas en la generación de electricidad.

iv) Debe estipularse que las aguas concedidas para fines de riego son inseparables de la tierra para la cual fueron concedidas, no pudiendo usarse fuera de ella salvo excepciones, limitadas en el tiempo, que la ley debe fijar.

d) <u>El privilegio de expropiación</u> que ahora es privativo de la agencia que maneja el regadío debe hacerse extensivo a la hidroelectricidad, para la construcción de grandes embalses, que podrían requerir la expropiación de tierras. De otro modo la ENDESA no podría estar en situación de ejecutar adecuadamente los proyectos hidroeléctricos que benefician a la economía.

e) <u>Evaluación económica: Prioridades y sistema de reintegro</u>

Hay que abolir el orden rígido de prioridades entre los diversos usos del agua, evaluándolas, en cambio, atendiendo a cuencas de ríos, o por zonas, o

/aun con

aun con referencia a proyectos específicos cuando éstos son importantes. A veces cuando se presentan pocas alternativas este análisis puede hacerse con gran rapidez; en el norte de Chile, por ejemplo, el emplazamiento de las actividades mineras cupríferas está determinado por la ubicación del yacimiento. En vista de que la aportación de la minería del cobre a la economía nacional es mayor que la del riego, considerando que ambas actividades usan la misma cantidad reducida de agua, allí debería darse prioridad a la minería del cobre.

En cambio, en la mayor parte de la zona central de Chile, en que el problema de las prioridades tiene importancia práctica puesto que el agua tiende a ser escasa con relación a todas las necesidades, son más numerosas las alternativas para la localización de las actividades económicas y para las posibilidades de suministrarles el agua necesaria. Esto conduce a buscar combinaciones óptimas entre los diversos usos, lo que supone una programación muy compleja. Tales evaluaciones de prioridades y combinaciones óptimas podrían ser función de un Consejo Nacional de Aguas (asesorado por su secretaría) cuya creación se sugirió anteriormente.

Antes de imponer a los particulares sistemas de impuestos o reintegros para financiar el desarrollo hidráulico es necesario hacer un cuidadoso balance desde el punto de vista social. En otras palabras hay que evaluar los beneficios directos e indirectos, ponderables o no en dinero que se obtendrán de ese desarrollo y distribuir las cargas entre todos los sectores favorecidos. El programa de reintegro de los préstamos también debe basarse en la evaluación de los costos y beneficios. En materia de riego, el trabajo del Departamento de Economía del Ministerio de Agricultura (que se está ampliando) sería de utilidad para ese fin.

Cuando el reintegro se basa directamente en el servicio recibido las tasas deben ajustarse sin demora para poder tomar en cuenta las fluctuaciones monetarias tan pronto éstas se produzcan. También podría considerarse algún tipo de índice para el servicio de los préstamos. La aprobación parlamentaria de medidas legislativas tendientes a facilitar esos ajustes, tanto para la electricidad como para el riego, es muy conveniente y contribuiría al eficaz funcionamiento económico de estos sectores.

/3. Reorganización

3. Reorganización administrativa propuesta para la formulación de una política hidráulica integrada

Como ya se ha dicho, cuantitativamente la administración chilena está suficientemente dotada para organizar una programación hidráulica adecuada. Pero es necesaria una reestructuración de los diferentes organismos que tienen relación con ella. Una primera etapa de reorganización administrativa podría incluir la redistribución de funciones dentro de la actual organización administrativa, y la creación del Consejo Nacional de Aguas.

a) Redistribución de funciones dentro de la organización actual

La gran dispersión y a veces duplicación de los servicios encargados del desarrollo de los recursos hidráulicos[1/] señala la conveniencia de agrupar muchas funciones.

Esto podría llevarse a cabo, en primer lugar, mediante el establecimiento de una Dirección de Aguas dependiente del Ministerio de Obras Públicas, que absorbería y ampliaría la actual Dirección de Riego. Además de las responsabilidades actuales de la Dirección de Riego la nueva Dirección de Aguas podría tener responsabilidad sobre el riego mecánico y las obras de riego medianas y pequeñas (que ahora son responsabilidad de la CORFO). La nueva Dirección también podría encargarse del fomento de los usos industriales del agua, de la contaminación de las aguas de riego, de las obras de control de inundaciones y defensa ribereña (excepto la ejecución de los trabajos de forestación) y de la navegación y transporte por flotación en ríos y lagos.

Desde luego esas transferencias desde otras secciones administrativas al nuevo departamento hidráulico requiere la enmienda de las normas legales que establecen sus respectivas funciones.

También podría considerarse la redistribución de otras funciones. En el campo de la electricidad, la Dirección de Servicios Eléctricos que ahora depende del Ministerio del Interior podría ser transferida al Ministerio de Economía. Las centrales hidroeléctricas que posee y explota directamente dicha Dirección serían transferidas a propiedad de

1/ Véase la Introducción.

/la ENDESA

la ENDESA como aportación estatal, y las centrales de propiedad de terceros que actualmente administra esta Dirección serían administrados en el futuro por la ENDESA. La Sección de Agronomía de la actual Dirección de Riego podría transferirse al Ministerio de Agricultura para preparar (conjuntamente con el Departamento de Economía de este Ministerio) los estudios económicos para los proyectos de riego.

Las actividades crediticias que ahora están dispersas podrían concentrarse en una sola institución de crédito, tratando a la vez de ampliar el plazo de los préstamos.

b) Consejo Nacional de Aguas

Aún después de reagrupar y redistribuir las funciones faltaría todavía formular una política coordinada de desarrollo de los recursos hidráulicos para los distintos organismos. Esto podría llevarse a cabo mediante el establecimiento de un Consejo Nacional de Aguas.

Las funciones del Consejo se limitarían esencialmente al planeamiento del desarrollo de los recursos hidráulicos, la vigilancia del cumplimiento de los programas y la coordinación de las actividades entre las diversas agencias responsables del programa cuando fuere menester. Las funciones de ejecución misma, a saber, proyectos y planos definitivos de obras, construcción y explotación de las mismas y la prestación de servicios seguiría siendo responsabilidad de los organismos a cuyo cargo están hoy, salvo que el Consejo, ejerciendo sus funciones de coordinación, aconsejase transferirlas a otros. Si esto sucediera el Consejo debería sugerir al organismo gubernativo competente que ordenara la transferencia.

Las tareas concretas del Consejo serían:

i) Medición de los recursos hidráulicos y asuntos conexos. (La medición misma no sería tarea del Consejo. Este se limitaría a establecer el modo de hacerla, dando normas y formularios y señalando qué organismo debe recoger cada información. El Consejo con su personal archivaría, recopilaría, tabularía y publicaría la información así recogida.

ii) Medición y proyección de los otros factores relacionados con el uso de los recursos hidráulicos.

/iii) Formulación

iii) Formulación de un programa nacional de desarrollo hidráulico y de programas zonales. Dentro de cada programa se establecerían prioridades para los distintos usos. El primer programa podría planearse por un período de 15 años y revisarse cada tres.

iv) Vigilancia de la ejecución de los programas nacionales y zonales.

v) Coordinación de la actividad ejecutiva, cuando parezca necesario, como se señaló anteriormente.

Se sugiere que el Consejo tenga un Coordinador General y que esté integrado por representantes de cada uno de los siguientes organismos: Dirección de Obras Sanitarias, Ministerio de Obras Públicas; Dirección de Riego (o Departamento de Aguas), Ministerio de Obras Públicas; Oficina Meteorológica de Chile, Ministerio de Defensa; Empresa de Agua Potable de Santiago; Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales, Ministerio de Agricultura; ENDESA; Dirección de Servicios Eléctricos, Ministerio del Interior (o de Economía); Servicio Nacional de Salud; Banco del Estado; Dirección del Litoral, Ministerio de Defensa; Confederación de Canalistas de Chile; Sociedad Nacional de Agricultura; y Sociedad de Fomento Fabril.

En el Consejo también deberían estar representados la Dirección de Pesca y Caza del Ministerio de Agricultura y el Servicio Nacional de Turismo, cuyas actividades están fuera del alcance de este estudio. Todos estos representantes podrían tener distinto número de votos según la importancia de sus organismos.

El Consejo debería tener una Secretaría permanente bajo la dirección de un Coordinador General; esta Secretaría tendría su propio personal, predominantemente técnico, que sería reducido. Esta sería la única oficina nueva a establecer y representaría el único gasto adicional sobre el presupuesto actual, que se propone para la primera etapa. El Consejo sería un organismo autónomo del mismo tipo que la Corporación de Fomento, y mantendría relaciones con el gobierno por intermedio del Ministerio de Economía, aunque en realidad no quedaría bajo la jurisdicción de este último.

/El Consejo

El Consejo se dividiría en Comités, encargados de estudiar los problemas específicos y de informar a los demás comités y a la sesión plenaria. Un Comité de Programación y Asuntos Generales examinaría, con la ayuda de la Secretaría, los problemas relacionados con la complementación o discrepancia entre los diversos usos de una cuenca, en el plano regional o nacional. Otros Comités se encargarían de coordinar las actividades en materia de aguas sobre una base funcional (Hidrometeorología e Hidrología, abastecimiento de agua potable, riego, hidroelectricidad, etc.).

Se sugiere que los Comités sean convocados por el Coordinador para tratar cada asunto y que cada uno informe de este hecho a los demás comités, aunque sea para dejar que éstos dejen constancia de no tener interés en ese asunto. Ningún asunto podría ser tratado por el Consejo sin el conocimiento previo de todos los Comités.

A continuación se anota una lista de esos comités y de su composición:

COMITE I. PROGRAMACION Y ASUNTOS GENERALES

Dirección de Riego (o Aguas), Ministerio de Obras Públicas (M.O.P.)

Servicio Meteorológico de Chile, Ministerio de Defensa

ENDESA

Dirección de Obras Sanitarias, M.O.P.

COMITE II. HIDROMETEOROLOGIA E HIDROMETRIA

Servicio Meteorológico

Dirección de Riego (o Aguas), M.O.P.

ENDESA

COMITE III. AGUA POTABLE

Dirección de Obras Sanitarias, M.O.P.

Empresa de Agua Potable de Santiago

Dirección de Riego (o Aguas), M.O.P.

COMITE IV. RIEGO

Dirección de Riego (o Aguas), M.O.P.

Ministerio de Agricultura, Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales

Dirección de Obras Sanitarias, M.O.P.

Confederación de Canalistas de Chile

j a gr

COMITE V. HIDROELECTRICIDAD

ENDESA

Dirección de Servicios Eléctricos y Gas, Ministerio del Interior (o de Economía)

Dirección de Riego (o Aguas), M.O.P.

Confederación de Canalistas de Chile

Sociedad de Fomento Fabril

COMITE VI. USOS INDUSTRIALES Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS

Dirección de Riego, M.O.P.

Dirección de Obras Sanitarias, M.O.P.

Servicio Nacional de Salud

Sociedad de Fomento Fabril

Sociedad Nacional de Agricultura

COMITE VII. TRANSPORTE FLUVIAL Y LACUSTRE

Dirección de Riego (o Aguas), M.O.P.

Servicio Nacional de Turismo

Dirección del Litoral, Ministerio de Defensa

COMITE VIII. AGUAS SUBTERRANEAS

Dirección de Riego (o Aguas), M.O.P.

Dirección de Obras Sanitarias, M.O.P.

Instituto de Geología (Corfo y Departamento del Cobre)

Sociedad Nacional de Agricultura

Confederación de Canalistas de Chile

COMITE IX. CREDITO HIDRAULICO

Banco del Estado

Dirección de Riego

ENDESA

Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales, Ministerio de Agricultura.

También se considerarían otros Comités para la pesca en aguas dulces, las aguas medicinales y termales y el turismo.

/4. Otras

4. Otras posibles bases de acción

Más adelante se consideraría la posibilidad de transformar la Dirección de Riego y los servicios de agua potable en corporaciones autónomas con objeto de conferirles mayor autonomía funcional y financiera para su buena marcha. Estas corporaciones podrían revaluar su capital por lo menos una vez al año y reclamar el rembolso de los costos reales de los servicios que proporcionen.

La Comisión de Vías y Obras Públicas de la Cámara de Diputados aprobó un proyecto de ley (Boletín # 8435 del 23 de agosto de 1956) que crea la Empresa Nacional de Riego; las funciones que se proyecta atribuirle implicarían, parcialmente, la adopción de las precedentes sugestiones.

En vista del éxito del Plan Chillán se recomienda también considerar la posibilidad de crear experimentalmente una autoridad regional piloto de desarrollo hidráulico. Aunque en Chile no hay grandes cuencas hidrográficas que justifiquen una empresa al estilo de la Administración del Valle del Tennessee, la región sur de la Zona Central por ejemplo está atravesada por varios ríos medianos y pequeños en que el agua es un factor importante de desarrollo. Los recursos de estas regiones todavía no se han desarrollado y su población tiene un bajo nivel de vida.

Si se estableciera esa autoridad regional debería encuadrar sus proyectos dentro del marco general de los programas nacionales que adoptase el Consejo Nacional de Aguas. La autoridad regional estaría encargada de la ejecución y funcionamiento del desarrollo integrado de estas regiones.

CORRIGENDA

Página	Línea	
16	32	En vez de "El Tofo", léase "El Romeral".
117	31	En vez de "la mayor", léase "una".
160	30	En vez de "82", léase "32".
235	19	En vez de "660 000", léase "390 000".

RESUMEN DEL ESTUDIO HIDRAULICO DE CHILE

INDICE

/I. INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

1. Conclusiones

En este estudio se hace un análisis preliminar de los recursos hidráulicos de Chile y de su aprovechamiento en función del desarrollo económico pasado y futuro del país.

La importancia de los recursos hidráulicos para el progreso económico de Chile salta a la vista cuando se consideran tres factores fundamentales: la población, la agricultura y la energía. Con más de 4 000 kilómetros de longitud, hay en Chile una gran variedad de climas y precipitación pluvial y el país se divide en una zona árida, al Norte, una semiárida en el Centro y una húmeda al Sur. La mayoría de los 7.2 millones de habitantes que componen su población actual vive en la zona semiárida. El riego está muy difundido y cubre más de 1.3 millones de hectáreas (más o menos 25 por ciento de la tierra cultivada), a tal punto que Chile es el país sudamericano con mayor superficie bajo riego. Más de la mitad de la energía eléctrica producida es de origen hidráulico, con una capacidad instalada de 570 000 kW.

La población chilena crece a una tasa de 2.5 por ciento anual y probablemente pasará de 10 millones en 1973. Además de las exigencias de desarrollo económico de la población actual, dicho aumento de casi 3 millones de habitantes en los próximos 15 años significa que el riego deberá extenderse a otras 500 000 hectáreas para que no haya escasez de alimentos en el país. Para satisfacer las necesidades de los consumidores y la industria, habrá que aumentar la capacidad de producción hidroeléctrica en 1 125 000 kilómetros y proveer agua para 2.8 millones de nuevos habitantes urbanos. La inversión total en todas estas obras hidráulicas ascenderá a 500 millones de dólares aproximadamente. Además, hay en el sur de Chile un vasto potencial hidroeléctrico sin explotar, que podría ser un factor importante del desarrollo industrial de esa zona aprovechando el bajo costo de la energía.

La demanda originada en el crecimiento demográfico y el desarrollo económico ejercerá entonces mayor presión sobre los escasos recursos hidráulicos de las zonas áridas y semiáridas del país; en la zona húmeda el agua es una

/fuente de

fuente de riqueza que aún no se aprovecha. En ambos casos es esencial emplear los recursos disponibles en forma eficiente. Conviene destacar a este respecto cuatro conclusiones que dimanan del presente estudio:

1) El conocimiento de los recursos disponibles en el país no es suficiente para preparar una política hidráulica adecuada. Donde el agua escasea, como en las zonas árida y semiárida, evidentemente es necesario saber de qué cantidad se puede disponer. Donde el agua abunda, como en el Sur, cuanto más exactas sean las estimaciones, tanto menor será el riesgo al construir grandes obras de ingeniería y tanto más baratas resultarán. Además, sería conveniente preparar una lista de los usos a que el agua se destina para poder determinar con precisión el equilibrio entre los recursos y su aprovechamiento. Habrá que ampliar considerablemente los servicios hidrometeorológicos e hidrológicos existentes, tanto en personal como en instrumental, y establecer entre ellos una coordinación sistemática. También habrá que preparar y mantener al día registros del uso del agua.

2) El desperdicio de agua debe combatirse al máximo en el Norte y en el Valle Central. Las proyecciones de la demanda de agua para la agricultura y la energía eléctrica arrojan cifras superiores a las disponibilidades en las distintas cuencas del Norte y el Valle Central, aun suponiendo que no haya desperdicio. En la actualidad se comprueba un desperdicio considerable, sobre todo en el riego, la actividad que más agua consume en Chile; a tal punto que si no se mejoran los métodos de riego la situación podría tornarse crítica. Para evitarlo habrá que modificar el Código de Aguas, promulgado en una época en que los recursos naturales no estaban sometidos a tanta presión.

3) No sólo es necesario aprovechar bien el agua en cada caso particular, sino también coordinar sus distintos usos, como en el riego, la hidroelectricidad, las industrias, etc. Un análisis preliminar del aprovechamiento múltiple de las principales cuencas hidrológicas del Norte y Chile Central revela que hay casos importantes de complementación, pero también que la mayoría de las veces hay incompatibilidad entre los distintos usos. Actualmente, en caso de conflicto la ley fija el orden de prelación de estos últimos. En la práctica, esta rigidez se atenúa algo con las consultas entre la Dirección de Riego (Ministerio de Obras Públicas) y la ENDESA, el organismo nacional de electricidad. Conviene modificar esta rígida legislación y

/fomentar esas

fomentar esas consultas, extendiéndolas a otros organismos, con la creación de un Consejo Nacional de Aguas, encargado de establecer normas generales.

4) Teniendo en cuenta que actualmente es muy baja la tasa de capitalización, será preciso que los usuarios de las obras hidráulicas paguen una mayor proporción del costo de los servicios que reciben. Las tarifas actuales, sobre todo las de agua potable, requieren grandes subsidios y en el caso de riego, las sumas pagadas por los usuarios a título de reembolso sólo representan una proporción ínfima del valor real de las obras. Sería muy conveniente que el Congreso chileno sancionara de una vez los proyectos destinados a facilitar el reajuste de las tarifas y los reembolsos a las condiciones inflacionarias actuales.

En cuanto al método seguido en el estudio, se sitúa primero el problema hidráulico dentro de su medio físico, económico e institucional. Después de este planteamiento general, en la primera parte se describen los recursos hidráulicos de Chile; se hace un análisis hidrometeorológico e hidrológico de todo el país, con especial referencia a las disponibilidades de agua en las ocho cuencas hidrológicas en que se concentra la mayor parte de la población y de las actividades económicas de Chile; se indican las variaciones estacionales por su influencia en la demanda de agua para riego y se examina la calidad de los aforos, la organización de los servicios y la necesidad de ampliarlos y coordinarlos.

En la segunda parte se estudia el aprovechamiento de los recursos desde dos puntos de vista: a) por funciones (agua para uso doméstico, riego, hidroelectricidad, etc.) y b) por zonas geográficas (estudio del aprovechamiento múltiple del agua en función de la demanda y del abastecimiento), examinando en primer lugar la organización institucional que rige las actividades en cada zona y la coordinación (o falta de coordinación) de éstas.

Al estudiar los usos funcionales, se considera el aprovechamiento actual del agua en distintos usos (población que cuenta con agua potable, superficie regada, instalaciones y producción de hidroelectricidad, etc.); se proyecta la demanda de cada uso funcional hasta 1973, teniendo en cuenta el desarrollo económico general, el crecimiento de la población, la demanda de alimentos, etc.; también se ha tratado de calcular la inversión necesaria para las obras hidráulicas que deberán atender la mayor demanda de agua; y en el caso del riego, se estudian también los métodos empleados.

/En relación

En relación con su aprovechamiento múltiple, se examinan conjuntamente todos los usos del agua, definiendo primero los problemas por las grandes zonas geográficas y procediendo luego a un estudio más detallado de las ocho cuencas en que se concentra la mayor parte de la actividad económica del país.

Coronando este análisis de los recursos y su aprovechamiento, se extraen algunas conclusiones relativas a la política hidráulica que convendría adoptar. Habría rebasado el marco del estudio proponer esa política con todos sus detalles, pero se hacen algunas indicaciones en ese sentido y, también, recomendaciones para facilitar su elaboración.

2. Aspectos generales del problema hidráulico

En la introducción del estudio se hace una descripción de Chile, con especial referencia a sus recursos hidráulicos. Las principales características del país son las siguientes:

a) Geografía y climatología

Los Andes constituyen la línea divisoria de las aguas en todo el país, salvo en el lejano sur. Los ríos corren de este a oeste y, como no hay mucha distancia entre la Cordillera y el mar, son de escasa longitud y gran declive, de modo que ofrecen un gran potencial hidroeléctrico, pero muchos inconvenientes a la navegación. Paralelo a los Andes y más cerca de la costa, un macizo más bajo tiene particular importancia en el Norte, porque impide que llegue al mar el agua de la Cordillera, la que se pierde en lagunas por evaporación o por infiltración subterránea. En el Sur de Chile hay varios lagos de origen volcánico que forman importantes represas naturales.

Desde el punto de vista geográfico, el país suele dividirse en cinco regiones: Norte Grande, Norte Chico, Valle Central, Sur Chico y Sur Grande. Tanto el Norte Chico como el Sur Chico constituyen zonas de transición entre el árido Norte Grande, el semiárido Valle Central y el húmedo Sur Grande. Estas cinco regiones corresponden más o menos con las principales franjas de vegetación que es muy distinta según el clima y las necesidades de riego.

Sólo en puntos aislados del Norte Grande pueden hacerse cultivos importantes que deben regarse continuamente todo el año. Otro tanto puede decirse del Norte Chico, salvo que en su parte meridional el período de riego puede acortarse a unos diez meses siempre que llueva y que la temperatura permita

/abreviar el

abreviar el ciclo vegetativo. En Chile Central el riego es necesario por períodos de 4 a 9 meses según sea la duración del ciclo latente de la vegetación en el invierno, cuando la precipitación pluvial aumenta continuamente. En el Sur Chico casi no hace falta el riego, aunque también allí, sobre todo alrededor de Osorno, se producen sequías de variable duración. Con poquísimas excepciones, el riego es innecesario en el Sur Grande donde llueve y nieva mucho.

b) Demografía y economía

Con un total de 7.2 millones de habitantes, Chile tiene una densidad media de 9.7 habitantes por kilómetro cuadrado. Pero la población se distribuye en forma muy despareja. Las zonas demasiado áridas y húmedas apenas están habitadas. La masa de la población (80 por ciento) está radicada en los valles de Chile Central que cuentan con recursos hidráulicos limitados. Dentro de esta zona hay una gran concentración demográfica en las provincias de Santiago y Valparaíso, donde la densidad llega a 125 habitantes por kilómetro cuadrado.

Un hecho nuevo en la demografía chilena es el aumento de la tasa anual de crecimiento, que de 1.68 por ciento en 1950-52 subió en el último quinquenio a 2.5 por ciento. Es probable que con el descenso de la mortalidad, Chile se convierta en un país de rápido crecimiento demográfico; en el estudio se ha supuesto para el crecimiento demográfico una tasa media anual de 2.5 por ciento de 1958 a 1973, con todas sus consecuencias en relación con el abastecimiento de agua, la necesidad de alimentos, la industrialización y la demanda de energía.

En 1956, el ingreso medio por habitante era de 296 dólares, con lo que Chile se colocaba entre los países latinoamericanos de ingreso mediano. Pero, a diferencia de lo ocurrido con la población, en los últimos años la economía ha crecido con ritmo más bien lento y el nivel de ingreso por habitante se ha mantenido más o menos constante. Una característica notable es la bajísima tasa de inversión, que representa menos de 10 por ciento del producto bruto nacional. En el informe se supone que esta tasa podrá elevarse y, para los efectos de calcular la demanda futura de agua según sus usos, se ha aceptado una tasa hipotética de crecimiento del ingreso por habitante de 2 por ciento entre 1958 y 1973.

/La ubicación

La ubicación de la actividad económica merece especial atención por lo que a la demanda de agua se refiere.

i) Minería. La principal mina de cobre se encuentra en Chuquicamata (Norte Grande) y obtiene agua del curso superior del río Loa. El Teniente, la segunda mina por orden de importancia, está en Chile Central y utiliza el agua del Rapel y sus afluentes. Las salitreras del Norte Grande también aprovechan las aguas del Loa. La mayoría de los yacimientos de hierro están situados en el Norte Chico, pero este mineral se beneficia en seco; los yacimientos carboníferos se hallan en la parte meridional de Chile Central. La posibilidad de obtener agua del Bío-Bío (cerca de las minas de carbón) fue uno de los factores determinantes del establecimiento de la industria siderúrgica en ésta zona.

ii) Industria. Pese a un gran aumento en el último decenio del beneficio de minerales y de las industrias afines, el grueso de la industria chilena todavía es del tipo liviano y está constituído por muchas fábricas pequeñas que se concentran en dos centros principales: Santiago y Valparaíso (que en conjunto representan 70 por ciento de la producción), y Concepción (12 por ciento). Emplean respectivamente agua de las cuencas del Maipo, el Aconcagua, y el Bío-Bío. Muchos de los grandes proyectos industriales en vías de realización (fábricas de azúcar de remolacha y de papel y celulosa; ampliación de la producción siderúrgica y de la refinación del petróleo; industrias químicas) no se ubicarán en la zona de Santiago, pero quedarán dentro de Chile Central. Para más adelante se proyecta instalar en el Sur industrias químicas y metalúrgicas.

iii) Agricultura. Los desiertos del Norte Grande sólo ofrecen limitadas posibilidades agrícolas. Con más agua de riego (actualmente hay 140 000 hectáreas regadas), el Norte Chico tiene buenas cosechas y ganado, aunque en pequeña escala. Chile Central es el centro agrícola del país. Según un informe de la FAO y el Banco Internacional, las condiciones de la zona "no son ni muy favorables ni sumamente desfavorables", pues en general sólo llueve fuera del ciclo vegetativo de los principales cultivos, pero el pequeño declive del terreno y los numerosos ríos facilitan el riego. Casi 1.2 millones de hectáreas están bajo riego en el Valle Central y la superficie será

/mayor cuando

mayor cuando el plan de desarrollo agropecuario empiece a cumplirse. La parte meridional del Valle Central y el Sur Chico cuenta con importantes riquezas forestales que se explotarán más sistemáticamente para la industria de papel y celulosa. El Sur Chico es el granero de Chile, porque el trigo crece allí sin riego, y el avenamiento permitirá cultivar una superficie mayor. El Sur Grande está todavía sin desarrollar, pero ofrece buenas perspectivas para el pastoreo, la ganadería y la silvicultura.

iv) Electricidad. En 1957 había una capacidad instalada de poco más de 1 millón de kW, 570 000 de ellos de hidroelectricidad. La mayor parte de esa capacidad se encuentra en Chile Central; aunque los ríos de esta zona sólo representan una pequeña proporción del potencial hidroeléctrico del país, se aprovecharon primero por estar próximos a los centros de consumo. También por este motivo, la mayor parte de las obras de ampliación hidroeléctrica (83 por ciento) prevista para los próximos 15 años se efectuará en el Valle Central. Actualmente, en el Norte Chico y en el Sur Chico sólo existe una pequeña capacidad instalada (20 000 kW y 24 000 kW respectivamente), pero se proyecta elevar la del segundo a 180 000 kW en 1973. El enorme potencial hidroeléctrico del Sur Grande no se ha aprovechado en absoluto.

Esta descripción de la economía chilena por sectores revela un alto grado de concentración geográfica de la actividad económica que, desde el punto de vista de los recursos hidráulicos puede identificarse con las siete cuencas hidrográficas siguientes: Loa, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Itata y Bío-Bío. Una octava, la del río Elqui, puede considerarse como representativa del Norte Chico. En estas ocho cuencas hidrográficas se encuentra más o menos 73 por ciento de la población, 93 por ciento de la minería, 96 por ciento de la industria y 85 por ciento de la capacidad instalada de electricidad. (Véase el Mapa.) La proporción es menor en el caso de la agricultura (55 a 60 por ciento); el resto corresponde casi exclusivamente a la agricultura de secano del Sur Chico. Casi todos los proyectos de desarrollo para los próximos 15 años también se concentrarán en estas cuencas.

Por las causas señaladas, aunque el análisis hidrográfico se extiende a todo el país, en el estudio se ha prestado atención especial a esas ocho cuencas en que se vuelca la actividad económica de Chile.

/3. Instituciones

3. Instituciones

a) Administración

La organización institucional de Chile se caracteriza por el sistema unitario de su gobierno y la alta centralización geográfica de su administración pública. Sin embargo, ante la creciente intervención y participación directa del Estado en los asuntos económicos, se tiende ahora a la descentralización funcional de algunos servicios económicos y a la creación de entidades autárquicas (como la Corporación de Fomento de la Producción y la Empresa Nacional de Electricidad).

La gran centralización territorial y la existencia de organismos autónomos son también características generales de la administración chilena en materia hidráulica. Pero a pesar de esta centralización de la estructura administrativa, no existe una política hidráulica integral. Las distintas instituciones sólo están encargadas de aplicar medidas particulares relativas a ciertos y determinados usos del agua. Los intentos de coordinación que suelen hacerse se deben exclusivamente a la iniciativa personal de los funcionarios.

La falta de coordinación en materia de política hidráulica no significa falta de actividades o de organismos administrativos para efectuarlas separadamente. Al contrario, estos organismos abundan, si bien se encuentran dispersos o se superponen.[1/] En relación con los principales usos del agua (riego, electricidad, provisión de agua potable), no existen vacíos administrativos evidentes en el aspecto ejecutivo, sino más bien una duplicación de organismos con tareas idénticas.

b) Legislación

El Código Civil de Chile, promulgado en una época en que la demanda de recursos hidráulicos era menor, reconocía el privilegio de los ribereños, es decir el derecho de los propietarios ribereños a aprovechar el agua de los cauces naturales. El riego se ha desarrollado en Chile al amparo de este sistema, cuyo espíritu todavía se hace sentir. Estos derechos de aguas

---

1/ En el Anexo I aparece un cuadro de administración hidráulica en el que se pone de manifiesto esta disposición y superposición.

/se asimilaron

se asimilaron a la propiedad de una parte del río, pudiendo los "propietarios" vender o arrendar los excedentes de agua que no aprovechaban. El Código Civil también reconocía a los propietarios no ribereños el derecho a obtener concesiones o mercedes.

El Código de Aguas, promulgado en 1951, modificó considerablemente las disposiciones del Código Civil en materia de propiedad de las aguas, que se dividen en aguas de dominio público y de dominio privado. Ahora, el aprovechamiento de las aguas de dominio público sólo puede autorizarlo el Presidente de la República mediante una merced (concesión). Pero el Código reconoce como válidos los derechos adquiridos bajo el imperio de las leyes anteriores, incluyendo los derechos ribereños.

Respecto de la concesión de mercedes, el Código de Aguas contiene, entre otras, las siguientes disposiciones importantes:

i) Las mercedes se definen como derechos reales, pudiendo por lo tanto arrendarse o transferirse y hasta venderse, lo que otras legislaciones sudamericanas no permiten.

ii) Las mercedes se otorgan para cierto volumen de agua y para cierto plazo, pero el Código no exige el establecimiento de normas para regular el aprovechamiento del agua en relación con la superficie u otra unidad de uso.

iii) El Código establece un orden fijo de prelación para el caso de que se soliciten varias mercedes sobre las mismas aguas. Se da preferencia al riego antes que a la hidroelectricidad y la industria.

Aunque las leyes chilenas se han apartado algo de la doctrina primitiva de los derechos ribereños, hay que examinar detenidamente, en función de los recursos disponibles para satisfacer las crecientes necesidades, hasta qué punto permiten y permitirán aprovechar el agua en forma eficiente.

/II. METEOROLOGIA

II. METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

A. METEOROLOGIA

1. Condiciones climáticas generales

El clima chileno se distingue sobre todo por la discrepancia entre la temperatura del aire y la cantidad de radiación solar. En tanto que esta última es normal en relación con la latitud, la temperatura es más baja debido a la corriente de Humboldt que tiene un efecto perjudicial sobre la precipitación en la zona de la costa. La anomalía de temperatura se atenúa a medida que la distancia de la costa es mayor y la precipitación aumenta.

Las condiciones eólicas están determinadas por la posición del país, que se extiende en la vertiente occidental de un largo y estrecho zócalo continental, y por la posición del anticiclón del Pacífico, que actúa en dos sentidos. Al norte de los 40° de latitud sur sopla desde el sudoeste, invade una tierra caliente, y seca el extremo septentrional de Chile; entonces, el viento tropical, que sopla de norte a sur a lo largo de los Andes trae la lluvia. Al sur de los 40° de latitud sur el viento del Pacífico sopla desde el oeste, se extiende sobre una tierra fría y trae lluvia. El frente del centro de depresión vira ligeramente hacia el norte en invierno y hacia el sur en verano, lo que determina el ciclo anual de lluvias.

En casi todo el territorio de Chile, principalmente desde Coquimbo hasta Chiloé, los períodos de precipitación ocurren en invierno. Las precipitaciones estivales sólo se presentan en el Sur, cuando el frente mira hacia el polo. El predominio de las lluvias invernales en las zonas de mayor actividad económica de Chile tiene importantes consecuencias, en su mayoría desfavorables. Con respecto a la agricultura, la mayor parte de las lluvias cae fuera del ciclo vegetativo, de modo que el riego es necesario. En cuanto a la hidroelectricidad, las precipitaciones invernales en la alta montaña son de nieve sólida que sólo se derrite en verano, en tanto que la mayor demanda de electricidad se presenta en invierno. Las lluvias invernales también aumentan la erosión hidráulica porque entonces los suelos están menos protegidos por la vegetación. En cambio, la evaporación es menor cuando las lluvias caen en una época de frío. La nieve acumulada en las montañas también proporciona reservas hidráulicas más abundantes.

/Desde las

Desde las áridas zonas del Norte Grande, donde llueve muy poco o nada en los meses de invierno, el volumen absoluto de la precipitación anual va en aumento hacia el sur. La precipitación es casi nula en el Norte Grande, pasa de 500 a 1 000 milímetros por año en el Valle Central y llega a 5 000 milímetros anuales en el Sur, una de las comarcas más lluviosas del mundo. Al propio tiempo, la proporción (no el total) de la precipitación invernal (abril a septiembre) disminuye en general, mientras que la proporción de la precipitación estival (octubre a marzo) aumenta gradualmente.

2. Estudio del régimen pluvial

Se han preparado algunos gráficos de las precipitaciones teniendo en cuenta los datos de estaciones distribuídas a lo largo de todo el territorio. El estudio de estas mediciones mensuales es de suma importancia no sólo para calcular los valores medios, sino para conocer los valores mínimos y máximos de las precipitaciones durante todo el período de observación. El mínimo sirve para calcular la necesaria ampliación del sistema de riego; el máximo permite determinar la capacidad que deben tener las obras de embalse y defensa contra las crecidas. El requisito de un número determinado de años de observación (40 para las zonas planas y 50 para las montañosas) se cumple en muchas estaciones chilenas; sin embargo, la insuficiencia de las observaciones en el Norte Grande y el Norte Chico no permite establecer las tendencias a largo plazo en esas zonas donde normalmente no llueve y donde una precipitación inesperada puede influir en los promedios y en las variaciones actuales y trastornar así cualquiera regularidad observada hasta entonces.

Se estudiaron las precipitaciones registradas en estaciones distribuídas en 9 latitudes diferentes, desde el Norte Grande hasta el Sur Grande. El resumen de los resultados obtenidos aparece en el cuadro 1. 2/ También se estudiaron 9 perfiles de las precipitaciones registradas en una misma latitud con el fin de establecer las variaciones que experimenta el período anual de lluvias desde la costa hacia el interior, la influencia de las condiciones orográficas, etc.3/ Sobre la base del estudio de las precipitaciones, se

2/ Los cuadros y gráficos completos y detallados aparecen en el anexo al estudio.

3/ El estudio completo de estos 9 perfiles se da en el anexo.

/Cuadro 1

Cuadro 1

CHILE: PRECIPITACIONES PLUVIALES (mm)

Regiones	Promedios anuales	Máxima anuales	Mínima anuales
Norte Grande			
Antofagasta (1904-1956)	9.3	100	0
Norte Chico			
Copiapó (1900-1956)	28.5	95	0
Ovalle (1900-1956)	139	347	26
Chile Central			
Santiago (1900-1956)	322	820	66
Chillán (1913-1956)	997	1 654	484
Sur Chico			
Valdivia (1901-1956)	2 467	3 493	1 343
Puerto Montt (1901-1956)	1 860	3 653	1 298
Sur Grande			
Puerto Aysén (1928-1956)	2 796	3 650	2 142
Punta Arenas (1901-1956)	438	829	189

/prepararon diagramas

prepararon diagramas de los ciclos vegetativos de cada una de las principales zonas de vegetación del país, relacionando el tiempo que media entre la siembra y la cosecha con el porciento mensual de precipitaciones.

En el informe se insiste en la importancia primordial que tienen para los valles las precipitaciones sólidas de la montaña en los meses secos de verano. Sin embargo, la falta de mediciones suficientes no permite formarse un concepto cabal de estas reservas hidráulicas. Se trató de calcular planimétricamente, sobre la base de un mapa climatológico, las superficies de clima de nieve del territorio chileno hasta Chiloé. La superficie total cubierta de hielo y nieves externas sería de 14 670 km^2, aproximadamente. Aplicando la relación 1:5, podría decirse que hay unos 3 000 kilómetros cuadrados de ventisqueros.

3. Nebulosidad y lluvia artificial

La nebulosidad de las zonas áridas y semiáridas del Norte Grande y el Norte Chico tiene gran importancia hidrológica porque reduce la absorción y la emisión de radiación solar y hace descender la tasa de evaporación. En invierno, la zona de máxima nebulosidad (8 décimas) es la de la costa próxima a Iquique; en todo el Norte, desde la frontera hasta los 21° de latitud, hay zonas con 7 décimas. La nebulosidad vuelve a aumentar a 8 décimas más al sur, entre Taltal y Caldera.

A lo largo de la costa, donde la neblina tiene alto contenido de agua, se podría producir lluvia artificial. Conviene señalar sin embargo, por si se hicieran experimentos, que las obras públicas y muchos edificios no están en condiciones de soportar fuertes lluvias.

4. Temperatura del aire y evaporación

Las actuales mediciones no bastan para estudiar sistemáticamente la temperatura y la evaporación. No obstante, en el informe se proporcionan algunas indicaciones de las franjas calientes que existen en el valle longitudinal de Chile Central y del efecto que tienen en la evaporación.

5. Organización e instrumental de los servicios hidrometeorológicos

En Chile, varios organismos fiscales, semifiscales y particulares se dedican a observaciones meteorológicas (incluyendo las hidrometeorológicas) y también, en algunos casos, a la investigación.

/La mayor

La mayor parte de las 463 estaciones meteorológicas y pluviométricas pertenecen al Estado (415) y muchas dependen del servicio de meteorología del Ministerio de Defensa (262). Los demás servicios oficiales son los de la Dirección de Riego (75) y la Dirección de Salubridad (68), ambas dependientes del Ministerio de Obras Públicas. El Ministerio de Agricultura ha proyectado 10 estaciones agrometeorológicas, que formarían parte de estaciones más importantes de experimentación agrícola.

Entre los organismos semioficiales, el más importante es la ENDESA (33). Las estaciones privadas pertenecen a la Braden Copper Company (6) y a Panagra (7).

Los distintos servicios de hidrometeorología no tienen todavía el mismo nivel de desarrollo. Tanto la Dirección de Riego como la ENDESA cuentan con personal superior capacitado y con una organización eficiente. La Oficina Meteorológica de Chile está en vías de reorganización; este proceso requiere mucho tiempo, pero con un activo programa de modernización, la Oficina podría prestar excelentes servicios dentro de seis a diez años.

He aquí algunas recomendaciones:

i) La dispersión del actual sistema hidrometeorológico hace necesario mejorarlo mucho para llegar a la uniformidad y eficiencia de sus actividades. Sobre todo, es indispensable coordinar las de los diversos organismos encargados de las observaciones hidrometeorológicas, con los fines siguientes:

   a) distribuir las estaciones en forma adecuada (evitando la duplicación o el incumplimiento de algunas funciones)

   b) uniformar el material, reduciendo así los costos y facilitando la comparación de los resultados y

   c) analizar y publicar las observaciones registradas.

   Convendría crear una Comisión Nacional de Meteorología, que con el tiempo podría ampliarse para incluir la hidrología.

ii) Dada la importancia de las mediciones de la nieve y la dificultad de trabajar en las zonas de alta montaña, podría establecerse un instituto científicamente organizado para hacer estaciones e investigaciones de la nieve y el hielo en las cumbres andinas.

/iii) Sería

iii) Sería conveniente aumentar el número de estaciones. Sólo hay en el país una estación completa de primer orden, cuando debería haber una por lo menos para cada zona climática (cuatro como mínimo). Por lo que se refiere a las demás estaciones, hay actualmente una por cada 1 600 kilómetros cuadrados, cuando por lo común se requiere una por cada 100 kilómetros cuadrados. Esto significaría establecer 2 000 estaciones más, lo que está claramente fuera del alcance del país. El informe recomienda duplicar más o menos el número de estaciones dentro de un plazo razonable.

B. HIDROLOGIA

1. Descripción hidrológica del país

a) Aguas superficiales

La gran variedad de condiciones hidrometeorológicas que existen de norte a sur del país determina una diversidad análoga de regímenes hidrográficos. Sin embargo, la topografía da a los principales ríos de Chile una característica común: la corta distancia entre la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico hace que los pronunciados declives acentúen la fluctuación de sus caudales.

Varios importantes elementos que determinan el caudal de los ríos varían con cierta regularidad de norte a sur, a saber:

a) la época, la duración y el volumen de las precipitaciones

b) la proporción relativa de las precipitaciones sólidas y líquidas

c) la época y la duración del derretimiento de la nieve.

Aunque los demás factores, como la altura media de las zonas de avenamiento, varían de una cuenca a otra, las influencias hidrometeorológicas permiten la siguiente clasificación general de los regímenes fluviales:

Norte Grande: hidrografía de tipo desértico

Norte Chico: hidrografía de tipo mixto nieve y lluvia

Valle Central, parte superior (desde el río Aconcagua al Mataquito: predominio de la influencia de la nieve)

Valle Central, parte inferior (desde el río Maule al Bío-Bío): hidrografía de tipo de nieve, pero con influencia creciente de las lluvias.

Sur Chico: predominio de las precipitaciones pluviales.

/La hidrografía

La hidrografía del Sur Grande no se ha estudiado aún lo suficiente, aunque parece que el factor dominante es también el derretimiento de la nieve.

La falta de datos adecuados para un número suficiente de años no permite un estudio cuantitativo exacto de todos estos recursos. Por ello se presentan en primer término las características generales de los distintos regímenes fluviales, haciéndose hincapié en las fluctuaciones estacionales tomando en consideración sus consecuencias económicas siguientes: los altos caudales de verano proporcionan agua para riego y los altos caudales de invierno corresponden en general a la demanda estacional máxima de energía. La falta de correspondencia entre la existencia de agua y su utilización puede a veces subsanarse con obras de embalse, aunque a un costo muy elevado. Por otra parte, las aguas almacenadas que se requieren para determinados usos pueden necesitarse también para otros, incompatibles con los primeros.

A continuación se resumen varios aforos hidrológicos y se hace al propio tiempo un inventario de los recursos hidráulicos de algunas cuencas hidrográficas.

i) Descripción por regiones

Norte Grande. Por ser muy escasa la precipitación fluvial, los ríos son en general poco caudalosos. Sin embargo, en razón de la topografía hay diferencias hidrográficas entre Tarapacá y Antofagasta. En la primera provincia no hay grandes obstáculos naturales que impidan a los ríos llegar hasta la costa, mientras que más al sur, en la provincia de Antofagasta, los cordones montañosos que corren paralelos a la costa (cordón de Chuquicamata y cordón de Domeyko) forman una barrera a las aguas que fluyen desde los Andes. El Loa es el único río que llega hasta el océano, después de dar una larga vuelta para atravesar el cordón de Chuquicamata.

Norte Chico. Los ríos de esta región, de régimen mixto, son alimentados por el derretimiento de la nieve en verano y por las lluvias en invierno. Así sus caudales descienden al mínimo a fines del verano (febrero y marzo), aumentan en seguida con las lluvias invernales, vuelven a bajar a fines del invierno, para subir nuevamente al derretirse la nieve durante los meses de noviembre y diciembre. Algunos de los afluentes que se forman en las llanuras

/se alimentan

se alimentan principalmente de las lluvias, alcanzando caudales torrentosos durante el invierno. Las principales cuencas hidrográficas de la región son las de los ríos Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa.

Todos estos ríos corren por suelos permeables, de suerte que se producen fuertes pérdidas por infiltración, las cuales crean, a su vez, importantes reservas subterráneas. Algunos de ellos, como el Elqui, pierden agua por filtración en algunos sectores pero la recuperan en otros.

Valle Central. Parte superior. Los ríos Aconcagua, Maipo, Rapel y Mataquito se alimentan con el derretimiento de la nieve, y se caracterizan por sus altos caudales durante el invierno y sus marcadas fluctuaciones estacionales.

El caudal del Aconcagua y del Maipo es alto en enero y febrero, desciende en junio y julio y vuelve a aumentar en noviembre y diciembre. El sistema del Rapel es análogo, pero en él influyen más las lluvias invernales, sobre todo en la zona inferior de captación.

Valle Central. Parte inferior. Los ríos de esta región (Maule, Itata y Bío-Bío) donde crece la influencia de las precipitaciones pluviales suelen tener dos máximas: la mayor a comienzos del verano, causada por el derretimiento de la nieve, y la segunda en invierno, con la aparición de las lluvias. A esas dos máximas corresponden otras tantas mínimas, la más intensa en abril y la otra en la primavera. Además, estos ríos empiezan a recibir la influencia de los lagos: el lago La Invernada y la laguna del Maule en el caso del Maule, y el lago Laja en el caso del Bío-Bío. Los sistemas del Maule y el Bío-Bío tienen el mayor potencial hidroeléctrico de la región económicamente desarrollada de Chile.

Sur Chico. Los ríos de esta región se distinguen por el predominio de las lluvias invernales. Suele registrarse una segunda máxima cuando reciben afluentes andinos (como el río Puelo), debido a que el derretimiento de la nieve prolonga hasta la primavera el período de las aguas altas. Las pendientes disminuyen progresivamente hacia el sur y el caudal de los ríos se vuelve más constante. La estación seca desaparece. Muchos de los ríos son alimentados en parte por grandes lagos y esto hace que sean navegables en su curso inferior. Hidrológica y topográficamente existen grandes posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico en el curso superior de estos ríos.

/Sur Grande

Sur Grande. Hasta hoy no se ha medido con regularidad ninguno de los ríos de esta región. Unicamente la Corporación de Fomento ha hecho aforos provisionales en algunos de ellos, como el Baker. Ultimamente la ENDESA ha efectuado por su parte cálculos indirectos, comparando las zonas de captación de los ríos del Sur Grande con la del Puelo, cuyo caudal se ha medido. Puede decirse en general que el Sur Grande posee cuantiosos recursos hidráulicos; conforme a los cálculos de la ENDESA, el gasto medio de los ríos Palena, Aysén y Pascua sería superior a 1 000 metros cúbicos por segundo y el del Baker, a 3 000. Todos estos ríos ofrecen grandes posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico.

ii) Gráficos y mediciones

a) Se han preparado algunos gráficos que indican la influencia respectiva de la nieve y la lluvia en el caudal de varios ríos. Cuando el máximo ocurre en el verano y las precipitaciones son pocas, el río depende principalmente de la influencia de la nieve. Cuando tienden a coincidir las curvas de las precipitaciones y el caudal, el río depende principalmente de las lluvias. La favorable influencia del derretimiento de la nieve desde el punto de vista del riego puede apreciarse claramente en el caso de los ríos Elqui, Aconcagua, Maipo y Rapel.

La medición de las precipitaciones de nieve en la zona de captación permitiría prever varios meses antes el caudal de los ríos en el verano, y esto sería sumamente útil para distribuir las aguas destinadas a la agricultura y otros usos.

b) A pesar del grado variable de exactitud de las estimaciones disponibles, se ha preparado un cuadro del gasto medio de los ríos, que permite formarse una idea general de los recursos hidráulicos superficiales con que cuenta el país de norte a sur. (Véanse los cuadros 2, 3 y gráfico.)

c) Excepción hecha del río Loa, para el cual faltan datos suficientes, se efectuaron cálculos estacionales en relación con los ríos a cuyo alrededor se concentra hoy la mayor parte del desarrollo económico del país. Se prepararon dos series, una para el período de octubre a abril, que corresponde aproximadamente al período medio de riego en Chile, y la otra para el período de enero a abril, período crítico para el riego.

/Cuadro 2

Cuadro 2

CHILE: GASTO MEDIO (m^3/seg) DE LOS RIOS PRINCIPALES

Norte Grande		Norte Chico		Chile Central		Sur Chico		Sur Grande a/	
Lluta	2	Copiapó	5.3	Aconcagua	43	Valdivia	450	Yelcho	860
Loa	6	Huasco	6.7	Maipo	102	Bueno	860	Palena	1 020
		Elqui	14.2	Rapel	95	Petrohue	630	Cisnes	460
		Choapa	27.0	Mataquito	33	Puelo	690	Aysen	1 160
				Maule	405			Baker	3 180
				Itata	188			Bravo	210
				Bío-Bío	800			Pascua	1 650
				Imperial	600				
				Toltén	350				

a/ Estimaciones hechas por la ENDESA en el mes de agosto de 1958.

/Cuadro 3

Cuadro 3

CHILE: CAUDAL MEDIO DE SIETE RIOS ESCOGIDOS

Provincias	Cuenca del río, en km2	Caudal medio (en millones de m^3)			Período de observación
		Todo el año	Octubre a abril	Enero a abril	
Coquimbo	Elqui 9 570	447.4	290.4	151.5	1928-1956
Aconcagua	Aconcagua 2 640	1 368.9	1 099.2	469.8	1940-1956
Santiago	Maipo/Mapocho 15 400	3 576.4	2 745.0	1 461.4	1914-1952
O'Higgins Colchagua	Rapel a/ 13 520	2 841.5	1 824.3	844.1	1946-1956
Talca Maule Linares	Maule b/ 21 700	12 760.5	6 350.8	1 847.4	1947-1956
Ñuble	Itata c/ 11 500	5 921.1	2 607.6	895.3	1947-1956
Malleco Bío-Bío Concepción	Bío-Bío 23 900	25 225.0	9 880.6	3 671.2	1949-1956

a/ Los datos referentes al río Cachapoal se han tomado de los registros de la ENDESA

b/ Se han interpolado algunas cifras en los años 1953, 1954 y 1955.

c/ En esta serie se han introducido numerosas interpolaciones.

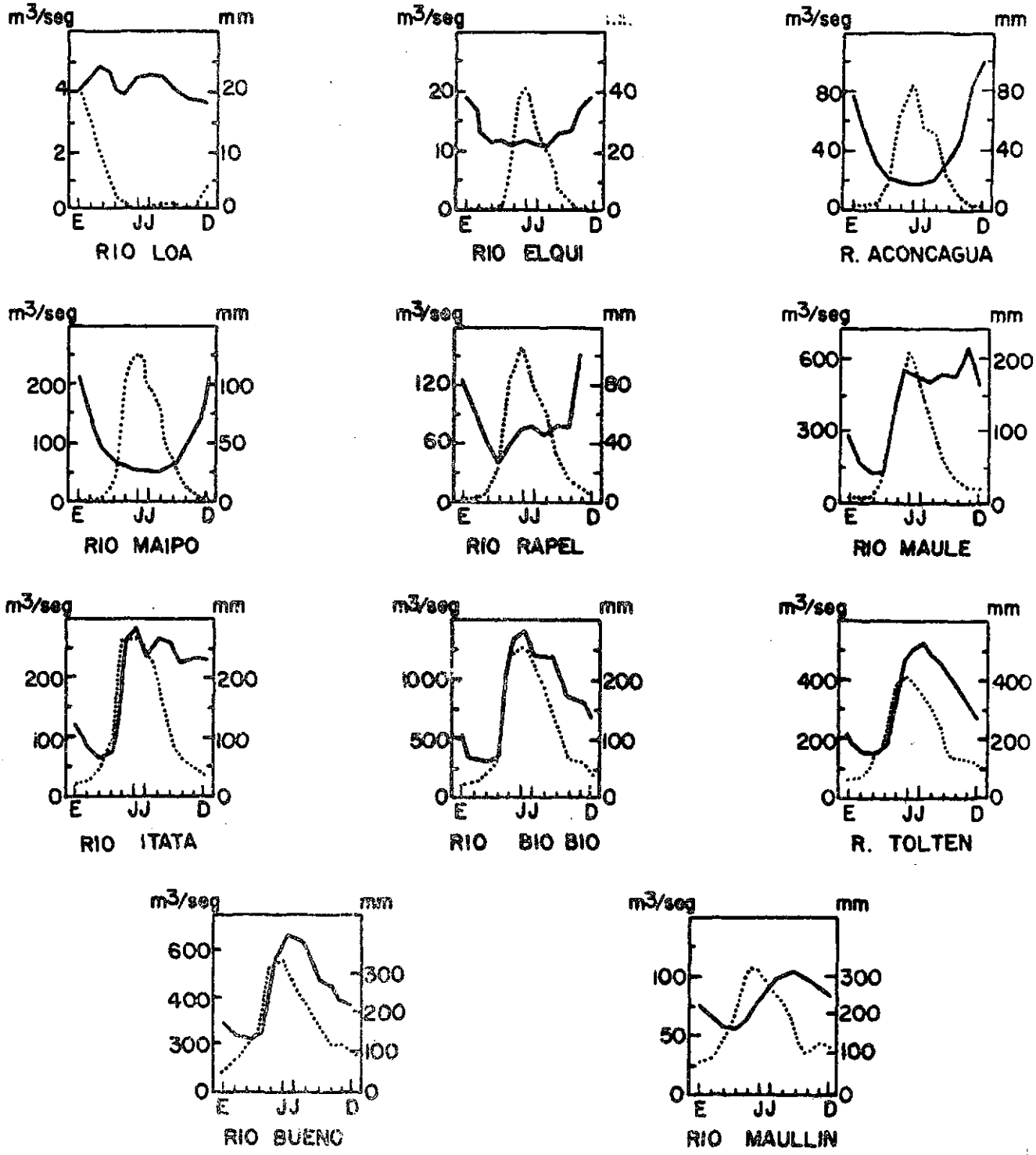
/iii) Aguas

GRAFICO

E/CN.12/501

PRECIPITACION Y CAUDAL EN ALGUNOS RIOS DE CHILE

——— CAUDAL ..... PRECIPITACION



iii) Aguas de interés internacional

Chile no posee grandes recursos hidráulicos de interés internacional, como ocurre en el caso de otros países latinoamericanos. No obstante, hay varios ríos y lagos de interés internacional entre Chile, Perú, Bolivia y, sobre todo, la Argentina. De ellos se trata en el informe mismo.

b) Aguas subterráneas

i) Norte Grande y Norte Chico. Debido a la gran escasez de aguas superficiales en el Norte Grande y el Norte Chico, las aguas subterráneas adquieren allí singular importancia. A pesar de los activos trabajos de investigación y exploración que sobre el particular realiza la Corporación de Fomento, aún no se conoce con precisión la amplitud de estos recursos.

En lo referente al Norte Grande, las principales fuentes subterráneas se encontrarían en la parte norte de la provincia de Tarapacá, en la pampa del Tamarugal y en el Salar de Atacama, donde las aguas superficiales quedan encerradas por la Cordillera de Domeyko. Pero la calidad de las aguas subterráneas, especialmente en el Salar de Atacama, presenta a menudo el grave defecto de un alto contenido de boro, lo que limita su aprovechamiento en la agricultura, y de una gran proporción de sólidos, lo que las hace inaptas para el consumo humano. En resumen, en todo el Norte Grande sólo habría de 3 a 5 metros cúbicos por segundo de aguas subterráneas de buena calidad.

Las aguas subterráneas también parecen abundar en el Norte Chico donde, por ser de mejor calidad, constituyen un valioso complemento de los recursos superficiales. Habría un volumen de 15 a 45 metros cúbicos por segundo de agua de buena calidad.

ii) Chile Central y Sur Chico. El estudio del mapa Bosquejo Geológico de Chile indica la probable presencia de aguas subterráneas en todas las cuencas hidrográficas de estas dos regiones. La escasa longitud y el pronunciado declive de los ríos de Chile Central dan a entender además que, en algunos puntos a lo largo del alvéolo de los ríos, especialmente al desprenderse de la Cordillera, debe haber importantes complementos de aguas subterráneas en forma de vertientes. Estos elementos constituyen un valioso aporte durante el período de estiaje de los ríos (generalmente de febrero a abril).

/Sin embargo,

Sin embargo, hasta la fecha poco se ha hecho por investigar sistemáticamente las aguas subterráneas de esta región. La Corporación de Fomento efectuó recientemente un estudio de esta naturaleza en la zona de Santiago, donde habría unos 360 pozos en funcionamiento, con profundidades que varían de 25 a 75 metros; la extracción por bombeo ascendería a unos 5 metros cúbicos por segundo, pero hay indicios de agotamiento debido a la excesiva concentración de los pozos. Estímase que con una mejor distribución de éstos en una zona más amplia, se podrían bombear en el Gran Santiago hasta 10 metros cúbicos por segundo sin agotar las napas freáticas.

También es probable que debajo de la ciudad haya napas más profundas, a unos 300 metros aproximadamente. En caso de confirmarse la existencia de estos recursos, la solución del problema del agua potable sería mucho más sencilla.

2. Organización de los servicios y el material

De los aforos de las aguas superficiales se encargan principalmente la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas (83 limnímetros y 26 limnígrafos) y la ENDESA (35 limnímetros y 65 limnígrafos), que tienen en total 209 estaciones.

La actuación de ambos servicios es buena y sus datos pueden considerarse aceptables. No obstante, muy pocas estaciones han hecho estudios durante períodos realmente largos. En verdad los registros regulares sólo parecen haber comenzado en los años 40.

Recomiéndase coordinar en forma sistemática ambos servicios hidrológicos por intermedio de la comisión antes mencionada. También habría que aumentar el número de estaciones. Se ha comprobado la necesidad de crear como mínimo 28 nuevas estaciones dedicadas a estudios de este tipo para los efectos del riego. También convendría instalar en determinados puntos otras estaciones de medición para trabajos específicos. Por lo que a la hidroelectricidad se refiere, es más necesario medir los enormes recursos del sur. A este efecto la ENDESA está preparando un programa de acción. En vista del período de observaciones que se requiere antes de poder efectuar obras hidráulicas, habría que iniciar los aforos cuanto antes y dar la debida prelación a las nuevas estaciones.

/Los trabajos

Los trabajos de perforación con el objeto de aprovechar los recursos subterráneos los realizan tres organismos del Estado: la Corporación de Fomento, la Dirección de Riego y la Dirección de Obras Sanitarias, estas dos últimas dependen del Ministerio de Obras Públicas. También 5 ó 6 contratistas particulares realizan trabajos de perforación. En total, los servicios oficiales y privados disponen de 20 a 50 máquinas perforadoras. Además, el Instituto Geológico de la Corporación de Fomento se encarga de formar geólogos especializados en aguas subterráneas, emprender estudios científicos y reunir datos sobre dichas aguas como parte de sus actividades geológicas.

Los trabajos de perforación deben centralizarse en parte. También se recomienda la orientación siguiente:

i) Es necesario dar preferencia a la exploración de los recursos de la zona de Santiago, especialmente de las napas freáticas profundas

ii) En el norte de Chile deben continuar las investigaciones, mas para evitar empresas costosas, los trabajos de exploración deben elegirse con sumo cuidado y tener como base una cuidadosa preparación geológica

iii) Conviene estudiar sistemáticamente los recursos subterráneos de las cuencas del Aconcagua y el Maipo, donde aumenta la escasez de aguas superficiales en relación con la demanda.

Cada servicio hidráulico, tanto de aguas superficiales como subterráneas, lleva sus propios registros pero no los publica. Sería muy conveniente reunir año tras año, verificar y publicar todos los datos obtenidos en un Anuario Hidrológico de Chile, publicación que no debería limitarse únicamente a los recursos, sino extenderse a todos los registros relacionados con las aguas superficiales y subterráneas.

/III. APROVECHAMIENTO

III. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

C. ORGANIZACION ADMINISTRATIVA Y JURIDICA

En este capítulo se describen y analizan en forma detallada los organismos hidráulicos de Chile. Sin embargo, en el presente resumen sólo se trata de aquellos que guardan relación con las principales recomendaciones hechas en el Estudio.

1. Planeamiento hidráulico

Se examina en primer término el sistema de programación. La Junta y la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, que conocen de todo lo relativo a las obras hidráulicas de este Ministerio y se encargan al mismo tiempo de coordinar las obras cuya planificación y ejecución son de competencia de otros ministerios, parecen constituir una autoridad planificadora general en la materia. Sin embargo, la planificación tiene muchos otros aspectos que deben tomarse en consideración en todo programa general y que escapan a la autoridad de la Junta, la cual, por otra parte, en la práctica no funciona.

La Dirección de Planeamiento es el órgano de estudio y coordinación que debe someter sus conclusiones a la Junta. En 1954 preparó un Plan Quinquenal de Obras Públicas, aprobado por esta última, que comprendía obras sanitarias y de riego. En relación con este último, la Corporación de Fomento y el Ministerio de Agricultura prepararon al propio tiempo un Plan de Desarrollo Agrícola y de Transportes, que difiere de aquél en criterio, hipótesis y objetivos. Así, pues, dos organismos del mismo gobierno trabajan con criterios distintos en materia hidráulica.

La Corporación de Fomento tiene un departamento de estudios y planificación que elaboró el Plan de Electrificación de Chile y colaboró posteriormente en el referido Plan de Desarrollo Agrícola y de Transportes.

Formulados estos dos planes, la CORFO abandonó su labor de planificación del aprovechamiento de las aguas por la agricultura, aunque ha seguido ocupándose en la ejecución gradual de sus recomendaciones contenidas en el Plan de Desarrollo Agrícola. De la ejecución del plan hidroeléctrico se ha hecho cargo la Endesa.

/No hay,

No hay, pues, en estos momentos un organismo encargado de preparar una política hidráulica integral.

2. Registro de los derechos de aguas

El Código de Aguas creó la obligación de inscribir las mercedes de aguas. Sin embargo, una importante categoría de derechos de aguas no se inscribe sencillamente porque la ley no lo exige. Tales son los derechos establecidos u otorgados antes de entrar en vigencia el Código. Cuando éste confirmó los derechos de los ribereños, no estableció su inscripción obligatoria.

La multiplicidad de registros constituye otra complicación. Hay por lo menos dos registros generales: el de la Dirección de Riego, distribuído por cuencas hidrográficas o canales, y el de los Conservadores de Bienes Raíces, organizado conforme a la división política del país. Algunos derechos de aguas deben inscribirse en un registro pero no en otro; mientras que otros derechos deben inscribirse hasta en cuatro registros diferentes y muy a menudo el registro de las Asociaciones de Canalistas no concuerda ni con el de la Dirección de Riego ni con el de los Conservadores.

Actualmente no se dispone de información relativa a la superficie regada por cada titular de un derecho, ni a la cantidad de agua que cada uno de los concesionarios utiliza. Sobre la importancia de esta información se ha insistido en el capítulo II (Primera Parte). En realidad ella podría reunirse si se aplicara el artículo 34 del Código de Aguas, que impone a los titulares de una merced la obligación de instalar aparatos de aforo en las bocatomas de los canales y de informar sobre el caudal que utilizan. Sin embargo, este artículo sólo ha sido aplicado por algunos regantes, debido a que los artículos 100 y 101 han impuesto la tarea de instalar los instrumentos de medición a las Juntas de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas, y no a la Dirección de Riego. En razón del costo de estos instrumentos, se han instalado muy pocos.

3. Pago de los servicios o reembolso de las obras

A) El planeamiento y construcción de las grandes obras de riego están a cargo de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas. La construcción sólo puede iniciarse cuando el proyecto haya sido aprobado por un tercio de los interesados.

(El ministerio

El principio de la consulta previa de las partes interesadas se explica porque las obras construídas por el Estado serán de propiedad exclusiva de los usuarios. Así el Estado se limita a financiarlas y a construirlas para ser reembolsado ulteriormente de su costo. Sin embargo, debido en parte a la inflación las sumas pagadas por los usuarios son muy inferiores al costo real de las obras.

B) En lo que se refiere a la hidroelectricidad, el sistema de tarifas lo fija la Dirección de Servicios Eléctricos del Ministerio del Interior sobre la base del derecho de los concesionarios a gozar de tarifas que les permitan obtener una utilidad no inferior al 10 por ciento ni superior al 15 por ciento de sus inversiones. Las tarifas deben revisarse cuando sean inferiores o superiores a tales límites, aunque para que puedan elevarse han de haber estado por debajo del límite inferior durante tres años consecutivos. Además, la revaluación del capital sólo se permite cada cinco años. Esta demora en los ajustes resulta sobre todo perjudicial para las empresas de electricidad en un período de inflación y para las inversiones de esa índole.

4. Aguas subterráneas

Los organismos administrativos encargados del estudio y evaluación de los recursos se han descrito en la primera parte del estudio. En cuanto a su explotación, la Dirección de Riego interviene en cada caso que se solicite una merced, ya que se le debe presentar la solicitud correspondiente antes de que pueda autorizarla el Presidente de la República. La Dirección exige para conceder una merced definitiva, que después de practicadas las perforaciones, se le informe acerca de la estructura del subsuelo, y en el instrumento de concesión fija el volumen máximo que puede extraer el concesionario.

Sería conveniente ampliar esta exigencia. En primer lugar, porque la información técnica se exige a posteriori, sin que haya inspección alguna durante la construcción de los pozos, que permitiría construir las obras necesarias para proteger las napas de agua (aislando las insalubres). En segundo lugar, la información geológica de la Dirección misma y de las distintas instituciones que se ocupan en aguas subterráneas no es uniforme.

/Tercero, a

Tercero, a menudo se establece el uso máximo sin contar con información suficiente y luego no está sujeto a revisión. Por último, los demás organismos oficiales que se dedican a la exploración de aguas subterráneas, con frecuencia no se ajustan en la práctica a las disposiciones del Código de Aguas y no obtienen un permiso de la Dirección de Riego. Todo ello resulta en una dispersión de datos y la falta de coordinación entre todas estas actividades.

D. ANALISIS FUNCIONAL DE LOS USOS DEL AGUA

1. Abastecimiento de agua potable

A pesar de las crecientes inversiones en obras de agua potable (1.6 por ciento de las inversiones públicas totales en 1940-44, 3.6 por ciento en 1945-49 y 4 por ciento en 1952-56), las existentes sólo permiten atender cerca de dos terceras partes de las necesidades actuales, medidas en función del número de habitantes urbanos que con ella se abastecen y de la disponibilidad por habitante urbano. Casi existe un millón de habitantes urbanos y cuatro millones de habitantes de todo el país carecen de servicios de agua potable. Toda esta población debe recurrir a las aguas llovedizas superficiales o subterráneas, con todos los peligros que entraña el agua no sometida al tratamiento. La mayor proporción de población que carece de agua potable habita en pequeñas ciudades (véase el cuadro 4.) Sin embargo, en la mayoría de los centros urbanos, sea cual fuere su tamaño, una gran proporción de habitantes no dispone de servicios de agua potable.

La demanda de agua potable varía notablemente en relación con el clima, los distritos residenciales, la concentración industrial, etc. Para satisfacer las necesidades actuales de la población, habría que aumentar el abastecimiento a cerca de 300 litros diarios por habitante (casi 40 por ciento para uso doméstico). Sin embargo, la disponibilidad media actual en los centros urbanos que tienen agua potable sólo alcanza a 200 litros diarios por habitante. En el cuadro 5 se da la distribución de la población urbana según la disponibilidad de agua potable por habitante. Casi todas las ciudades que se encuentran por debajo del promedio corresponden al Norte de Chile. Antofagasta dispone de 90 litros

/Cuadro 4

Cuadro 4

CHILE: POBLACION URBANA QUE CARECE DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE

Centros urbanos	Población (en miles)			Porcentaje de la población urbana que carece de agua potable
	Total	Con agua potable	Sin agua potable	
Más de 100 000 habitantes	2 150	1 857	293	13.5
50 000 a 100 000	325	258	67	20.0
5 000 a 50 000	1 170	967	203	17.5
Menos de 5 000	445	154	281	63.1
Total	4 090	3 236	854	20.8

diarios por habitante, al paso que Tocopilla, Osorno y Linares cuentan con 110, 140 y 150 litros respectivamente. En otras ciudades, como Valparaíso, que resulta especialmente perjudicada en los años de sequía, el servicio se resiente por falta de regularidad.

La escasez de agua potable crea graves problemas sanitarios. Una de las principales causas de la mortalidad infantil es la enteritis (una forma de diarrea). Esta enfermedad, que se contrae principalmente al beber aguas contaminadas, causó en 1952 la muerte de 3 300 niños, proporción relativa nueve veces superior a la de los Estados Unidos.

La demanda futura de agua potable depende del crecimiento demográfico y del aumento del consumo de agua por habitante. Estímase que de 1970 a 1975 una población urbana de siete millones de habitantes consumiría un promedio de 350 litros diarios, en caso de satisfacerse todas las necesidades. Esto significaría un consumo anual medio de 900 millones de metros cúbicos, mientras que las actuales instalaciones sólo proveen alrededor

/Cuadro 5

Cuadro 5

CHILE: DISTRIBUCION DE LA POBLACION URBANA SEGUN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA POTABLE POR HABITANTE

Disponibilidad (litros diarios por habitante urbano)	Habitantes (miles)	Porcentajes
Con 301 o más	1 680	41.0
201 - 300	1 030	25.2
101 - 200	850	20.8
100 y menos	530	13.0
Disponibilidad media: 200 litros diarios por habitante urbano		

de 300 millones de litros cúbicos. La situación que existe en cada región se analiza en el estudio y se resume en el cuadro 6. Teniendo en cuenta las obras actualmente en construcción, el mayor déficit ocurrirá en el Valle Central, sobre todo en Santiago. Desde este punto de vista reviste singular importancia la posibilidad de que existan recursos hidráulicos subterráneos profundos en la zona de la capital.

Las inversiones necesarias para una capacidad dada varían mucho según las regiones, la distancia entre las fuentes de abastecimiento y las ciudades, y según la calidad química del agua. El estudio del costo de las obras en construcción en 1957 supone una inversión media anual de 600 pesos por metro cúbico en el Norte Grande, menos en Antofagasta donde la gran longitud de las cañerías eleva ese costo a 1 000 pesos por metro cúbico. En el Norte Chico, donde las distancias son más cortas, el costo medio baja a 400 pesos por metro cúbico; en Chile Central, a 200 pesos, en el Sur Chico y el Sur Grande, a sólo 100 pesos el metro cúbico porque el agua abunda en las cercanías de los centros de consumo y porque debido a

/Cuadro 6

Cuadro 6

CHILE: CONSUMO ACTUAL Y PROYECTADO DE AGUA POTABLE POR REGIONES

Regiones	Población urbana (miles)		Disponibilidad por habitante (litros diarios)		Consumo total 1957	Consumo proyectado 1973	Obras en construcción 1958	Déficit 1973
	1957	1973	1957	1973	(Millones de metros cúbicos)			
Norte Grande	230	380	190	200	13.0	28.7	12.0	-5.4
Norte Chico	175	300	145	220	9.5	23.8	4.3	-10.0
Chile Central	3 390	5 700	210	370	264.0	768.1	201.1	-305.0
Sur Chico	230	400	115	240	10.0	33.8	9.7	-16.7
Sur Grande	65	120	155	250	3.5	10.0	0.2	-6.3
Total	4 090	6 900	200	350	300.0	864.3	227.3	-343.3

su calidad necesita menos tratamiento.

Tomando como base los precios de 1957, las inversiones totales para construir la capacidad adicional que se requerirá de 1970 a 1975 ascenderían a cerca de 115 000 millones de pesos (equivalentes a 150 millones de dólares). No habría necesidad de aumentar la proporción de los gastos en obras de agua potable dentro de las inversiones públicas totales si la economía se desarrollara a razón de 2 por ciento por año y por habitante. Sin embargo, en caso de escasez de medios financieros, los recursos disponibles habrían de destinarse a dotar de agua potable al mayor número posible de personas eligiendo los proyectos de costo unitario más bajo. También habría que tener en cuenta la necesidad de prevenir los efectos nocivos de las aguas no tratadas, lo que justificaría la realización de esfuerzos especiales a este respecto en los grandes centros urbanos, donde los peligros de contaminación son mayores.

Si bien la legislación chilena prevé que las tarifas han de establecerse de modo que cubran los costos de explotación y proporcionen al

/capital una

capital una utilidad adecuada, en abril de 1958 estaban muy por debajo de esa meta. El precio de venta de un metro cúbico de agua potable alcanzaba en Chile un promedio de 15 pesos, siendo así que los gastos de explotación ascendían a 45 ó 50 pesos. Si a estos costos generales se agregan los costos del capital mismo, el precio medio de venta no alcanza a una cuarta parte del costo económico del servicio. Dada la gran escasez de capital en Chile sería muy conveniente elevar las tarifas y poner fin a estas grandes pérdidas.

2. Riego

a) Desarrollo histórico

El riego ha venido practicándose en Chile desde hace siglos y algunos canales que siguen en servicio ya existían antes de la conquista del país por los españoles. Bajo la presión del aumento demográfico y la creciente demanda de alimentos, el riego se intensificó durante el período de colonización y mucho más después de la independencia. Hasta comienzos del presente siglo todas las obras fueron ejecutadas y financiadas exclusivamente con recursos particulares. La acción del Estado se desarrolló en forma sistemática sólo al crearse, en 1914, y al entrar en funciones, en 1920, la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

Al comenzar el siglo XX, entre el norte del país y la provincia de Cautín, al sur de la cual los cultivos en general no requieren riego dada la abundancia de lluvias, casi un millón de hectáreas eran regadas por particulares. Tratábase de numerosísimas obras pequeñas, contándose sólo algunas de mayor envergadura realizadas a costa de tremendos esfuerzos por los regantes de la provincia de Santiago. Desde el establecimiento de la Dirección de Riego, se han construído o ampliado 52 obras que permiten regar 331 mil hectáreas (200 mil de éstas con obras nuevas y 130 mil con la ampliación de las ya existentes). Además, entre 1940 y 1952 la Corporación de Fomento construyó obras para regar unas 60 mil hectáreas más, aprovechando principalmente las aguas subterráneas, el riego por elevación, por aspersión, etc. Estas obras se ejecutaron a solicitud de los interesados, quienes pudieron adquirir su dominio mediante facilidades de reembolso a corto y mediano plazo. En 1956 se

/estimaba en

estimaba en 1 360 000 hectáreas la superficie total bajo riego. La mayor parte de las tierras regadas (85 por ciento) se encuentra en Chile Central y aprovecha las aguas de las cuencas de los siguientes ríos de la región: Aconcagua, Maipo, Rapel, Itata, Maule y Bío-Bío.

b) Aprovechamiento actual del agua en el riego

La forma de aprovechar el agua de riego puede mejorarse en proporción considerable. Aunque la situación varía según las provincias, en términos generales las principales deficiencias pueden resumirse en los tres puntos siguientes: i) deficiencias de las obras principales; ii) deficiencias de las obras en el interior de los predios, y iii) métodos de riego deficientes.

i) Deficiencias de las obras principales. Esto ocurre principalmente con los antiguos sistemas de riego construídos antes de la Dirección de Riego.

Las bocatomas y las obras de distribución se han multiplicado en forma excesiva para satisfacer los derechos de particulares. Numerosos canales corren paralelos a los ríos y aún paralelos entre sí, produciéndose grandes pérdidas por filtración. (En una sección del río Elqui, por ejemplo, hay 84 canales en una distancia de 90 kilómetros.) Este exceso de canales complica demasiado la red de distribución y causa un gran desperdicio de agua.

Salvo contadas excepciones, no existen bocatomas definitivas. Muchos de los canales son alimentados mediante obras de diversión provisionales y precarias que pueden ser dañadas y destruídas por una pequeña crecida del río.

Los propios canales corren por el suelo sin una base de concreto. Todavía más, las obras necesarias para vencer u obviar determinados obstáculos son tan rudimentarias que no ofrecen estabilidad. El servicio de mantención de los canales es por lo común insuficiente y el agua se pierde a través de las grietas que se forman en las paredes.

ii) Deficiencias de las obras en el interior de los predios. Según el sistema institucional actual, cuando el Estado construye una obra de riego la extiende sólo hasta los linderos de los fundos, debiendo los propios agricultores proyectar, construir y pagar las obras de distribución interna. Muchos agricultores no cuentan ni con el capital ni con

/los conocimientos

los conocimientos técnicos necesarios para hacerlo, y por ello el aprovechamiento total de una nueva obra de riego sólo se consigue con gran retraso y grandes pérdidas para los agricultores y para el país.

iii) Métodos de riego deficientes. Por lo general sólo se riega durante el día y a veces sólo cinco días a la semana. En estos casos se desperdicia más de la mitad del agua. La costumbre de regar sólo durante el día acaso era conveniente en los primeros tiempos, cuando el agua era relativamente abundante y el riego limitado, pero hoy no lo es.

Algo se ha avanzado hacia un mejor aprovechamiento del agua disponible con la construcción de pequeños embalses de almacenamiento nocturno. Esta medida - que es una de las realizaciones del Plan Chillán (plan regional del Gobierno de Chile y del Punto Cuarto) - es acertada, aunque es probable que no permita contar con todo el embalse nocturno que se necesita. Además, dichos embalses ocupan tierras que en caso contrario podrían cultivarse. Con el tiempo habrá que proceder al riego nocturno como se hace en otras partes del mundo.

El sistema vigente de derechos a usar aguas da origen a un gran desperdicio. Entre los titulares de los derechos a usar aguas existe la tendencia a extraer una cantidad igual durante el período de riego, sin tener en cuenta las fluctuaciones normales y los ajustes que durante dicho período deben hacerse en consecuencia con las variables condiciones del clima y la vegetación. También este sistema resulta en una distribución de las aguas que guarda muy poca relación con la eficiencia del riego, puesto que algunos usuarios aprovechan grandes cantidades mientras que otros no reciben la necesaria.

Aunque no existen registros oficiales de la cantidad de agua extraída ni tampoco estudios experimentales de la requerida realmente, se han preparado algunas estimaciones sobre la base de datos de distintas fuentes y haciendo extrapolaciones. Dichas estimaciones, que por supuesto sólo son aproximadas, muestran claramente que con los canales se extrae demasiada agua; este desperdicio de agua alcanzaría a 20 por ciento en la cuenca del río Elqui, a 30 por ciento en la del Itata, a 25 por ciento en la del Maule y a más de 100 por ciento en la del Maipo.

Llegará el momento en que será necesario reglamentar el uso de las

/aguas de

aguas de todos los canales y obras de riego. Un primer paso en tal sentido ha de ser el aforo e inscripción en la Dirección de Riego del caudal de todos los canales (como ya se indicó en el capítulo de hidrología), y el registro de los tipos de cultivos en cada zona. El estudio de estos datos, tabulados año por año, permitirá establecer dónde se desperdicia el agua y en qué proporción; también pondrá en evidencia las desigualdades en la distribución de las aguas que ahora forzosamente existen.

Si al propio tiempo que se compilan datos sobre el uso de las aguas, se reunieran datos experimentales exactos sobre las necesidades óptimas de agua de cada cultivo, obtenidos en el curso de pruebas hechas en granjas experimentales, en pocos años el Estado podría disponer de una valiosa información acerca de la deficiencia de los actuales sistemas de riego y el desperdicio que ocasionan, y dicha información le permitiría adoptar medidas radicales con gran apoyo de la opinión pública.

c) Perspectivas del riego

i) Clasificación de la tierra. El Ministerio de Agricultura ha preparado una clasificación preliminar conforme a la cual, de una superficie total de 74 millones de hectáreas, podrían regarse aproximadamente 10.4 millones. De este último total, más de 3 millones de hectáreas están situadas al sur de la provincia de Cautín, donde las lluvias son tan abundantes que el riego es en general innecesario. De modo que sólo habría en Chile unos 7 millones de hectáreas de tierras regables que necesitan riego.

Según la misma clasificación, casi la mitad de estos 7 millones de hectáreas podría regarse en condiciones razonablemente satisfactorias. Muchas de las mejores tierras regables se encuentran en la parte inferior de Chile Central, en las cuencas de los ríos Maule, Itata y Bío-Bío.

En el estudio se compara la superficie actualmente regada con la potencialmente regable: aquélla representa más o menos el 20 por ciento de esta última. Sin embargo, la tierra de la provincia de Santiago está aprovechada casi totalmente, mientras que la de la zona sur de Chile Central sigue en gran parte sin explotarse. Hay en la zona muchas tierras disponibles que dan margen a un considerable aumento del riego.

/ii) Necesidad

ii) Necesidad de riego. En el curso de los últimos decenios ha ido empeorando la situación de la agricultura chilena; el volumen de la producción agrícola por habitante ha disminuído, y también es menor la disponibilidad de productos agrícolas por habitante a pesar de la reducción de las exportaciones y del incremento de las importaciones; el balance externo del país, que era positivo respecto de la agricultura, ha ido acentuando su carácter negativo; en 1954, las importaciones de productos agrícolas superaron a las exportaciones en 77 millones de dólares.

Un informe conjunto del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (informe que sirvió de base para preparar el plan de desarrollo agrícola de Chile de 1954 a 1961) puso de relieve el deterioro de la situación agrícola y las dificultades económicas de superarlo. Señalaba también que la producción agrícola podía y debía progresar con un incremento de 3.1 por ciento anual de 1952 a 1960, que podía lograrse mejorando los métodos agrícolas, con lo que aumentaría la productividad, y ampliando la superficie cultivada, tanto en tierra de secano como en tierra de regadío. Se considera necesario aumentar en 283 000 hectáreas la superficie regada.

La mayor tasa de aumento demográfico registrada en los últimos años significa que las necesidades de productos alimenticios serán superiores a las calculadas en el informe del Banco y la FAO; por otra parte, la experiencia del Plan Chillán indica que la productividad podría aumentarse más de lo que se había previsto. El aumento anual de 30 000 hectáreas de tierras de regadío que se ha supuesto y las mejoras introducidas para llegar a una mayor regularidad de las obras de riego existentes, dan una idea aproximada de la magnitud de las obras que deberán emprenderse en el curso de los 10 ó 15 años próximos.

iii) Obras en construcción y en estudio. La Dirección de Riego está construyendo obras para regar 160 000 hectáreas más y mejorar el riego de otras 350 000. Las principales obras nuevas están ubicadas en las inmediaciones de los ríos Maule y Bío-Bío donde, como ya se indicara, hay disponibles grandes superficies. También tiene en estudio otros

/proyectos para

proyectos para dar riego a 457 000 hectáreas de nuevas tierras y mejorar el de otras 271 000. Los proyectos más importantes también se refieren al Maule y al Bío-Bío, aunque también se estudian dos proyectos importantes para la cuenca del Maipo.

Merece señalarse que las nuevas obras en estudio o en construcción prevén un aumento considerable de la superficie de regadío con aguas de embalse y, también, de la capacidad de almacenamiento (véase el cuadro 7). Las crecientes dificultades con que se tropieza para extender el riego dadas las condiciones de caudal de algunos ríos, dan testimonio de la creciente escasez de agua en relación con las necesidades.

Cuadro 7

CHILE: SUPERFICIE REGADA CON AGUAS DE EMBALSE

	Superficie regada	Riego con aguas de embalse	Porcentaje	Capacidad de los embalses (millones de m3)
	(Hectáreas)			
Obras construídas	1 360 000	139 000	10.2	580
Obras en construcción o en estudio				
Nuevas tierras de regadío	607 000	364 000	59.9	7 450
Mejoras	(627 000)	614 000	-	-
Totales	1 967 000	1 117 000	56.7	8 030

Excepción hecha de dos grandes represas naturales (laguna del Maule y lago Laja), que se aprovecharán simultáneamente para el riego y la producción de hidroelectricidad, el costo de las nuevas obras de riego aumenta en la medida en que es necesario construir embalses artificiales. Aunque los datos sobre el costo y las utilidades probables son poco precisos, las obras podrían justificarse económicamente. En el estudio se hacen varios cálculos de costo y utilidades. Sobre la base del costo estimado en 1957 y de un aumento anual de 30 000 hectáreas de riego por año, la inversión necesaria para las obras principales hasta los fundos alcanzaría en los próximos años a un total aproximado de 60 millones de dólares.

/d) Plan

d) Plan Chillán

Los primeros resultados obtenidos en materia de riego con el plan experimental de desarrollo regional iniciado en 1953 en la zona de Chillán (Chile Central), son muy alentadores. Demuestran, por una parte, la posibilidad de aumentar considerablemente la producción con métodos de riego apropiados y por otra parte que los agricultores adoptaban rápidamente los nuevos métodos propuestos. El estudio analiza las principales obras de riego ejecutadas con arreglo a ese plan.

e) Aspectos financieros

El sistema de reembolso por los usuarios de las obras construídas por el Estado deja mucho que desear ya que, como resultado de la inflación, sólo se paga una parte mínima del costo real. (En 1950 los reembolsos sólo equivalían al 1.1 por ciento del costo real de las obras.) Es indispensable llegar a un ajuste del reembolso de la deuda para que guarde relación con su costo efectivo.

Para financiar las obras de riego que los agricultores deben construir en el interior de sus predios y las demás inversiones complementarias, habría que conceder a los agricultores créditos a largo plazo. Cuando hay escasez de capital, si a los agricultores se les proporcionan fondos a largo plazo para ejecutar los trabajos complementarios de las obras de regadío construídas por el gobierno, se obtiene un beneficio mucho mayor que si el Estado se limita a construir nuevas obras de regadío que se utilizarán muy poco.

3. Hidroelectricidad

a) Recursos hidroeléctricos

La Cordillera de los Andes, que corre a lo largo de todo el país, y las abundantes precipitaciones que se registran en la parte austral constituyen para Chile importantes recursos hidroeléctricos. El potencial bruto correspondiente al caudal medio de los ríos ascendería a unos 32 millones de kilovatios. Pero este potencial no está distribuído uniformemente. Los recursos hidroeléctricos son escasos en el Norte Grande y en el Norte Chico. Chile Central dispone de un potencial hidroeléctrico bastante mayor que pasa de los 12 millones de kilovatios, aunque el más

/importante corresponde

importante corresponde a Chile austral, con un total calculado en 19 millones de kilovatios. Los recursos de esa parte del país se han estimado con mucha prudencia debido a la falta de datos hidrológicos adecuados. Es muy probable que con mediciones hidrológicas más exactas, el potencial existente en el Sur resulte mucho más elevado.

Sobre la base de este potencial bruto, puede calcularse que el potencial técnico, para cuya determinación se tienen en cuenta las inevitables pérdidas debidas a la imposibilidad de aprovechar parte del agua o de la caída, sería de un tercio aproximadamente, o sea unos 10 millones de kilovatios. Esta proporción es bastante elevada porque hay en Chile una gran concentración de potencial bruto que oscila entre 100 y 200 kilovatios por kilómetro cuadrado.

La capacidad instalable es superior al potencial técnico, porque se basa en los caudales medios para tener en cuenta las máximas estacionales o anuales, y puede estimarse en unos 22 millones de kilovatios. Contrasta esta cifra con la actual capacidad instalada de sólo 0.5 millones de kilovatios, esto es 2.2 por ciento.

El cuadro 8 resume los distintos cálculos por regiones.

Cuadro 8

CHILE: POTENCIAL HIDROELECTRICO

	Potencial bruto (a)	Potencial técnico	Capacidad instalable	Capacidad instalada	Porcentaje
	(miles de kilovatios)				
Norte Grande	73	18	40	1.4	
Norte Chico	542	132	300	21.9	
Chile Central	12 430	3 500	7 700	471.1	
Sur Chico	4 750	1 650	3 600	26.1	
Sur Grande	14 085	4 900	10 800	0.2	
Total	31 880	10 200	22 440	520.7	2.2

(a) Corresponde al caudal medio.

/Para estos

Para estos cálculos se han seguido los estudios hechos por la ENDESA. Además de mediciones y extrapolaciones hidrológicas, la ENDESA ha efectuado una investigación sistemática de los perfiles energéticos de las principales cuencas hidrográficas. Cabe deplorar que esta importante labor haya debido interrumpirse por falta de fondos. Juntamente con el programa previsto de mediciones hidrológicas en el Sur, tales actividades son muy útiles para un mejor aprovechamiento de los recursos del país.

b) Generación y demanda de electricidad

La generación de electricidad por habitante es la más alta de América Latina (562 kWh en 1956). Esto se debe en parte al gran consumo de electricidad por las compañías mineras de cobre. En 1957, la capacidad instalada total ascendía a 1.0 millones de kilovatios, existiendo algunas regiones con déficit de energía, principalmente en las tres provincias centrales de Santiago, Valparaíso y Aconcagua. El déficit de capacidad en todo el país ascendería a alrededor de 150 mil kilovatios, correspondiendo a estas tres últimas provincias la mitad de esta cifra.

El desarrollo de la hidroelectricidad recibió un fuerte impulso a partir de 1940, al ponerse en práctica el Plan Nacional de Electrificación preparado por la Corporación de Fomento. La proporción de hidroelectricidad en el total de energía eléctrica varía de una zona a otra. Es insignificante en el Norte Grande, donde casi toda la capacidad y la generación, que corresponden a las grandes compañías mineras, es de origen térmico. Los servicios públicos no tienen centrales hidroeléctricas. En el Norte Chico, de una capacidad instalada de 100 300 kilovatios, el 21.8 por ciento es de origen hidroeléctrico. Esta proporción sube a 73 por ciento (471 000 kilovatios) en Chile Central, que es la parte más electrificada del país. En ella, la producción de las empresas mineras es totalmente hidroeléctrica. Debido al poco desarrollo industrial del Sur Chico y Sur Grande, la electrificación no ha adelantado mucho en esas regiones. Casi todas las pequeñas centrales del Sur Grande utilizan energía térmica. En el Norte Chico, en Chile Central y en el Sur Chico la energía hidroeléctrica se utiliza principalmente para la carga de base, reservándose la térmica para las horas de máxima.

/La mayor

La mayor parte de la actual capacidad instalada se concentra en las cuencas de los ríos Maipo, Rapel, Maule y Bío-Bío. Suponiendo un aumento anual de 8 por ciento de la demanda de electricidad, habría que aumentar la energía hidroeléctrica en 1 125 000 kilovatios. La ENDESA tiene varias obras en construcción o en estudio con ese fin. De esta nueva capacidad, más del 90 por ciento se instalaría en los ríos Rapel, Maule y Bío-Bío. Estímase que como resultado del desarrollo hidroeléctrico previsto, el uso de agua en la producción de hidroelectricidad pasará de 10 000 millones de metros cúbicos en 1957 a 28 000 millones en 1973, aproximadamente la misma cantidad que se utilizaría en el riego. Al igual que en el caso de este último, mientras las obras antiguas eran de pasada, las centrales de energía más modernas, como también las proyectadas, son de embalse o de tipo mixto, esto es, de pasada y de embalse.

Desde el punto de vista del costo comparado, la explotación hidroeléctrica sería más barata en Chile, ya que hay muchos recursos no aprovechados y que las condiciones para la producción de termoelectricidad no son muy favorables. En tanto que en Europa el costo de la capacidad hidroeléctrica instalada (incluyendo las líneas de transmisión) por lo común es ahora dos veces mayor que el de la termoelectricidad, en Chile sólo es de 30 a 80 por ciento superior. El costo medio (incluyendo las líneas de transmisión primaria) de las nuevas centrales hidroeléctricas (en construcción o en estudio) hasta 1973 alcanzaría a unos 250 dólares por kilovatio, bastante reducido en comparación con los promedios internacionales. Además, los diferentes regímenes hidráulicos del centro y sur del país permiten complementar el sistema mediante el empalme de las centrales hidroeléctricas. Por otra parte, los muchos lagos de gran capacidad situados al sur del Bío-Bío hacen que sean mayores las posibilidades de regular el uso de las aguas en beneficio de las zonas consumidoras de más al norte.

Actualmente funciona un sistema interconectado desde La Ligua a Temuco. En 1956 este sistema generó 63 por ciento del total de la electricidad producida en el país, excluyendo la de las grandes compañías mineras. Es grande en esa zona el intercambio de energía: en el otoño y el invierno prevalece la transmisión hacia el norte y a comienzos del

/verano, hacia

verano, hacia el sur. Como puede resultar conveniente extender cada vez más el riego en el centro y el Norte de Chile, habrá que proceder más adelante a una considerable transmisión de energía hidroeléctrica de sur a norte, y a que las partes australes del país cuentan con recursos hidráulicos mucho más abundantes. Un proyecto prevé la unión casi total del Norte Chico y el Sur Chico.

Las inversiones en obras hidroeléctricas de 1958 a 1973 ascenderían a 280 millones de dólares. La ENDESA ha sabido superar las condiciones adversas creadas por un sistema regulador no adaptado a las variaciones inflacionarias y en los últimos años ha podido financiar parte de sus obras de ampliación con sus propios fondos de depreciación y sus utilidades; en 1957 había financiado por su cuenta el 33 por ciento de las obras y esto es realmente una proeza extraordinaria. Sería muy conveniente que se modificara el actual sistema regulador para que tanto la ENDESA como las demás empresas eléctricas pudieran establecer tarifas adecuadas. Así podría aquélla seguir financiando parte de sus obras y afianzar al mismo tiempo su posición para obtener los fondos necesarios.

4. Utilización en la industria y la minería

El problema del agua para las actividades mineras difiere algo en Chile del que se plantea a las actividades industriales: la ubicación de las minas está determinada forzosamente por la de los minerales; los principales yacimientos minerales de Chile que requieren agua para las labores de beneficio están situados en la zona árida del Norte Grande (minas de cobre de Chuquicamata, salitreras de Pedro de Valdivia y María Elena) o a una altura tal (mina de cobre de El Teniente; 3 500 metros sobre el nivel del mar aproximadamente) que el agua escasea durante la estación de los hielos. A la minería que necesita agua para la refinación generalmente le resulta difícil obtenerla en cantidad suficiente, por lo que debe volver a aprovechar la ya utilizada recurriendo a sistemas de cañerías o plantas de tratamiento.

En cambio, el problema del agua es por lo común menos difícil para la industria, aunque en ocasiones se han producido escaseces locales críticas, como ocurrió recientemente en Antofagasta. La mayor parte de

/la industria

la industria chilena (industria liviana) tiende a ubicarse cerca de los grandes centros de consumo (Santiago, Valparaíso y Concepción), en la vecindad de los ríos (Maipo y Bío-Bío) o en la costa. Con la excepción de la industria pesada (siderurgia e industrias conexas de Huachipato) situada cerca de las minas de carbón, en las proximidades de la desembocadura del Bío-Bío, el agua no ha sido hasta el presente un factor determinante en la ubicación de las industrias. La situación habrá de cambiar con la explotación de industrias que consumen grandes cantidades de agua, como la del papel y celulosa. Hasta ahora la demanda de agua de la industria por lo común ha podido satisfacerse sin tener que incurrir en grandes gastos de transporte o de reutilización.

No hay en Chile estadísticas oficiales de la cantidad de agua empleada por la industria, excepción hecha del agua potable suministrada por los servicios públicos que sólo representa una pequeña proporción de los usos industriales. Sin embargo, como ocurre en otros países, la demanda de agua proviene principalmente de unas pocas industrias y, en realidad, de unos pocos proyectos. De las actividades industriales y mineras actuales o proyectadas, los sectores y proyectos principales que requieren agua son los del cobre y el salitre, el acero, la refinación de petróleo, la fabricación de productos químicos y la industria textil. La industria de papel y celulosa no requiere mucha agua para el proceso industrial propiamente dicho; pero en cambio necesita mucha a fin de diluir los residuos que se vuelcan en un río, para impedir que sus aguas se contaminen.

El problema del agua se ha estudiado directamente en el caso de los proyectos importantes. Así, en el caso de la industria de papel y celulosa, una de las principales industrias chilenas que ha de progresar considerablemente, se estudiaron varias posibles ubicaciones desde el punto de vista hidráulico. En el cuadro 9 se da un breve resumen de los volúmenes considerados necesarios para satisfacer la demanda actual y futura de la minería y la industria. Las proyecciones para 1973 superan por mucho los usos actuales como resultado del probable desarrollo de industrias que requieren mucha agua (principalmente papel y celulosa, acero y productos químicos). No obstante, las necesidades totales de

/la industria

la industria seguirán siéndo pequeñas en relación con las del riego o la hidroelectricidad.

Cuadro 9

CHILE: UTILIZACION DEL AGUA EN LA INDUSTRIA Y LA MINERIA

(Millones de m^3 por año)

	1957	1973
Textil	13	28
Celulosa y papel	16	158
Productos químicos	21	83
Metales no preciosos (principalmente acero)	65	130
Combustibles y lubricantes	35	70
Otras industrias	22	61
Minería del cobre	21	31
Minería del salitre	8	14
Totales	201	575

En general, la calidad del agua no constituye problema. Si se exceptúan algunas aguas superficiales y subterráneas salobres, el agua disponible para usos industriales es de buena calidad. La mayoría de las industrias de Santiago y Valparaíso utiliza aguas subterráneas de buena calidad.

La actual estructura de la industria chilena tampoco requiere agua de tan alta calidad como los países más industrializados. Parte del agua usada en el beneficio de minerales corresponde a la minería del cobre, cuyas exigencias en cuanto a calidad no son muy grandes. Por otra parte, gran cantidad de agua utilizada en la industria se emplea para enfriamiento, para lo que tampoco se requiere agua de alta calidad.

Además de la industria, son grandes consumidoras de agua las centrales de generación de energía térmica. Chile posee en el presente una capacidad instalada de energía térmica de 485 000 kilovatios, de los cuales 335 000 son de generación a vapor y 150 000 de generación diesel. En el curso de

/los próximos

los prIximos 15 años, la capacidad de generación de energía térmica crecerá poco, concentrándose ese aumento principalmente en la zona de Santiago (proyecto de Carrascal, de 200 000 kilovatios).

Tomando como base estudios directos, coeficientes tecnológicos y datos históricos comparados, obtuviéronse los siguientes resultados sobre las necesidades de agua en 1957 y 1973, medidas en millones de metros cúbicos:

	1957	1973
Consumo de agua potable o tratada	3	8
Uso de agua no tratada	430	500

El agua potable o tratada se usa en las calderas de las centrales de vapor, que requieren un elemento de alta calidad. Esto constituye entonces un obstáculo para la generación de energía térmica de vapor en algunas zonas del Norte Grande. El agua no tratada se emplea casi exclusivamente para enfriamiento y muchas centrales ubicadas en la costa, sobre todo en el Norte de Chile, emplean en realidad agua salada. Otras centrales situadas tierra adentro usan para enfriamiento aguas subterráneas o fluviales. En términos generales, suele no volverse a utilizar el agua por medio de estanques planos o torres de enfriamiento. Una torre de enfriamiento disminuiría considerablemente las necesidades de agua de la gran central de Carrascal que se ha proyectado cerca de Santiago.

5. Navegación y transporte por flotación

Por razones de orden geográfico, de disponibilidad de recursos y de actividad económica, el aprovechamiento de las aguas en la navegación y el transporte por flotación ha sido algo limitado. Si bien las distintas secciones de los lagos y ríos navegables suman alrededor de 2 000 kilómetros, la mayor parte de la navegación fluvial se limita sólo al tránsito de pequeñas embarcaciones. La mayor actividad de navegación se registra en el río Valdivia, entre las ciudades de Valdivia y Corral, distantes una de otra 15 kilómetros. En algunos lagos hay transporte (sobre todo en el lago Buenos Aires) de turistas, productos minerales y ganado. Puede desarrollarse bastante el transporte por flotación de la madera con el incremento de la explotación forestal y el desenvolvimiento de

/la industria

la industria del papel y la celulosa. En el estudio se analizan las posibilidades de navegación y flotación de algunos ríos chilenos.

6. Medidas para combatir los efectos nocivos de las aguas

a) Defensa contra las crecientes y avenidas

No existen en Chile grandes problemas en materia de crecientes y avenidas. Los caudales máximos de los ríos no amenazan grandes extensiones de tierra por rompimiento de los diques, ya que las aguas son contenidas normalmente por las propias márgenes naturales de los ríos, no siendo necesaria la construcción de diques para proteger las tierras ribereñas. En cambio existe el problema de la erosión de las márgenes como resultado de las variaciones del alvéolo de los ríos durante el estiaje. Hay que estudiar estos problemas con modelos hidráulicos, lo que podría hacerse en la Estación Hidráulica Experimental de Peñaflor.

b) Erosión

La erosión crea un grave problema en las zonas agrícolas de Chile Central. Se encuentran amenazadas por ella más de 4 millones de hectáreas, variando la intensidad del fenómeno desde la erosión de manto hasta la erosión de cárcava profunda. En la provincia de Bío-Bío, de una muestra de 364 000 hectáreas sólo un 17 por ciento estaba libre de erosión. La mayor parte de la erosión la causa el escurrimiento superficial de las aguas.

Para prevenir la erosión pueden emplearse eficazmente todas las medidas habituales de conservación del suelo, como el arado en curvas a nivel, la nivelación del terreno, etc. Allí donde la erosión ha comenzado, para evitar que aumente el mal conviene, además de las medidas señaladas, regular el escurrimiento construyendo barreras permeables y rellenando las cárcavas. Los primeros resultados obtenidos en materia de conservación de suelos con el Plan Chillán han sido excelentes.

c) Avenamiento y recuperación de tierras

En el Sur Chico (en la región de Puerto Varas, Osorno y Valdivia) casi 300 000 hectáreas de tierra requieren obras de avenamiento; el 65 por ciento de esta superficie podría ser avenada a muy bajo costo. La producción de trigo y papas en esa zona constituiría un valioso complemento

/de la

de la producción de artículos alimenticios del país. Durante varios años se ha estado aplicando satisfactoriamente un plan que abarca 1 600 hectáreas; existe otro en estudio que cubre 17 000.

d) Contaminación

A diferencia de lo que ocurre en los países altamente industrializados, no existen en Chile grandes problemas de contaminación de las aguas. No obstante, existe el peligro de infición en los siguientes ríos: Mapocho, como resultado del vaciamiento de las aguas de las alcantarillas de Santiago; y Rapel, como consecuencia del vaciamiento de los residuos de las minas de cobre en las aguas del río Cachapoal, afluente suyo.

También pueden contaminar las aguas las fábricas de pasta de madera en construcción (San Rosendo) o que van a construirse en las cuencas de los ríos Itata, Maule y Bío-Bío.

Con la creciente industrialización del país, antes de establecer cualquier industria o iniciar cualquier actividad que pueda producir residuos capaces de contaminar las aguas, es esencial estudiar cuidadosamente la situación general de las cuencas hidrográficas en función de la demanda actual y futura de agua; hay que determinar (sobre todo durante los meses de estiaje) su efecto en el caudal de los ríos antes de permitir la instalación de una industria o la iniciación de otra actividad.

/E. PROBLEMAS

E. PROBLEMAS QUE PLANTEA EL USO MULTIPLE DEL AGUA

En los capítulos anteriores se ha analizado separadamente cada uso funcional del agua. Corresponde ahora proceder a una apreciación completa y conjunta de esos usos en relación con la disponibilidad de agua.

1. Demanda de agua para distintos usos

En el cuadro 10 se resumen los ordenes de magnitud del volumen de agua utilizado en cada función: agua potable, riego, industria e hidroelectricidad.

Cuadro 10

1957	1973
(millones de metros cúbicos)	
Agua potable	
4 090 000 habitantes urbanos con 200 lt. diarios..... 300	6 900 000 habitantes urbanos con 350 lt. diarios..... 865
Riego	
1 360 000 hectáreas regadas con un promedio de 15 000 m3 por hectárea..... 20 400	1 800 000 hectáreas i) con los actuales métodos de riego: 15 000 m3 por hectárea..... 27 000 ii) con mejores métodos de riego: 12 000 m3 por hectárea..... (21 600)
Industrias	
Estimación total..... 201	Estimación total..... 575
Termoelectricidad	
480 000 kW..... 433	747 300 kW..... 508
Hidroelectricidad	
520 700 kW..... 10 000	1 645 300 kW..... 28 000

/Los dos

Los dos usos principales del agua - y mucho más importantes que los demás - son el riego y la hidroelectricidad. Sin embargo, en tanto que esta última no consume físicamente el agua, con el riego desaparece gran parte de ella. La mayor parte del agua que utiliza la industria no se consume. En el caso de la energía térmica, la mayor parte del agua se emplea para enfriamiento y en realidad suele ser salada. Por lo tanto, el riego es con mucho el principal consumidor de agua y en las zonas semiáridas donde se necesita, es esencial aprovecharla en forma eficiente.

En principio, el agua que se emplea en la producción de hidroelectricidad puede aprovecharse en otros usos, lo que no es posible, sin embargo, cuando la central hidroeléctrica está situada en el curso inferior de un río, puesto que entonces habría que evitar que el agua se empleara en usos consuntivos en las secciones superiores. También la generación de hidroelectricidad es incompatible con otros usos del agua cuando hay que tomarla de embalses en distintas épocas.

En lo que se refiere a la ubicación , las centrales hidroeléctricas de Chile se encuentran,y en general se encontrarán,situadas en el curso superior de los ríos, de modo que el agua que emplean podrá utilizarse para otros fines en el curso inferior. Sin embargo, hay una excepción importante: la gran central hidroeléctrica (390 000 kW) que se proyecta construir en el curso inferior del río Rapel, a 30 kilómetros del océano Pacífico.

En cuanto a la falta de sincronización con otros usos, la incompatibilidad es mayor sobre todo cuando se trata de aprovechar los lagos que constituyen reservas naturales en el Valle Central. La demanda de agua para riego alcanza su máximo en verano (diciembre y enero); en tanto que la demanda de electricidad es mayor en invierno. Además, ocurre que los ríos de la parte norte del Valle Central son de régimen de nieve, con su mínima en invierno; lo que hace más necesario emplear las aguas de los lagos del sur para la generación de electricidad. La falta de sincronización entre el riego y la hidroelectricidad aparece en el caso del lago Laja, cuyas aguas apenas pueden utilizarse con otros fines. En estos casos de falta de sincronización entre los distintos usos, el beneficio que reportan las obras de fines múltiples se reducen considerablemente.

/2. Recursos

2. Recursos hidráulicos en relación con la demanda

Si bien fue útil trazar un cuadro general de la demanda de agua por funciones para establecer la importancia relativa de la demanda de los distintos consumidores, sería ocioso hacer un balance nacional de conjunto de la disponibilidad y demanda de aguas en Chile debido a la falta de homogeneidad geográfica de ambas.

Por lo tanto, primero se aborda el problema del agua en general por zonas, y luego se intenta una apreciación cuantitativa más concreta de la disponibilidad de aguas superficiales en relación con la demanda para las ocho cuencas hidrográficas en que se concentra la mayor parte de la actividad económica del país (ríos Loa, Elqui, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Itata, Bío-Bío).

a) Disponibilidad y demanda de agua por regiones

En el Norte Grande, donde casi no llueve durante todo el año, salvo en la Cordillera, hay muy poca agua superficial y como las aguas subterráneas también son escasas y de variable calidad, la escasez de agua es un factor limitativo del progreso económico. No hay potencial hidroeléctrico y la actividad agrícola es muy reducida. Con todo, la zona produce cerca de la mitad de las exportaciones chilenas, pues allí se explotan los principales yacimientos de cobre y salitre del país. El agua necesaria para beneficiar los minerales y atender a la población se lleva de la Cordillera, mediante un costoso sistema de cañerías, a las minas y los puertos. Es una zona típica que ganaría con el perfeccionamiento de los sistemas de desalificación económica del agua salada. Aunque suele haber conflicto en la demanda de agua para distintos usos, en la zona se presentan tres casos interesantes, aunque limitados, de complementación: i) existe el proyecto de aprovechar las aguas del río Lauca para regar el valle de Azapa llevándolas a través de un túnel, con un desnivel de varios centenares de metros, que podrían utilizarse al propio tiempo para producir hidroelectricidad, (7 500 kW); ii) al tomar toda el agua necesaria para beneficiar el cobre del afluente más salino del Loa, las empresas mineras mejoran la calidad del sistema de este río y el agua puede aprovecharse en una pequeña obra de riego ya construída; iii) el tercer caso de complementación es el empleo del agua

/potable del

potable del acueducto a Antofagasta para generar un total de 1 500 kW de energía.

En el Norte Chico llueve más, los ríos son de régimen de deshielo con máxima en la época de mayor demanda de riego y las aguas subterráneas son de buena calidad. El riego es necesario durante 9 a 10 meses del año y está muy difundido (140 000 hectáreas); a tal punto que se ha declarado oficialmente el agotamiento del río Elqui. Existe algún potencial hidroeléctrico, pero la demanda de energía es bastante pequeña en esa zona de minería e industrias pequeñas.

En el Valle Central, donde se concentran las actividades económicas del país, el problema del abastecimiento de agua y del desarrollo hidráulico adquiere cada vez mayor importancia. Los recursos hidráulicos aumentan de norte a sur. Sin embargo, dado que la actividad económica es más intensa en la parte septentrional, el problema del agua es allí más grave (cuencas del Aconcagua hasta el Maipo). La parte sur está suficientemente cerca de los grandes centros (Santiago y Valparaíso) como para abastecerlos de alimentos y energía; por lo demás, está adquiriendo importancia propia con el crecimiento de la industria pesada en Concepción. Actualmente existen en Chile Central 1.2 millones de hectáreas regadas y cerca de 470 000 kW de capacidad hidroeléctrica instalada. Además, en los próximos 15 ó 20 años el riego y la hidroelectricidad alcanzarán su mayor desarrollo en esa zona, sobre todo en su parte meridional, pues cuenta con grandes extensiones de tierras regables y con el potencial hidroeléctrico ya mencionado en capítulos precedentes. Sin embargo, la falta de sincronización entre uno y otro tipo de demanda exige que se preste mayor atención a la planificación y coordinación del aprovechamiento de los recursos (tanto hidráulicos como de capital). Aunque también aumentará allí considerablemente la demanda de agua para la industria y los usos domésticos, las necesidades de estos dos sectores seguirán siendo muy pequeñas en relación con las del riego y la hidroelectricidad. El principal problema será la contaminación por las aguas sucias no tratadas o por los desechos de las fábricas.

La crítica situación del agua en esta zona puede atribuirse en parte al empleo de sistemas de riego inapropiados que desperdician grandes cantidades

/de agua.

de agua. Sin embargo, como se indica en el estudio de las ocho cuencas hidrográficas, aun en el caso de adoptarse buenos métodos de riego, la mayor demanda que entrañan los proyectos de desarrollo del Valle Central hará necesario coordinar lo más posible los diversos usos del agua en la zona.

La coordinación no ha de limitarse a las aguas superficiales, que son cada vez más escasas en relación con las necesidades, sino que será menester aprovechar sistemáticamente las aguas subterráneas. Asimismo, en vista de las pequeñas distancias que median entre las cuencas hidrográficas de la zona central, su explotación no debe planearse por separado sino teniendo en cuenta la posibilidad de continuar su aprovechamiento con el de las otras cuencas.

También debe estudiarse la adopción de medidas destinadas a combatir la erosión con miras a conservar tanto el suelo como los recursos hidráulicos.

En el Sur Chico la abundancia y la distribución más regular de las lluvias hacen innecesario el riego; por consiguiente no se crean conflictos con la hidroelectricidad, cuyo potencial en esta zona es considerable. Sin embargo, como los centros industriales de Santiago y Valparaíso se encuentran más distantes, la transmisión de energía desde el Sur Chico ofrece inconvenientes técnicos y es probable que su costo más reducido atraiga a las industrias que consumen mucha energía. Si se emprendieran obras hidráulicas de avenamiento de bajo costo, también aumentaría la producción agrícola. A su vez, la expansión industrial y agropecuaria puede crear un mayor tráfico de navegación fluvial y lacustre.

El Sur Grande, con su abundancia de lluvias durante todo el año y su topografía montañosa, es ideal para la hidroelectricidad. El agua representa allí un enorme capital inactivo, cuya evaluación sistemática se impone.

b) Estudio especial de ocho cuencas hidrográficas

Sobre la base de los datos disponibles, se hizo un estudio preliminar de los usos múltiples del agua en ocho cuencas hidrográficas que se eligieron por su singular importancia para la actividad económica. El estudio completo aparece un anexo del informe. Dada la insuficiencia de los datos relativos tanto a las fuentes como a los usos, los resultados sólo son provisionales;

/no obstante

no obstante se definen algunos problemas y se extraen algunas conclusiones evidentes acerca de la demanda en relación con los recursos. La situación de cada una de estas cuencas hidrográficas puede resumirse del modo siguiente:

i) Río Loa. Este río provee de agua potable a Antofagasta, Tocopilla, Chuquicamata y María Elena mediante un sistema de tuberías que se extiende desde los afluentes cordilleranos hasta las minas y la costa. La demanda de agua para beneficiar y tratar los minerales en las minas de cobre y las salitreras es cada vez mayor.

En la cuenca del Loa se riegan alrededor de 3 000 hectáreas y hay tierras disponibles para extender dicha superficie. Actualmente se estudian proyectos para regar con aguas superficiales otras 10 000 hectáreas.

Las necesidades adicionales de agua para uso doméstico y minero ascenderían a unos 26 millones de m^3 por año (parte de ella podría satisfacerse mediante una cañería desde Río Grande), y las de riego a 75 millones de m^3 lo que daría un total de 101 millones de m^3.

Aunque los datos que existen sobre el gasto del río Loa sólo abarcan cinco años (lo que no es suficiente para pruebas de regulación), parece evidente que en algunos años será imposible hacer frente a todas las necesidades. A pesar de la gran escasez de datos se pueden formular las conclusiones siguientes:

a) Es probable que al ampliar la superficie regada se limite el agua disponible para uso doméstico y minero. Por ello es necesario regular el desarrollo general de la cuenca a fin de establecer un orgen de prelación y fijar cuotas para cada tipo de aprovechamiento.

b) Al establecer ese orden de prelación habrá que tener en cuenta la contribución de la minería del cobre y del salitre a la economía nacional (ingreso nacional, exportaciones, renta pública), y dar a estas industrias más alta prelación que al riego.

c) Dada la escasez de aguas superficiales, debe extenderse el uso de aguas subterráneas para aumentar el riego en la proporción que sea económicamente posible.

/ii) Río

ii) Río Elqui. Aunque se ha declarado el agotamiento del río, es posible aumentar la superficie regada de 24 000 a cerca de 42 000 hectáreas, mediante la construcción de embalses y, más tarde, aprovechando aguas subterráneas. En vista del uso extensivo del agua en el riego, la Endesa no tiene actualmente en estudio ningún proyecto hidroeléctrico. Las necesidades futuras para uso doméstico e industrial serán muy grandes en esta cuenca y tal vez podrán satisfacerse sin dificultad aprovechando más las aguas subterráneas.

Según una prueba de regulación efectuada en este río, con un embalse adicional de 210 millones de m^3 (correspondiente a dos proyectos en estudio), la capacidad total de embalse llegaba a 250 millones de m^3, y de 1928 a 1956 se habrían podido regar en forma regular 37 000 hectáreas, pero habría habido escasez en cinco años, lo que indica que habría que reservar una capacidad adicional para hacer frente a cualquier posible escasez.

Si se construyera en la Cordillera una estación de nieve adecuada, se podría predecir con seguridad el probable escurrimiento en época de riego, lo que sería de gran utilidad para la administración de los embalses y para informar a los agricultores sobre el probable volumen de agua con que contarán durante esa época.

Conviene estudiar el efecto de la construcción de embalses sobre las aguas subterráneas y regular estrictamente el uso de éstas.

iii) Río Aconcagua. El agua es el factor crítico de esta cuenca. Los embalses son necesarios para regular el abastecimiento de agua en la superficie actualmente regada y para extender el riego a otras zonas.

Aunque las mediciones del gasto del río no cubren un período suficientemente largo (1940 a 1956) para determinar con precisión su capacidad de riego, se observa que las 67 000 hectáreas que se riegan actualmente no reciben un abastecimiento suficientemente regular. Conforme a una prueba de regulación efectuada en una superficie de 93 000 hectáreas regadas (incluyendo un proyecto en estudio que abarca 25 000 hectáreas), para tener alguna seguridad conveniente habrá que embalsar cerca de 233 millones de m^3 de agua. Las tierras regables aumentarán seguramente más adelante, pero se tropezará con la gran escasez de aguas superficiales, de modo que la extensión del riego quedaría supeditada en gran medida al bombeo de aguas subterráneas.

/Está muy

Está muy difundido el uso de aguas subterráneas para fines domésticos (Valparaíso) e industriales. Para extender el riego, asegurar el abastecimiento de agua de Valparaíso y atender las necesidades industriales futuras habrá que estudiar las aguas subterráneas, cuyo aprovechamiento deberá reglamentarse efectivamente. También será necesario registrar las variaciones de las napas freáticas y las extracciones.

La Endesa no tiene ninguna obra hidroeléctrica en explotación o en proyecto. Aguas arriba de los Andes hay dos pequeñas centrales hidroeléctricas de propiedad privada que devuelven el agua al río o a un canal, de modo que disminuye el caudal disponible.

iv) Sistema Maipo-Mapocho. También en esta cuenca la situación es crítica. Actualmente se riegan alrededor de 195 000 hectáreas. Los registros de gastos de los ríos indican que en un año de poco caudal, la capacidad de riego alcanzaría sólo para 110 000 hectáreas; por lo tanto, las condiciones actuales de riego no son bastante seguras.

Se están estudiando dos proyectos para regar otras 60 000 hectáreas. Se ha investigado la regularidad del riego actual y de los nuevos proyectos, encontrándose que podrían regarse con bastante seguridad 260 000 hectáreas, siempre que se contara con una capacidad de embalse de 900 millones de m^3, (además de los 250 millones de m^3 del Embalse Yeso que está en construcción).

Sin embargo, es posible que la explotación de estos embalses para riego sea incompatible con la producción de hidroelectricidad. Se pueden extender o reducir los gastos de invierno de algunas centrales de energía, pero el conflicto será mayor si todos los embalses se construyen en el curso superior del Maipo. También es probable que no resulten económicos dos importantes proyectos hidroeléctricos (con capacidad de 150 000 y 60 000 kW respectivamente) si el riego se desarrollara al máximo.

En relación con el agua potable, hacia 1960-69 habrá que aumentar considerablemente su abastecimiento y en caso de tomarse el agua necesaria del río Maipo, el efecto sobre el riego sería perjudicial.

/Es urgente

Es urgente tratar las aguas de las alcantarillas de Santiago, que actualmente no se someten a tratamiento alguno, para evitar la contaminación del río aguas abajo.

Las aguas subterráneas del centro de Santiago se han explotado excesivamente. Sin embargo, las napas freáticas más profundas pueden aliviar considerablemente el abastecimiento de la ciudad y satisfacer la demanda para otros usos, por cuanto sería menos necesario recurrir a los embalses para el abastecimiento de agua potable. Las aguas subterráneas se explotan en toda la cuenca y para evitar abusos es esencial reglamentar rigurosamente su empleo. Para ello será necesario registrar las variaciones de nivel de las aguas subterráneas.

La crítica situación del agua en esta cuenca y la posibilidad de conflictos entre sus diversos usos, imponen la necesidad de explotar las aguas superficiales y subterráneas en forma racional y bajo una autoridad fiscalizadora.

v) Río Rapel. La excesiva brevedad del período que abarcan las mediciones del gasto del río (11 años) impide llegar a conclusiones definitivas acerca de su capacidad de riego. Sin embargo, las cifras disponibles acerca del año de gasto mínimo (1947) indican que esa capacidad no excede de 170 000 hectáreas, en tanto que la superficie actualmente es de 246 000 hectáreas, más o menos. Una prueba de regulación indicó que con una capacidad de 1 000 millones de metros cúbicos normalmente se podrían regar 250 000 hectáreas.

Cerca de la desembocadura del río, se construirá una gran central hidroeléctrica de 390 000 kW. Habrá que estudiar cuidadosamente el efecto de la ampliación del riego sobre el gasto del río en su curso inferior para determinar su posible influencia en ese proyecto hidroeléctrico.

En el río Cachapoal (afluente del Rapel) existe el peligro de que aumente la contaminación de las aguas. Estas permiten satisfacer ahora las necesidades domésticas e industriales, pero habrá que ejercer una cuidadosa vigilancia para impedir su infición.

/vi) Río Maule.

vi) Río Maule. También en este caso el período de observación es muy breve (10 años) de suerte que las conclusiones sólo son provisionales.

Hoy se riegan 309 000 hectáreas y con las obras en construcción o en estudio esta superficie llegaría a cerca de 500 000 hectáreas. Para regarlas regularmente se necesitaría una reserva de 1 800 millones de m^3. La laguna del Maule tiene una capacidad de 1 570 millones de m^3, pero en virtud de las decisiones ya adoptadas, parte de ella se destinaría a la producción de hidroelectricidad. Por otro lado, la zona de captación de la laguna es relativamente pequeña. No hay datos para determinar el volumen de agua de la laguna del Maule de que podría utilizarse para obtener esos 1 800 millones de m^3, que se requieren anualmente. Debería hacerse este estudio. También es evidente que parte de las obras de embalse necesarias para regar 500 000 hectáreas deberá construirse en el curso inferior del Maule y la otra parte en sus principales afluentes.

En caso de ser posible encontrar sitios apropiados para construir embalses, no faltarían ni el agua necesaria para alimentarlos ni la tierra para extender la superficie regada más allá de esas 500 000 hectáreas. No obstante, podría suceder que el curso inferior del río permaneciera seco durante un mayor número de meses, en desmedro de otros usos.

Se ha proyectado construir una fábrica de celulosa a orillas del Maule. Si la fábrica fuese ubicada en su curso medio, podría contaminar las aguas sobrantes si el riego se desarrollara al máximo. La contaminación podría evitarse empleando parte del agua de los embalses para mantener el gasto del curso inferior del río, pero entonces esa agua se perdería.

Hace falta una autoridad fiscalizadora que fije el orden de prelación en que han de aprovecharse los recursos hidráulicos.

vii) Río Itata. Aunque algunas estaciones se establecieron en 1938, sólo existen datos hidrológicos completos desde 1947. Actualmente el río riega a su paso 100 000 hectáreas, que es la superficie máxima que puede atenderse con un margen razonable de seguridad. Las obras en construcción permitirán llevar la superficie regada a 180 000 hectáreas, para lo cual se requeriría un embalse de una capacidad de

/450 millones

430 millones de m^3. Existe agua en abundancia para aumentar todavía esta superficie si hubiese sitios apropiados para construir otros embalses.

En esta cuenca no habría conflictos con la hidroelectricidad por cuanto no existen centrales y la Endesa no tiene ninguna en estudio. Sin embargo, al desarrollarse al máximo, el riego podría perjudicar el crecimiento industrial ya que durante varios meses mermaría considerablemente el caudal del río en su curso inferior.

Es probable que se construya otra fábrica de celulosa en Coelemu, que se abastecería con las aguas del Itata, y esto podría crear el problema de la contaminación de éstas con los desechos. También se ha previsto instalar otra fábrica del mismo tipo en Cholguán, a orillas del mismo río, y aunque no faltaría agua también habría que tener en cuenta el peligro de inficción.

También aquí se necesita un organismo fiscalizador que fije un orden de prelación para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

viii) Río Bío-Bío. Las series hidrológicas completas sólo abarcan 8 años. Por lo tanto, es probable que el gasto sea menor que el mínimo observado.

Actualmente se riegan 134 000 hectáreas y las obras en construcción o en estudio permitirán abarcar otras 124 000. Los registros de gasto para el año mínimo (1950) indican que fácilmente podrían regarse 300 000 hectáreas. Por otra parte, habría agua disponible para aumentar considerablemente el riego con embalses.

De los ocho ríos estudiados, el Bío-Bío es el más apropiado para la instalación de industrias que consumen agua, porque ésta parece abundar. No habría dificultad en abastecer la creciente demanda de la zona de Concepción. Por otra parte, la fábrica de celulosa que se está construyendo en Laja y la prevista para Coigüe tal vez creen problemas de contaminación de las aguas, pero ésta podría evitarse en caso necesario, utilizando agua de embalses.

La producción de hidroelectricidad está progresando notablemente (hay en funcionamiento o en construcción centrales con una capacidad de 135 000 kW y se estudia la posibilidad de llevarla a 1 110 000 /kilovatios), de

kilovatios), de modo que será necesario coordinarla con el riego siempre que sea necesario recurrir a embalses para aumentarlo. Tal sería especialmente el caso del lago Laja si se aprovechara como embalse natural, lo que actualmente estudian la Dirección de Riego y la Endesa. Como se ha dicho en relación con otros ríos, la explotación del Bío-Bío debe abordarse con un criterio integral.

El estudio de estas ocho cuencas hidrográficas pone de manifiesto la imperiosa necesidad de establecer una autoridad planificadora de alta jerarquía, que debería encargarse de establecer una continua y perfecta coordinación de las actividades de los distintos organismos interesados en aprovechar los recursos hidráulicos, para que esto se haga en la forma más conveniente para el interés nacional.

Los estudios demuestran asimismo que, aun en caso de utilizarse el riego en forma eficaz, para mantener su regularidad será necesario construir nuevas obras de embalse de gran capacidad. Es evidente que si se perpetuaran los sistemas de riego deficientes esa necesidad sería mucho mayor. Es imperativo mejorar estos sistemas, ya que todo desperdicio de agua de riego supone la construcción de más obras costosas de embalse en perjuicio de otros intereses.

F. NECESIDAD DE UNA POLITICA HIDRAULICA. RECOMENDACIONES

El análisis de los recursos y los usos presentes y futuros ha revelado que en las zonas económicamente más desarrolladas de Chile hay una creciente escasez de agua en relación con la demanda. En el sur, donde el agua es abundante, el desarrollo económico es casi nulo. El desequilibrio entre la disponibilidad y la demanda de agua exige una política nacional de medición, explotación y conservación de estos recursos naturales. Las necesidades de capital para proyectos hidráulicos también han aumentado no sólo en volumen absoluto, sino proporcionalmente. Sobre todo desde que se inició la producción de hidroelectricidad, las obras hidráulicas han absorbido una proporción cada vez mayor de los gastos públicos de inversión y actualmente su promedio anual varía de 15 a 20 por ciento.

En los próximos 15 años (hasta 1973) los gastos en inversiones públicas para hacer frente a la demanda estimada de los diversos usos del agua ascenderían a unos 500 millones de dólares (150 millones para

/obras de

obras de agua potable, más de 60 millones para las obras de riego que construirá el estado y cerca de 280 millones para hidroelectricidad). Estos cálculos se derivan únicamente del análisis por sectores; en la programación global de la economía habrá que tener en cuenta, desde luego, el orden de prelación de las necesidades de inversión de todos los sectores. Aquí sólo puede decirse que, conforme a la hipótesis de crecimiento utilizada en el Estudio y que supone un aumento de la tasa de capitalización, no habrá de ser superior a 15 ó 20 por ciento la relación entre las inversiones en obras hidráulicas y el total de las inversiones públicas. Estas grandes necesidades de inversión obligan a utilizar el capital en forma eficiente y para ello se requieren datos hidrológicos exactos a fin de proyectar adecuadamente los programas, un análisis cuidadoso de la complementación o el conflicto de los diversos usos y la coordinación de éstos. Por lo tanto, la situación hidráulica general de Chile vista en relación con su progreso económico hace que sea indispensable y urgente formular una política integral de administración hidráulica.

Cualquier intento de formular esta política quedaría fuera del alcance y la competencia de este estudio. No obstante, pueden indicarse algunas medidas que la harían posible:

a) Es necesario mejorar sistemáticamente la evaluación, tanto de los recursos, como de sus usos. Es indispensable contar con registros adecuados de los recursos hidráulicos y de sus usos para planear su desarrollo, sobre todo donde el agua escasea. El conocimiento exacto de los recursos hidrológicos permitiría también planear las obras hidráulicas de tal modo que permita reducir al mínimo el capital necesario.

b) Varios aspectos de la legislación vigente requieren ahora modificación y a este respecto tal vez convenga señalar los puntos siguientes:

i) Como, desde un punto de vista cuantitativo, el riego es el principal consumidor de agua en Chile y en vista de que ésta se desperdicia en forma considerable, habría que estudiar cuanto antes la posibilidad de modificar el régimen actual de los derechos de aguas a fin de evitar un <u>jus abutendi</u> y lograr un uso más eficaz.

/ii) La

ii) La hidroelectricidad, uso relativamente nuevo, debería contar con las mismas facilidades de orden jurídico que rigen para el riego (sobre todo, el derecho de expropiación) que permitiesen ejecutar las obras que sean útiles para la economía del país.

iii) Convendría eliminar el sistema rígido de prelación de los usos y reemplazarlo por el análisis cuidadoso del costo y de los beneficios que los diversos usos del agua reportarían a la economía. Con los adelantos de los métodos de análisis y de programación económicos, ese procedimiento ha de resultar el más conveniente y provechoso.

iv) Teniendo en cuenta que las obras hidráulicas requieren grandes inversiones, las disposiciones legales o reglamentarias deberían prever a que los beneficiarios reembolsasen el costo económico de los servicios, sin tener en cuenta las fluctuaciones de la moneda.

c) Salvo la necesidad de una redistribución de atribuciones y obligaciones, la administración chilena, en materia de hidráulica está bastante bien organizada. Sin embargo, la coordinación entre las distintas reparticiones administrativas se produce sólo en determinados casos, cuando lo que se requiere es una coordinación sistemática. Este último argumento es el más fuerte a favor de la creación de un Consejo Nacional de Aguas, encargado de coordinar y proyectar las actividades hidráulicas.

A continuación siguen algunas recomendaciones para la adopción de estas medidas.

1. Proyectos especiales para mejorar el aforo de los recursos y su aprovechamiento

a) Creación de un instituto de medición de la nieve

La medición de la nieve caída en la zona central de Chile, cuyos ríos son predominantemente de régimen níveo ha de ser muy útil para prever el caudal de los ríos y formular una política hidráulica.

/b) Establecimiento

b) Establecimiento de por lo menos, una estación meteorológica de primer orden en cada zona climática

Actualmente, tal vez haya una sola estación de este tipo en todo el país.

c) Creación de estaciones hidrológicas en todo el país

i) Se ha recomendado la construcción y posible ubicación de 28 nuevas estaciones para el desarrollo de las obras de riego; por otra parte, la preparación de proyectos especiales exigirá otras estaciones más. La Dirección de Riego está preparando un programa con ese fin.

ii) La Endesa está preparando un plan de ampliación de los servicios de hidroelectricidad, que comprendería la instalación de nuevas estaciones en las zonas donde ya se efectúan algunas mediciones, y un extenso plan para iniciar la medición sistemática de los recursos del sur.

d) Exploración y evaluación de las aguas subterráneas

Estas actividades son muy necesarias, sobre todo en la zona de Santiago. La creciente escasez de aguas superficiales en relación con la demanda hace que sea imprescindible efectuar sistemáticamente y cuanto antes estos trabajos. Asimismo debe intensificarse la exploración y evaluación de aguas subterráneas en las zonas áridas y semiáridas del país.

e) Evaluación empírica del agua que requieren diversos cultivos en distintas zonas

Estas investigaciones podrían realizarse en los fundos experimentales que existen actualmente, o con la colaboración de los propios agricultores sobre la base de incentivos financieros. La evaluación de las necesidades de agua de la agricultura es esencial para establecer normas de riego en las zonas áridas y semiáridas de Chile.

2. Reformas legales y reglamentarias

a) Medición de los recursos y usos

Debería hacerse obligatoria la inscripción de todas las servidumbres de aguas, ya sean públicas o privadas y sea cual fuere la fecha de su concesión. Los registros deberían incluir informes anuales obligatorios

/acerca de

acerca de la superficie cultivada, o de la medida en que el agua se aprovecha con otros fines, y también informes mensuales de la cantidad de agua recibida.

b) Explotación ordenada de las aguas subterráneas

Tanto los propietarios de los pozos como las empresas de perforación deberían transmitir durante la construcción de las obras, la información y las muestras necesarias y acatar las instrucciones técnicas que impartan las autoridades (aislación de las napas freáticas, tipos de filtro, etc.). Cada permiso de alumbramiento de aguas subterráneas debería especificar el volumen máximo que podría extraerse por unidad de tiempo. En el caso de alumbramientos hechos en cuencas subterráneas no estudiadas suficientemente, el volumen aprovechable debería fijarse en forma provisional quedando sujeto a revisión por la autoridad competente. Deberían adoptarse las disposiciones de protección necesarias para garantizar el volumen y la cantidad de agua de los pozos, dando preferencia a los más antiguos. En caso necesario, podrían concederse mercedes para explotar determinadas napas con prohibición de extraer agua de otras.

c) Eficiencia en el uso del agua, sobre todo en el riego

i) Debería establecerse para cada merced, según escalas regionales, una "tasa de consumo", por ejemplo el gasto de agua por unidad de volumen - tiempo permisible por unidad de superficie cultivada (o por unidad de producción en el caso de otros tipos de aprovechamiento). Toda utilización que excediera esta tasa sería fuertemente gravada. Más adelante, hasta podría prohibirse el uso del agua que excediera de la tasa fija para evitar que sea mayor que el necesario. Si el titular de una merced no poseyera bastante tierra para utilizar toda el agua a que tuviese derecho con arreglo a la tasa fijada, el excedente debería ser transferido a terceros. El reemplazo del sistema actual por el propuesto debería hacerse indemnizando a los usuarios los perjuicios patrimoniales que pudieran ocasionárseles.

ii) Debería estatuirse que las aguas de dominio público se concederían únicamente para satisfacer las necesidades de los concesionarios (o de sus representantes legales) y que por lo tanto no podrían

/venderse,arrendarse

venderse, arrendarse o utilizarse en cantidades que excedieran dichas necesidades. Los excedentes (los derrames inclusive) seguirían siendo de propiedad del Estado, que podría concederlos a un tercero sin que éste tuviese que pagar algo al concesionario anterior. En particular, los titulares de mercedes de aguas de dominio público destinadas al riego o a otros fines no tendrían derecho a cobrar por el uso que hicieran los terceros de tales aguas para producir electricidad.

iii) Debe estipularse que las aguas concedidas para riego son inseparables del predio al cual se destinan y que no pueden utilizarse fuera de él, salvo excepciones, limitadas en el tiempo, que la ley debe fijar.

d) Expropiaciones

El privilegio de expropiación que actualmente es privativo de las obras de riego, debería extenderse a la hidroelectricidad para la construcción de grandes embalses que podrían requerir la expropiación de tierras. De otro modo, la ENDESA no podría ejecutar adecuadamente los proyectos hidroeléctricos que benefician a la economía.

e) Evaluación económica: orden de prelación y sistema de reembolso

i) Es necesario abolir el orden rígido de prelación de los distintos usos del agua, reemplazándolo por un sistema de evaluación económica por cuencas hidrográficas, por zonas y aún por obras específicas, cuando éstas sean de importancia. Algunas veces, cuando las variantes son pocas, el análisis puede hacerse con gran rapidez: en el norte de Chile, por ejemplo, la ubicación de las actividades mineras del cobre está determinada por la situación de los propios yacimientos. Como el aporte de la minería del cobre a la economía nacional es mucho mayor que el del riego, donde el agua escasea, debe darse preferencia a aquélla. Pero en casi todo el Valle Central, donde el problema del orden de prelación tiene importancia práctica ya que el agua es escasa en relación con todas las necesidades, hay muchas posibilidades de ubicación de las actividades económicas para abastecerlas de agua. Esto supone la necesidad de buscar combinaciones óptimas

/de los

de los distintos usos y requiere una programación muy compleja. La determinación de ese orden de prelación y de las combinaciones óptimas podría ser una de las funciones del Consejo Nacional de Aguas a que ya se ha hecho referencia.

ii) Cuando el reembolso de las obras hidráulicas guarde relación directa con los servicios prestados, habrá que ajustar las cuotas cuanto antes para tener en cuenta las fluctuaciones monetarias tan pronto ocurran. También podría considerarse algún tipo de índice para el servicio de los préstamos. Sería muy conveniente la aprobación parlamentaria de medidas legislativas para facilitar esos ajustes, tanto en el caso de la electricidad como en el del riego y contribuiría a un funcionamiento económico eficaz de estos sectores.

3. Reorganización administrativa propuesta para la formulación de una política hidráulica integrada

Como ya se ha dicho, la administración chilena está bien dotada cuantitativamente, para establecer un programa hidráulico adecuado, pero sería necesario modificar la estructura de los diferentes organismos. Una primera etapa de reorganización administrativa podría incluir la redistribución de las funciones dentro del actual sistema administrativo y la creación del Consejo Nacional de Aguas.

a) Redistribución de funciones

La gran dispersión y a veces la duplicación de los servicios encargados de los problemas hidráulicos indican la conveniencia de agrupar muchas funciones.

Esto podría lograrse en primer lugar mediante la creación de una Dirección de Hidráulica dependiente del Ministerio de Obras Públicas que absorbería y ampliaría la actual Dirección de Riego. Además de las actuales atribuciones de ésta, la Dirección de Hidráulica tendría competencia para conocer de los problemas relacionados con el riego mecánico y las obras de riego medianas y pequeñas (que actualmente dependen de la Corporación de Fomento). La Dirección de Hidráulica podría encargarse también del fomento de los usos industriales del agua en la industria, de la contaminación de las aguas de riego, de las

/medidas de

medidas de defensa contra las avenidas e inundaciones (con excepción de los trabajos de forestación) y de la navegación y el transporte por flotación en ríos y lagos.

Estas transferencias de atribuciones de otros servicios a la Dirección de Hidráulica han de requerir, desde luego, la modificación de las disposiciones legislativas que fijan sus facultades respectivas.

b) Consejo Nacional de Aguas

Después de proceder a esta reagrupación y redistribución de las funciones, habría que formular todavía una política coordinada de fomento de los recursos hidráulicos para los distintos organismos. Esto podría lograrse con la creación de un Consejo Nacional de Aguas.

a) Las funciones de dicho Consejo consistirían esencialmente en planificar la explotación de los recursos hidráulicos, vigilar el cumplimiento de los programas y la coordinación de las actividades en caso necesario. Las funciones ejecutivas propiamente dichas, a saber, los proyectos y planos definitivos de las obras, su construcción y explotación, y la prestación de servicios seguirían a cargo de los mismos organismos que actualmente los cumplen, salvo que el Consejo, en el ejercicio de sus atribuciones de coordinación, aconsejase transferirlas a otras.

Las funciones concretas del Consejo serían las siguientes:

i) Aforo de los recursos hidráulicos y asuntos conexos. (El aforo no sería de la incumbencia del Consejo, el cual se limitaría a fijar el método de aforo, a establecer las normas y los formularios, y a señalar el organismo que se encargaría de obtener cada información. El Consejo reuniría, tabularía, archivaría y publicaría la información obtenida).

ii) Medición y proyección de los demás factores relacionados con el uso de los recursos hidráulicos.

iii) Formulación de un programa nacional de desarrollo hidráulico y de programas por zonas. Dentro de cada programa se fijaría el orden de prelación de los distintos usos del agua. El programa nacional podría prepararse para un período de 15 años y revisarse cada tres.

/iv) Vigilancia

iv) Vigilancia de la ejecución del programa nacional y los programas por zonas.

v) Coordinación de las actividades ejecutivas, en caso necesario, como se indicó anteriormente.

b) Parece conveniente que el Consejo tuviese un coordinador general y quedase integrado por representantes de los distintos organismos oficiales, semioficiales y privados que se interesen en la materia. La secretaría del Consejo dependería del Coordinador General y podría constituirse con el personal de la actual Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, convenientemente aumentado. Esta sería la única oficina nueva que sería necesario crear y representaría el único gasto adicional en relación con el presupuesto actual.

c) El Consejo se dividiría en comités que estarían encargados de estudiar problemas concretos y de informar a los demás comités y al Consejo reunido en sesión plenaria.

Un Comité de Programación y Asuntos Generales examinaría, con la ayuda de la Secretaría, los problemas relativos a la complementación o a la incompatibilidad de los distintos usos del agua de una cuenca hidrográfica, en el orden regional o nacional. Otros comités se encargarían de coordinar las actividades hidráulicas sobre una base funcional (hidrometeorología e hidrología, abastecimiento de agua potable, riego, hidroelectricidad, etc.).

4. Otras posibles líneas de acción

En vista del excelente resultado del Plan Chillán, convendría estudiar la posibilidad de crear un organismo regional de fomento hidráulico. Aunque Chile no cuenta con grandes cuencas hidrográficas que justifiquen una empresa al estilo de la Administración del Valle del Tennessee (Estados Unidos), en la parte meridional del Valle Central, por ejemplo, existen varios ríos pequeños y medianos cuyas aguas pueden constituir un factor importante de progreso. Los recursos de esta región todavía no se han explotado y su población tiene un nivel de vida más bajo.

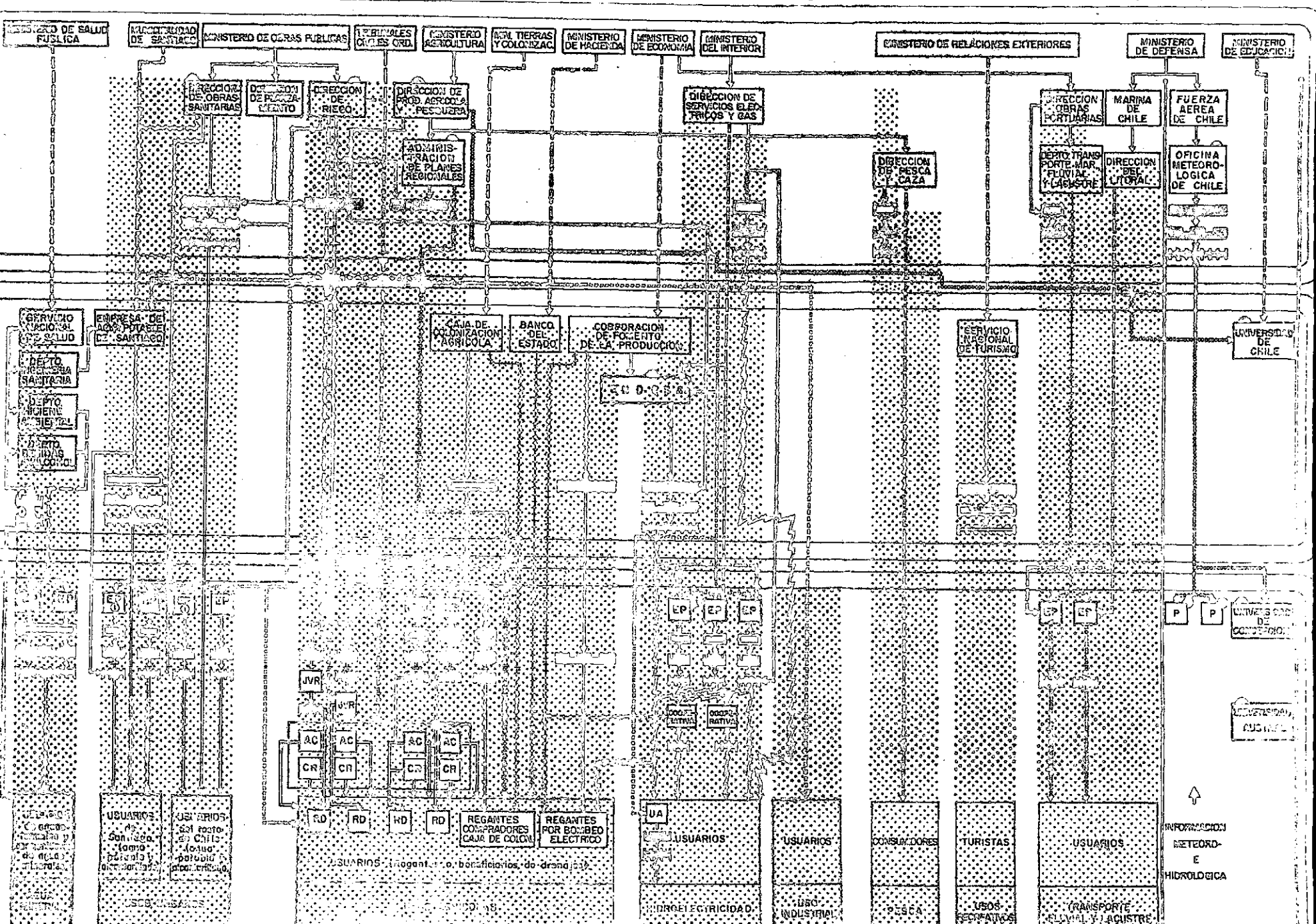
En caso de establecerse ese organismo regional, el Consejo Nacional de Aguas naturalmente tendría que vigilar para que los proyectos que aquél formulara se ciñeran a la estructura general de los programas nacionales. El organismo regional estaría encargado de la ejecución y explo-

Anexo I

En el gráfico a continuación se da un esquema de la actual organización institucional chilena en materia de recursos hidráulicos, incluyendo tanto el sector público como el privado. Sigue a continuación una explicación de los signos empleados en el gráfico.

/Gráfico

ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS EN CHILE (Público y Privado)



Explicación de los signos usados en el gráfico

indica dependencia jerárquica (la institución dependiente es aquélla hacia la cual apunta la flecha)

indica control o supervisión (sin superioridad jerárquica), por la institución de donde arranca la línea hacia aquélla a la que apunta la flecha

indica otorgamiento de concesiones o permisos, por id. id.

indica otorgamiento de créditos o subsidios, por id. id.

indica suministro de agua, por id. id.

indica suministro de electricidad, por id. id.

indica suministro de servicios o ayuda técnica, por id. id.

indica actividad de planeamiento, cumplida por la institución a la que está unida por una línea. Si el signo está en blanco, sin rellenar, indica que la actividad no se realiza

indica construcción de obras, cumplida por la institución a la que está unida por un línea. Si el signo está en blanco, sin rellenar, indica que la actividad no se realiza

indica explotación de obras o prestación de servicios " "

indican colección de información meteoro e hidrológica, cumplida por la institución donde aparece el signo

ABREVIATURAS:

EP: Empresa privada

JVR: Junta de Vigilancia de Ríos

AC: Asociación de canalistas

CR: Comunidad de Regantes

P: Individuo particular

EPI: Empresa privada intervenida (bajo administración estatal)

RD: Regantes individuales, directos de un río

UA: Usuarios autoproductores de la energía que consumen