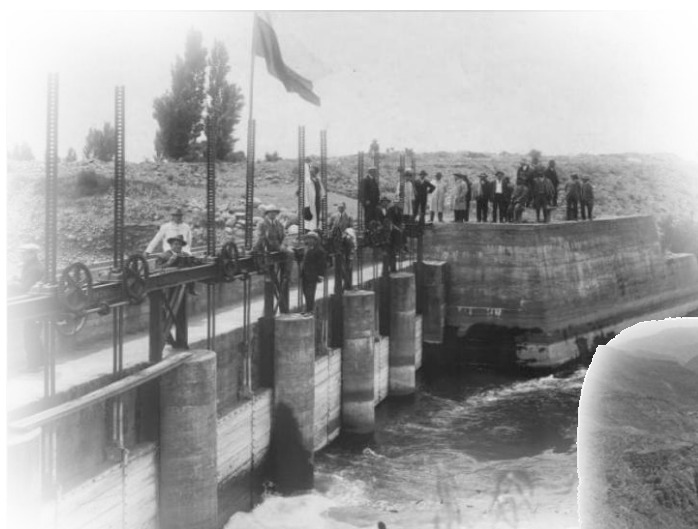


GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS

EL RIEGO EN CHILE

JULIO SANDOVAL JERIA



SANTIAGO DE CHILE
2003

INDICE

INTRODUCCIÓN	7
FISIOGRAFÍA GENERAL EN CHILE	10
ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE EL RIEGO EN CHILE	13
PRÁCTICAS DE RIEGO EN EL CHILE PRECOLONIAL.....	13
PRÁCTICAS DE RIEGO EN EL CHILE COLONIAL	16
PRÁCTICAS DE RIEGO EN EL CHILE INDEPENDIENTE.....	17
LA LEGALIZACIÓN DEL RIEGO	19
LA PRESENCIA ESTATAL	20
SUELOS Y AGUAS: LAS FUENTES DEL RIEGO.....	21
I REGIÓN	25
Hoya del río San José	25
Laguna de Chungará.....	25
Proyecto Lauca	27
Río Desaguadero Cotacotani	27
Ciénaga de Parinacota	28
Río Lauca.....	28
Descripción de la obra construida	29
Embalse Pachica.....	30
II REGIÓN.....	31
Embalse Conchi.....	31
Descripción de la obra construida	31
III REGIÓN	32
Hoya del río Copiapó.....	32
Regadío valle de Copiapó.....	32
Embalse Lautaro	33
Hoya del río Huasco	36
Embalse Santa Juana	36
Descripción de la obra construida	36
Mejoramiento canales tercera sección valle del río Huasco.....	37

IV REGIÓN	41
Hoya del río Elqui	41
Embalse Puclaro	41
Descripción de la obra construida	42
Hoya del río Limarí	43
Embalse Paloma	43
Características técnicas de la obra	45
Hoya del río Choapa	47
Embalse Corrales y sus obras complementarias	47
Hoya del río Illapel	51
Embalse Illapel (El Bato)	51
Descripción de la obra a construirse	52
V REGIÓN	54
Hoya del río La Ligua	54
Dren Cabildo	54
Hoya del río Aconcagua	54
Embalse Aromos	54
Embalse Puntilla del Viento	56
REGIÓN METROPOLITANA	57
Hoya del río Maipo	57
Embalse El Yeso	57
Embalse Rungue	58
VI REGIÓN	60
Hoya del río Rapel	60
Embalse Los Cristales y construcción de pozos profundos	60
Canal Zamorano	61
Embalse Convento Viejo – Primera etapa	62
VII REGIÓN	65
Hoya del río Maule	65
Embalse Laguna de Maule	65
Embalse Digua	66
Canal Melozal	67
Regadío Valle de Pencahue	68
Embalse Tutuvén	69
Embalse Ancoa	69
Antecedentes y descripción general del proyecto	70
Concesión del proyecto Ancoa	70
VIII REGIÓN	72
Hoya del río Itata	72
Embalse Tucapel	72
Embalse Coihueco	72
Proyecto Laja Diguillín	73

Canal Perquilauquén – Ñiquén	74
Canal Quillón.....	74
Hoya del Río Bío Bío	75
Canal Zañartu (Ex Canal Colicheo).....	75
Canal Laja.....	75
Canal Antuco	76
Canal Quillaileo.....	76
Canal Bío Bío Norte	76
Canal Bío Bío Negrete.....	77
Canal Duqueco Cuel.....	77
Canal Coreo	77
Canal Bío-Bío Sur	78
Hoya Del Río Paicaví	79
Canal Cayucupil	79
IX REGIÓN	82
Hoya del Río Bío Bío	82
Canal Bío Bío sur III etapa.....	82
Embalse Collipulli	82
Hoya del Río Imperial	83
Canal Pillanlelbún e Imperial	83
Canal Quepe Norte y Quepe Sur	83
Canal Perquenco y Popeta	83
Regadío Victoria – Traiguén –Lautaro	83
Canal La Victoria de Vilcún.....	84
Hoya del Río Toltén	85
Canal Allipén.....	85
Regadío Faja Maisan	85
XI REGIÓN	86
Hoya del Río Jeinimeni	86
Sistema de Riego de Chile Chico	86
Características de las obras.....	87
XII REGIÓN.....	88
Sistema de Riego Huertos Familiares de Puerto Natales	88
TRASLADO DE AGUAS DE SUR A NORTE	89
DIRECTORES DE OBRAS HIDRÁULICAS	93
INSTITUCIONES QUE HAN INTERVENIDO EN EL RIEGO EN CHILE	93

Breves palabras sobre el autor

JULIO SANDOVAL JERIA

Nace en la ciudad de Santa Cruz, Provincia de Colchagua, el 10 de noviembre de 1923.

Realizó sus estudios de la Enseñanza Básica en la Escuela Pública de Santa Cruz. En 1934 se traslada a residir en Santiago, para proseguir con los estudios de las Humanidades.

Ingresa al Colegio Hispano Americano, donde cursa los primeros cuatro años. Termina los dos restantes de la Enseñanza Secundaria en el Liceo de Aplicación. En ambos colegios se distingue siempre por ser un buen estudiante y un buen amigo.

Rinde Bachillerato e ingresa a la Escuela de Construcción Civil en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile donde se titula de Constructor Civil el 30 de noviembre de 1948. Más tarde sigue los estudios de Ingeniería Civil, en la misma Facultad, carrera que debe abandonar al ser destinado por su trabajo a residir en el norte.

En esta época de juventud comparte sus estudios con una afición desconocida para muchos, escribe críticas de cine en un diario santiaguino.

Su primer trabajo profesional lo desarrolla en la Empresa de Ferrocarriles del Estado, por el breve tiempo de algunos meses, y muy pronto ingresa a la Dirección de Riego, el 01 de mayo de 1945. A este Servicio le dedica 50 años de su vida profesional.

Cuando comienza a trabajar, pasa a desempeñarse como topógrafo en el Departamento de Riego, dependiente de la Dirección General de Obras Públicas del MOP en esa época, siendo enviado a la provincia de Arica, para integrarse al grupo de estudio del canal Lauca.

Más tarde, en 1949, se traslada a la provincia de Coquimbo a trabajar en el estudio del embalse Puclaro. Cuando está cercano el término de su participación en este estudio, contrae matrimonio en 1952, con una dama que conoce en esa región.

Durante su desempeño profesional posterior participa, entre muchos otros, en los siguientes proyectos: Plan Chillán, canal Bío Bío – Negrete, estudio del embalse La Paloma.

A partir del año 1961 empieza a viajar a la provincia de Antofagasta, para supervisar todos los trabajos de Riego en esa zona. Pasa a residir en Calama desde

1962 hasta 1968, como Jefe Regional. En esta calidad participa en los proyectos de los canales de Regadío de San Pedro de Atacama y en el estudio del embalse Conchi. Dirige la construcción de las diversas obras que se construyen durante ese período en la zona. Durante ese tiempo se desempeña ocasionalmente como gobernador subrogante del Departamento de El Loa.

A partir del año 1968 es trasladado a Santiago para hacerse cargo de la jefatura de la Sección de Sondajes, la que dirige hasta 1980.

Dirige la contraparte como Coordinador Nacional en el Programa de Cooperación Técnica y Económica del Gobierno Alemán para el Estudio del Área de Riego del río Claro de Rengo, desde 1968 hasta 1977.

A mediados de 1970 es invitado y visita Alemania durante tres semanas.

En el año 1977 se acoge a jubilación. Pasa de inmediato a trabajar en el mismo Servicio a honorarios desde 1977 hasta 1980 en calidad de asesor. Posteriormente es recontratado a partir de 1981. Finalmente, a comienzos del año 1996 jubila por segunda vez por enfermedad.

En 1979 es nombrado por el Director de Riego como Secretario Ejecutivo del Comité Chileno de Riego y Drenaje, corresponsal chileno del Comité Internacional de Riego y Drenaje, ICID. En esta calidad participa en 1985, como delegado de Chile en la Reunión Internacional N° 36 del ICID en Italia. El cargo de Secretario Ejecutivo lo desempeña hasta cuando se retira definitivamente de trabajar.

Luego de jubilado, pese a su delicado estado de salud, acepta colaborar una vez más con el Servicio, aportando sus conocimientos y experiencia. Se hace cargo de la redacción y actualización de un Informe sobre las Obras de Riego Construidas por el Estado, en los últimos años.

Introducción

Sin agua no hay vida. Desde tiempos inmemoriales y a partir de los primeros intentos del ser humano por organizarse y establecerse en algún lugar, el agua ha sido un factor determinante para la toma de decisiones. Si observamos los primeros asentamientos humanos en el norte grande de Chile hace más de 10 mil años y las incipientes modalidades de vida urbana propiciadas por las grandes culturas de América del Sur antes de la llegada de los españoles, veremos que en ambos casos la presencia del agua constituía un elemento principal para la fundación del nuevo asentamiento.

La importancia del recurso hídrico en la cobertura de necesidades tan básicas como el consumo, el aseo personal, el riego y el cuidado de cultivos, permitió que su uso, manejo y manipulación, se convirtiera en una de las primeras tecnologías aprendidas por el hombre. Así es como en algunas culturas ancestrales de América del Sur, como la Tiahuanaco en Bolivia o la Inca en gran parte del continente, es posible encontrar rudimentarias aunque efectivas formas de acumulación, encauce y distribución del agua.

Con el desarrollo de los métodos de producción agrícola y tras el sedentarismo de los antiguos pueblos trashumantes, la utilización y el manejo eficiente del agua pasa a una segunda fase de desarrollo y se transforma en una condición sinequanon para el surgimiento y mantención de pequeños poblados, localidades agrícolas e incipientes zonas urbanas.

Aunque en una menor proporción que hasta hace 50 años, un sector importante de la población chilena vive directa o indirectamente relacionada con las actividades agrícolas, de tal manera que la construcción de obras de riego, especialmente en zonas donde no existen otras fuentes de ingreso, representa la única alternativa dinamizadora y un polo de desarrollo importante para muchas zonas de nuestro país. Por ello y conscientes de la relevancia socio-económica de un manejo integrado y eficiente de los recursos hídricos de la nación, la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas ha demostrado un interés permanente por sistematizar la historia del riego artificial en Chile, recopilando los antecedentes históricos con respecto a sus inicios e integrando aquellas obras de ingeniería que han mejorado las condiciones de vida de millones de chilenos.

Se ha dicho que el progreso de una nación no es más que el producto de la lucha de sus habitantes con la geografía de su país. De acuerdo a ese postulado, podríamos decir que nuestra lucha ha sido dura; el carácter intrincado y accidentado de nuestra geografía nos ha exigido esfuerzos extraordinarios. Para construir una bocatoma, un canal o situar una presa, los chilenos hemos tenido que transar con la naturaleza y buscar soluciones de ingeniería de alta dificultad técnica. A pesar de ello y gracias al esfuerzo abnegado y anónimo de nuestros ingenieros, geólogos, constructores civiles, técnicos, personal administrativo y obreros, hoy podemos mirar nuestro país

con el orgullo y la convicción de estar legando una herencia invaluable desde el punto de vista humano y técnico.

Las páginas que a continuación presentamos contienen el trabajo, el compromiso y el patriotismo de miles de chilenos que han pasado por nuestra Dirección y que han contribuido al desarrollo y progreso del país a través de la planificación y el desarrollo de obras hidráulicas de inmejorable factura. Vaya para ellos este esfuerzo editorial.

CAPITULO I: HACIA UNA COMPRENSIÓN DEL ESCENARIO

Fisiografía general en Chile

Sin considerar al territorio Antártico (1.250.000 Km²), Chile tiene una superficie continental de 756.096 Km² entre los paralelos sur 17° 30' y el paralelo sur 56°, lo que corresponde a una longitud territorial de 4.277 Km. Su ancho máximo de 390 Km se encuentra en la latitud de Antofagasta (23° L.S.) y el mínimo de 90 Km en la latitud 31°30', en la llamada hoyada del río Choapa.

En la década del 70 el país experimentó un proceso de regionalización que desde un punto de vista administrativo lo dividió en 13 regiones. Sin embargo, geográficamente y tomando en cuenta factores hidrográficos, orográficos y de clima, ha sido necesario agrupar las regiones en cuatro grandes zonas donde estos atributos mantienen cierta afinidad y coherencia. Así es como de norte a sur es posible identificar una primera zona denominada Norte Grande; una segunda zona de Valles Transversales o Norte Chico; una tercera zona llamada Zona Central y una cuarta Zona Austral o Patagonia Chilena.

En lo que respecta al riego artificial, a modo de antecedente general, podríamos señalar que éste se practica desde el extremo norte hasta el paralelo 39°, que se encuentra aproximadamente a la altura de la ciudad de Temuco. Más al sur, en latitudes de clima semiárido situadas en la ladera subandina oriental de la Patagonia Chilena, se practica riego artificial sólo en pequeñas áreas.

La Zona del Norte Grande está comprendida por la primera región de Tarapacá y la segunda de Antofagasta con una extensión de alrededor de 183.400 Km². La mayor particularidad de esta zona es que una porción importante de su superficie está cubierta por el desierto de Atacama, conocido como uno de los desiertos más secos del mundo. La zona presenta una depresión longitudinal que se encuentra a unos 1.000 m.s.n.m, llamada comúnmente La Pampa, la cual tiene un ancho fluctuante de entre 30 a 40 Km.

Desde la quebrada de Tana hasta el río Loa, con una longitud aproximada de 220Km, el árido desierto toma el nombre de Pampa del Tamarugal, donde gracias a un relativamente alto nivel freático del suelo, crecen especies vegetales como el tamarugo y el algarrobo. En el sector cordillerano de la zona y a más de 4000m.s.n.m., es posible distinguir el llamado altiplano chileno que se encuentra unido a la Pampa a través de una cordillera o sierra en la que se enclavan una serie de pequeños oasis o valles agrícolas. Nacen aquí los tributarios que van a dar tanto al Pacífico como a las cuencas cerradas. El altiplano es cruzado casi íntegramente por ríos que drenan hacia cuencas endorreicas cuyas bases de equilibrio están dadas por enormes salares. Es importante señalar que la totalidad de los recursos de agua de esta zona se generan en la Cordillera de los Andes y derivan de las lluvias altiplánicas estivales.

De acuerdo a su base de equilibrio, las cuencas del Norte Grande pueden dividirse en exorreicas (desagüe al mar), endorreicas (sin salidas), ocupadas a veces por salares y las cuencas arreicas actualmente inactivas.

Entre las cuencas exorreicas se pueden mencionar las correspondientes a los ríos Lluta, Azapa, Codpa, Camarones y Camiña, todos en la I Región. En los valles por los cuales escurren estos ríos se cultiva en terrazas riberañas bajas, siendo las más significativas las existentes en los valles de Lluta y Azapa.

En la II Región, en tanto, se puede mencionar el río Loa como cuenca exorreica y principal arteria hidrográfica de la zona con el cauce más largo de Chile, con un recorrido de más de 400 Km. Este río riega a su paso cuatro oasis con una superficie total de unas 1.400 ha.

La Zona de los Valles Transversales, conocida también como Norte Chico, se extiende desde el río Salado por el norte hasta el río Aconcagua por el sur, comprendiendo a las regiones III, IV y V con una superficie de unos 134.555 Km².

Como característica general, esta zona presenta condiciones favorables para cultivos agrícolas al contar con áreas drenadas por 8 sistemas hidrográficos que aportan recursos hídricos para el desarrollo del riego artificial. En sucesión norte-sur se encuentran los ríos Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua y Aconcagua, todos de regímenes mixtos y de escurrimientos permanentes.

La Zona Central se extiende desde el cordón de Chacabuco por el norte hasta la costa del canal de Chacao y del seno de Reloncaví por el sur. Comprende una longitud de aproximadamente 1.000 Km y una superficie de 161.200 Km². El valle central o la depresión intermedia de esta zona, conocida también con el nombre de Valle Longitudinal o Central, corresponde a una faja con anchos de entre 50 y 70 Km.

Posee una cubierta de material aluvial depositado por los grandes ríos sobre la cual se ha formado una capa de suelo agrícola que entrega los más extensos y apropiados campos de cultivo. Desde el punto de vista hidrográfico los grandes ríos de la parte norte de esta zona, todos de origen andino, son el Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, BíoBío y otros que forman cuencas menores, especialmente costeras.

Al sur del BíoBío, en tanto, los ríos se generan a partir de los grandes lagos de la zona y sus cuencas cuentan con altas precipitaciones presentando caudales importantes. De norte a sur los más importantes son el Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín y Petrohué. Entre los costeros encontramos al río Carapangue, Lebu, Paicari, Queule y Llico.

La Zona Austral o Patagonia Chilena está comprendida por el cono del extremo austral de Sudamérica desde una línea norte que sigue entre los paralelos 41º y 42º hasta el archipiélago de Cabo de Hornos por el sur (56º L.S.). Aquí es posible reconocer dos sectores claramente definidos. El sector occidental corresponde a la

llamada Patagonia Chilena y está vertebrada en torno a la Cordillera de los Andes en la cual es posible reconocer algunas cumbres de cerros y volcanes, conservando, entre Aisén y Magallanes, una amplia área cubierta por glaciares llamados “Campos de Hielo”. El sector oriental de la Patagonia, que corresponde a la denominada Patagonia Argentina, se caracteriza por ser una meseta de suave pendiente hacia el Atlántico, surcada por ríos que nacen en lagos de origen glacial o en cañones profundos que se sitúan en una faja longitudinal ubicada entre los sectores señalados (faja subandina oriental). La importancia de esta faja radica en que en ella se hace necesario el riego artificial, ya sea para cultivos o para empastadas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es posible concluir que las distintas zonas de nuestro país presentan condiciones muy diferentes entre ellas con miras a alcanzar un desarrollo agrícola importante. En el Norte Grande, por ejemplo, sólo llueve en la alta cordillera y la mayor parte del área receptora comprende cuencas cerradas, lo cual hace difícil el riego en valles bajos aptos para cultivos. El Norte Chico es semiárido debido a que las precipitaciones son reducidas y la frecuencia muy acentuada, lo que causa prolongados periodos de sequía que alternan con años lluviosos. Esto obliga a construir importantes obras de regulación en los valles.

En la parte norte de la zona central (aproximadamente hasta el BíoBío) la situación es menos acentuada que en el Norte Chico; la lluvia tiene mejor distribución y las áreas cultivables son mayores, aunque también se requieren obras de regulación para dar seguridad de riego. En la X Región, en tanto, llueve durante todo el año y la agricultura se desarrolla sin riego artificial. En la Patagonia hay recursos de agua abundantes y sólo en Magallanes se presentan algunos años con déficit.

En resumen, se puede afirmar que de los más de 4.200 Km de longitud que tiene aproximadamente el país en su zona continental, los primeros 1.200 Km de norte a sur no presentan prácticamente precipitaciones, lo que hace aún más hostil la presencia del desierto más seco del mundo. Los 1.500 Km siguientes tienen precipitaciones insuficientes con 4 a 5 meses de verano prácticamente secos. Sólo los 1.500 Km de tierra austral, presentan una adecuada precipitación para la agricultura, aunque deficitaria en algunos sectores de Magallanes y al oriente de Aysén.

De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar que en Chile existe una gradación climática norte – sur y este – oeste determinada, fundamentalmente, por el hecho de estar situado al oeste de la cordillera de los Andes, a lo largo de un extenso y estrecho zócalo continental. La presencia de la corriente fría de Humbolt junto a sus costas y la posición del anticiclón del Pacífico, constituyen factores importantes para la existencia de esta clara gradación climática, la que se traduce, como hemos visto, en una ley de precipitaciones progresivamente en aumento de norte a sur.

Considerando los antecedentes recientemente expuestos, la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas ha estimado importante hacer una sistematización del desarrollo del riego en nuestro país a partir de los periodos históricos prehispánicos o indígenas, colonial y como República Independiente,

poniendo un énfasis especial en las obras de riego efectuadas a partir de la creación del Ministerio de Obras Públicas en 1887, con lo cual se inicia la labor del Estado en esta área de desarrollo.

En la segunda parte de esta publicación se incluye un registro detallado de las mayores obras de riego construidas por el Estado hasta el año 2000, con lo cual se completa el texto de consulta confeccionado por el ingeniero don Samuel Finlay, quien contempla lo realizado en este rubro desde 1914 hasta 1938 inclusive.

Antecedentes históricos sobre el riego en Chile

Desde que el hombre nómada pasó al estado sedentario hace unos 6.000 años, comenzó una larga lucha por alcanzar el dominio del agua. En efecto, además de la necesidad de protegerse de su representación natural, como los temporales, las crecidas de los ríos y las inundaciones, debía asegurar también una provisión para su uso doméstico. Por lo tanto, y tal como lo esbozáramos en la introducción de este libro, podríamos sostener que las instalaciones del hombre destinadas a protegerse contra los excesos del agua y conservar la escasa disponible, pertenecen a los primeros intentos y logros de la humanidad en esta materia.

En las civilizaciones que antecedieron a la Era Cristiana, el agua fue también un elemento de gran importancia. Algunas ruinas encontradas en la India, que datan de unos 5.000 años A.C, han demostrado la existencia de complejos y adelantados sistemas de abastecimiento y manejo del agua. Asimismo en Egipto se encontraron vestigios de una represa de enrocado de 12 metros de alto, tal vez la primera obra de estas características.

Posteriormente, con la aparición de los primeros centros económicos y de concentración urbana, los suministros de agua comenzaron a ser insuficientes por cuya razón las antiguas civilizaciones se vieron enfrentadas a la necesidad de trasladarla a otros lugares, acumularla y distribuirla.

Lamentablemente y a diferencia de otras disciplinas técnicas y científicas, no existen registros, documentación o publicaciones sobre la historia de la hidráulica y los distintos usos del agua en épocas antiguas, de tal modo que sólo el estudio y la interpretación de los vestigios dejados por antiguas y ancestrales obras de ingeniería hidráulica, pueden revelar el grado de desarrollo y conocimiento que en estas materias poseían nuestros antepasados.

Prácticas de riego en el Chile precolonial

Tomando en cuenta el estado actual de los estudios que consignan los comienzos del uso y manejo del agua en Chile, es difícil precisar los albores del riego artificial en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país. Tampoco se conoce con exactitud dónde y cuándo comenzaron a obtenerse los primeros cultivos agrícolas, sin

embargo es un hecho aceptado que la agricultura de riego artificial, es decir, a través de obras que derivan aguas desde corrientes naturales, data, en la costa centro peruana, desde el año 1800 A.C. y en el extremo norte de Chile es posible encontrar algunas obras entre los años 800 y 200 A.C.

En efecto, bajo la influencia de algunas corrientes culturales provenientes del altiplano, en el norte de Chile se afianzó la práctica de la agricultura de riego simultáneamente con el avance del proceso de sedentarización de las poblaciones.

Las migraciones de estos habitantes altiplánicos alcanzaron a todo el norte del país, gran parte de Perú y Bolivia y por el sur hasta el centro de Chile, conformando lo que más tarde sería la cultura atacameña. Las exiguas superficies de riego que encontraron en terrenos de pendientes abruptas, fueron ampliadas ingeniosamente mediante la construcción de terrazas escalonadas denominadas “eras”, las que regaban a través de pequeños canales que tomaban las aguas de vertientes y esteros. Además del considerable ahorro de agua, el sistema permitía evitar la contaminación de los suelos si se regaba con aguas salobres y permitía utilizar un excedente de agua para el lavado. Esta práctica aún se utiliza en algunos valles del norte de Chile, como Calama, Quillagua, San Pedro de Atacama y otros.

La influencia de estas prácticas de regadío se extendió hasta el río Cachapoal, ya que al sur de este río se cultivaba solamente de secano, aprovechando la humedad natural de los terrenos. Cultivaban el maíz, su principal cereal, como también el poroto, la papa, el zapallo, la quínoa, mango, ají, etc. Se estima que esta primera fase de desarrollo agrario se completó aproximadamente hacia el año 500 AC.

En esa misma época, un ingenioso sistema de cultivo se practicó masivamente en el centro de la Pampa del Tamarugal. No se sabe cuando se originó exactamente, pero sí que se practicó hasta hace poco tiempo: es el llamado sistema de canchones o chacras sin riego. El asunto consistía en retirar la costra salina y de material seco superficial en una faja de terreno larga y angosta hasta alcanzar la humedad capilar. Cuando la humedad al evaporarse dejaba una capa de sal, se abandonaba el canchón y se abría uno nuevo justo al lado del anterior. Aún hoy en día es posible observar las huellas de estos canchones en la Pampa. En honor a tan novedosa práctica agrícola, un sector de la Pampa ha tomado el nombre geográfico de Canchones.

Las influencias de la cultura Tiahuanaco, iniciadas a comienzos de la era cristiana y que habrían durado hasta el año 900 o 1000 D.C, no sólo se manifiestan en los valles transversales del extremo norte de Chile, sino que adquieren una gran importancia en los oasis precordilleranos de Pica y Guatacondo y, sobre todo, en los oasis que rodean el Salar de Atacama, donde se ubicaba la localidad de Licanantai, cuyos habitantes hablaban un idioma distinto al resto de los pueblos de origen andino: el cunza. También en este lugar es posible encontrar prácticas tempranas de cultivos sobre la base del riego artificial.

Entre los estudiosos de las antiguas civilizaciones de América del Sur, es ya un hecho aceptado que durante los tiempos de la cultura Tiahuanaco, la colonización de las tierras bajas obedecía a un patrón conocido en el área andina con el nombre de “Control vertical de pisos ecológicos”, sistema que claramente tuvo plena vigencia en épocas preincaicas. Por otra parte, la Arqueología ha podido demostrar que alrededor del 1200 D.C, hubo en el norte de Chile una mayor abundancia de recursos hídricos, precipitada por el incremento de las vertientes que afloraban en las paredes de los valles. “Numerosos poblados, conjuntos de “eras” y acequias abandonadas desde antiguo háyanse distribuidos sobre terrazas o tablazos relacionadas con esas vertientes que hoy aparecen completamente secas”¹.

En el norte semiárido de Copiapó al Limarí, a lo menos durante los primeros 600 años de la era cristiana, se desarrolló en el llamado Período Agro Alfarero Temprano una cultura formativa cuyas manifestaciones se han reducido al concepto de Complejo El Molle, el cual se presenta a través de diferentes connotaciones de un valle a otro. Se ha postulado que “regaba con acequias derivadas más bien de quebradas laterales y cultivaba en los conos de deyección de las quebradas”². En los sitios de la cuenca alta del río Copiapó, se advierten algunos restos de estas canalizaciones. (El Torin y Carrizalillo Chico).

Más tarde, con el advenimiento de nuevas culturas, como la Diaguita, se intensifica la práctica de la agricultura de riego artificial y se construyen numerosos canales, algunos aprovechados y ensanchados en el tiempo de la dominación inca y en servicio hasta el día de hoy. En el valle de Elqui pertenecen a esta categoría los canales del Tambo, Quilacán, Culcatán, Cutún, entre otros. En la cuenca del Limarí, en tanto, deben haber sido canales más cortos que regaban en la caja misma del río, pero de ello no hay vestigios.

La invasión incaica, ocurrida en el norte de Chile unos 80 años antes de la llegada de los españoles y unos 50 años antes de la misma fecha en el Norte Chico y Centro del país, amplió los sistemas de regadío introduciendo posiblemente nuevas técnicas y construyendo obras de mayor envergadura. Probablemente a esa época incaica corresponda el ingenioso sistema de riego “de caracol”, una modalidad de riego por surco practicado hasta hoy en el valle de Azapa.

A partir de Antofagasta y hasta Copiapó no existían zonas agrícolas de importancia y los incas sólo desarrollaron pequeños regadíos en ese valle. Respecto a Copiapó, la célebre crónica de G.Vivar, que acompañaba a Valdivia en su viaje a Chile, dice: “Corre por este valle un pequeño río que basta para regar sementeras. Dáse maíz, frijoles, papas, quinoa y también algodón”.

No obstante lo anterior, en la zona central de Chile los incas construyeron acequias captando aguas del río Mapocho. Con ellas, los antiguos habitantes de nuestra capital regaban los sectores de Apoquindo, Tobalaba, Ñuñoa, Conchalí, El Salto y

¹ H. Niemeyer, V. Shciapaccasse e I. Solimano. 1971

² H. Niemeyer. 1979

Huechuraba. Desde el río Maipo construyeron canales para regar Calera de Tango, Malloco, Peñaflor y Talagante. O sea, corresponde a este periodo la construcción de una gran parte de los pequeños y medianos canales de riego existentes en los valles del Norte Grande, del Norte Chico y de algunos del valle de Aconcagua, como el canal Pochocay.

A la llegada del Inca, en el área dominada por los pueblos Mapuches ya eran conocidos los cultivos agrícolas practicados en pequeñas áreas y en forma dispersa con especies que no diferían sustancialmente de los de más al norte, salvo que habría que agregar el cultivo de un cereal hoy desaparecido llamado mango (*Bromus-mango*) encontrado por C. Gay en una reducida área al sur de Chiloé. Estos cultivos sacaban partido de la mayor pluviosidad de la zona y no requerían de una derivación artificial de las aguas.

Si bien no existe mucha información sobre las técnicas de regadío anteriores al periodo colonial, sabemos que éstas fueron de tipo primitivo y que no contaron con mucha sofisticación técnica. El área total regada no debe haber sido mayor a las 1.000 ha en la zona norte, y en la zona central, entre los ríos Aconcagua y Cachapoal, esta superficie era del orden de unas 2.000 a 3.000 ha.

Prácticas de riego en el Chile Colonial

Durante el período colonial, los españoles se dedicaron fundamentalmente a ensanchar los canales primitivos y construir otros de trazado sencillo y económico. Así en 1588, o sea a menos de 50 años de la fundación de Santiago, se otorgaron concesiones de tierras en Ñuñoa, aunque sin derechos de agua para no perjudicar los ya existentes.

Los grandes impulsores de obras de regadío, todas de iniciativa privada, fueron, entre otros, los Jesuitas, quienes en 1666 construyeron el canal La Punta (derivado del Mapocho), el de la Hacienda San Pedro a mediados del siglo XVIII y luego los correspondientes a los predios Calera, Compañía, Ñuñoa, Las Viñas de La Cruz, Viña del Mar y otros.

Se construyeron también en esta época algunos canales de importancia como el canal Viejo de la Compañía, derivado del río Cachapoal, y los canales San Vicente, Espejo y Huidobro, derivados del río Maipo. Como una excepción a este período poco significativo en grandes obras de ingeniería hidráulica, cabe destacar la construcción del canal San Carlos, todo un hito en la historia del regadío en Chile por ser la primera y por mucho tiempo la única intervención estatal en la extensión del sistema de riego. Además, por servir de antecedente a muchas disposiciones de la legislación de aguas más moderna en lo que se refiere a aspectos de distribución de aguas, administración de bienes comunes, protección de los derechos de aguas, etc.

Su primer antecedente histórico se remonta al año 1709 cuando el entonces Gobernador Juan Andrés de Ustáriz, informó al Rey de España sobre la necesidad

de construir un canal que uniera el río Maipo y el Mapocho, aduciendo razones económicas y sanitarias. Solamente en 1743, el Gobernador Juan Antonio Manso de Velasco ordenó el primer estudio para la construcción de esta obra.

La construcción sufrió numerosas vicisitudes, de tal modo que al comenzar la República, en 1818, el canal San Carlos aún estaba inconcluso. En 1825 se reiniciaron los trabajos, los que fueron terminados en 1829, extendiéndose el riego hacia Lampa, Colina y otros sectores al norte de Santiago. Paralelamente, se constituyó lo que hoy se conoce como la Sociedad Canal del Maipo que tuvo que encontrar fórmulas y sistemas originales para su administración. (Decreto de mayo y junio 1827).

Posteriormente, esta nueva Sociedad presentó en 1832 un proyecto para construir nuevas obras destinadas principalmente a mejorar la captación, las que llevarían el nombre de Bocatoma Eyzaguirre. En 1843 la Sociedad Canal del Maipo inició la construcción del llamado “Canal Nuevo” y otros, de tal modo que en el año 1873 se encontraban concluidos los siguientes canales: San Carlos, Nuevo Eyzaguirre, San Francisco, San José, San Pedro, Pinto, San Bernardo, Ramal de San Francisco, Valledor, Cisternas, San Joaquín, San Miguel, Pólvora, Punta, Yungay y Zapata.

Cabe señalar, también, las graves dificultades que existían en torno a la distribución de aguas. En efecto, en 1768 el Gobierno Colonial se vio obligado a intervenir y nombrar un Juez de Aguas para evitar “el obstinado tesón y violencia de los dueños”. En ese momento, se determinó instalar guardias armados en las bocatomas para conseguir una repartición más justa de las aguas y reprimir así los excesos. Este Juez de Aguas cesó en sus funciones en el año 1823, nombrándose por Decreto Supremo a un Juez de Policía Rural que ejercería funciones similares a las del Juez de Aguas.

Prácticas de riego en el Chile Independiente

A partir de la Independencia y particularmente a mediados del siglo XIX, se produjo en Chile un gran aumento de la actividad agrícola y se hicieron esfuerzos significativos por aumentar la superficie regada en el país. De esta manera y a raíz del crecimiento propiciado, quedó sobrepasada la capacidad de riego de todos los ríos del Norte Chico y de la Zona Central, con excepción del Maule.

Es principalmente en la segunda mitad del siglo XIX cuando se construyó la mayor parte de los canales importantes que existen hoy en el país. Así es como en el valle de Huasco, los agricultores de la zona iniciaron entre 1827 y 1833 la construcción de los canales Marañón, Buena Esperanza, Quebrada Honda y otros. En Coquimbo, por Decreto Supremo fue autorizada en 1838 la construcción del canal Bellavista con la única condición de que surtiera también de agua potable a la localidad vecina de La Serena. Los jesuitas – importantes precursores en la construcción de obras de regadío, ya habían construido entre 1835 y 1840 en el valle del Aconcagua los canales Romeral, Purutún, Curimón, Quilpué y Panquehue. En la misma zona se

construyeron también los canales Waddington (1843), Urmeneta (1860) y el Pucalán (1855) que riega la mitad del valle del Purutún. En la zona de Melipilla, en tanto, el primer canal construido fue el de Puangue (1830), para seguir posteriormente con los canales de San José, Paico, Chiñigue, Huacalemu, San Diego y Huechún.

En la ciudad de Santiago y alimentado fundamentalmente por el Mapocho, se construyó en el año 1854 el Canal Las Mercedes que puso bajo riego las haciendas de Las Mercedes, Curacaví e Ibacache. Otra obra de importancia principal para la zona central de nuestro país, fue la construcción del canal Mallarauco en 1893. Su caudal era de 6 m³/s y regó aproximadamente 7.500 ha.

Además de los canales ya mencionados, se construyeron otros como el canal Buzeta en el valle del Choapa; Pirque, Espejo, Ochagavía, Sta. Rita, Viluco, Paine, Quinta, Culiprán y Puangue derivados del río Maipo; el Lucano, Nuevo Cachapoal, Comunidad Codao, Las Cabras, Almahue y Pichidegua del río Cachapoal; Común, Chimbarongo y Huique del río Tinguiririca; Población y Sta. Cruz en el estero Chimbarongo; Cumpeo y Pelarco del río Lontué; Duao Zapata, el Morro y Colbún del río Maule.

Algunos de los canales mencionados, presentaron importantes dificultades técnicas que fueron solucionadas satisfactoriamente gracias al ingenio y preparación de los constructores de esa época. Por ejemplo, los canales Las Mercedes y Mallarauco riegan los valles de Curacaví y Mallarauco después de cruzar sendas cadenas de cerros por túneles, tecnología que en aquellos años nos significó el título de innovadores a escala mundial.

En lo que respecta a la construcción de embalses, el más antiguo del que se tiene antecedentes es el llamado “La Rotunda”, construido de albañilería de ladrillo en 1838 por el propietario de la hacienda Tapihue en Casablanca. Posteriormente, en 1848, se construyó el embalse “La Vinilla”, también en el valle de Casablanca. Entre los años 1853 y 1859, se construyó en la hacienda “Catapilco” el embalse del mismo nombre.

Esta obra, aún en funcionamiento, consiste en un muro de tierra con núcleo central impermeable de 15,6 metros de altura, con una longitud del coronamiento de 500 metros y una capacidad de 8 Hm³, taludes 2:1 aguas arriba y 1,5:1 aguas abajo. La obra fue construida por el agricultor Francisco Javier Ovalle, quien, al no conseguir una merced de agua en el río La Ligua, decidió construir el embalse del cual se ha dicho constituye un modelo de ubicación. Al igual que el embalse Catapilco, fueron numerosas las pequeñas represas que se construyeron en otras localidades. Cabe destacar el embalse “Vichiculén”, en la zona de Llay Llay, el “Orozco” en Casablanca y el “Marga Marga” y el “Viña del Mar” en la localidad del mismo nombre, todos ellos destruidos por el gran aluvión registrado en 1877.

Entre los trabajos de desecación de pantanos, debe mencionarse especialmente el de la “Laguna de Tagua-Tagua (1838) que tenía, según las unidades de medida utilizadas en la época, un largo de 3 leguas por 30 cuadras de ancho. El desagüe se

hizo hacia el estero Tagua-Tagua a través de un cauce de 4 Km de largo y de una operación que duró 10 años.

A comienzos de siglo XX, la iniciativa privada perdió el empuje que traía desde mediados del siglo anterior, limitándose a la construcción de muy contados canales y de pequeños mejoramientos de los sistemas de riego existentes. Las causas radican, fundamentalmente, en los altísimos costos del trazado de canales y el escaso poder adquisitivo al alcance de los agricultores. Además, en las zonas donde todavía era posible construir canales a un costo más bajo, éstos eran de escasa necesidad ya que sólo podían ser utilizados para el riego eventual y de uso esporádico, debido al agotamiento de los recursos de agua y a la inexistencia de obras de regulación.

Aunque desde el punto de vista técnico, los canales construidos durante los siglos XVIII y XIX tienen algunas deficiencias tales como pendientes excesivas, secciones irregulares, taludes inestables, falta de revestimiento en zonas permeables, etc, la infraestructura de riego construida por la iniciativa privada representa una inversión importante para la economía nacional.

La legalización del riego

El primer antecedente legal relativo al riego, se encuentra en una venta de regadores del canal Maipo hecha por Decreto en 1816 y un Senado Consulto promulgado por el Director Supremo don Bernardo O'Higgins el 18 de noviembre de 1819. El documento establecía reglas generales sobre lo que debía ser un regador, el sitio donde debían fijarse los marcos y abrirse las bocatomas.

En la primera ley dictada el 20 de septiembre de 1835 sobre las facultades del Ejecutivo para promover las Obras Públicas, se establece que una de las prioridades de este cuerpo legal sería la construcción y conservación de las obras de riego. Poco después, el 20 de noviembre de 1838, fecha en la que se crea el cargo de Director General de Obras Públicas, se confían a este funcionario el cuidado, construcción y el mantenimiento de los canales del país.

Un dato interesante de este período es la creación por ley del 17 de diciembre de 1842, del Cuerpo de Ingenieros Civiles del Estado, corporación que absorbió los cargos de Director de Caminos y de Director General de Obras Públicas, al cual compete como atribución expresa la construcción y apertura de canales de regadío. Otras disposiciones de interés para el riego en Chile, son dos leyes dictadas en 1846 y 1848 respectivamente. La primera, que lleva la firma del General Bulnes como Presidente y del Manuel Montt como Ministro, autorizó al Ejecutivo para abrir canales de unión entre el río Maule y Perquillauquén y entre el río Claro y el Lontué. La segunda, promulgada el mismo año, aprobó y declaró legal la venta de terreno hecha por la Municipalidad de Vallenar a los empresarios que habían construido el Canal Marañón y autoriza celebrar igual contrato con los agricultores del canal Quebrada Honda.

Uno de los aspectos curiosos que corresponde a este período, es el concepto de la unidad de medida que se tenía para una corriente continua. En efecto, en un Decreto del Senado del 18 de diciembre de 1819, se fijó la unidad oficial de medida de gasto para una corriente. Racionalmente interpretado, significaba que el gasto por segundo de una corriente en un canal de régimen uniforme, es el equivalente al escurrimiento en una sección rectangular de una cuarta de ancho por una sesma de alto, y un desnivel de 15 pulgadas por una cuadra con paredes estucadas en la forma ordinaria. En conformidad con estos datos el regador tendría un valor de 26 l/s.

Hasta antes de esta disposición, en nuestro país no se acostumbraba a precisar el caudal de agua concedido para una captación. A este respecto sólo se declaraba una “toma” que se medía en bateas, no obstante, a veces se hiciera referencia a un regador, aunque sólo tuviera el alcance de una simple toma. Fueron numerosas las discusiones e informes emitidos por el Senado Consulto relacionados con esta medida aduciendo una imprecisión en los datos, de tal modo que esta unidad legal al no ser claramente establecida y definida es posible que no se haya usado jamás.

La presencia estatal

El 21 de junio de 1887 se creó el Ministerio de Industrias y Obras Públicas, dentro de cuyas prerrogativas y obligaciones figuraba la tarea de distribuir las aguas. Al año siguiente, se crea bajo su dependencia la Dirección General de Obras Públicas, constituida por seis secciones, una de las cuales, la de “Hidráulica y Navegación Marítima y Fluvial” tenía a su cargo todo lo relacionado con el aprovechamiento y la distribución de las aguas. A esta dirección le correspondió la primera ejecución de una obra de riego con fondos fiscales. En efecto, en 1898 se dictó la ley 1038 que autorizó al Presidente de la República para construir las obras del embalse “Lagunas del Huasco” en la provincia de Atacama, y a la vez dictar los reglamentos referentes al uso del agua embalsada y a la forma de recuperar la inversión.

En el año 1914 y con el objetivo de absorber la cesantía provocada por la paralización de las salitreras en el Norte Grande, se promulgó la ley N° 2953 que autorizó al Fisco para invertir fondos en la construcción de cuatro obras de riego: el Canal Mauco en la provincia de Valparaíso, el Canal Maule en la provincia de Talca, el Canal Melado en la provincia de Linares y el Canal Laja en la provincia de BíoBío. A raíz de la construcción de estas obras, se creó en 1915 la Inspección General de Regadío, un Servicio dependiente de la Dirección General de Obras Públicas y primera repartición estatal dedicada sólo al estudio, construcción y explotación de las obras de riego.

Posteriormente, entre 1917 y 1928 y con el objeto de regularizar las aguas del río Teno, se dictaron otras leyes que autorizaron la construcción del embalse Laguna del Planchón, la construcción del embalse La Laguna en el río La Laguna, uno de los afluentes del río Elqui, la construcción del canal Perquilauquén en la provincia de Linares, el canal Tipame en la provincia de O'Higgins, etc. A modo de síntesis, podríamos agregar que en este periodo anterior al año 1928, en el que las obras

construidas fueron autorizadas individualmente por leyes especiales, se ejecutaron obras que permitieron regar unas 114.000 ha.

En 1928 se promulgó la Ley General de Regadío N° 4445 que permitió la ejecución de un importante número de obras a lo largo del país. Gracias a este decreto, por ejemplo, se realizaron las primeras obras de regulación de ríos y la construcción de grandes embalses, como los de Recoleta y Cogotí en Coquimbo. En 1929 y con el objetivo de concentrar la planificación y ejecución de este conjunto de obras, la Inspección general de Regadío pasa a llamarse Departamento de Riego, dependiente de la Dirección General de Obras Públicas. La mencionada ley, cuya vigencia se extendió hasta el año 1950, estableció las normas para los estudios, la construcción y explotación de las obras, determinó la forma en que los proyectos debían ser ofrecidos a los futuros beneficiados y los procedimientos para reembolsar las deudas contraídas.

Desde el punto de vista administrativo es importante señalar que en julio de 1953, por DFL N° 150, se produjo una reestructuración en el Ministerio de Obras Públicas, a raíz de la cual el Departamento de Riego pasó a la categoría de Dirección, suprimiéndose la Dirección General de Obras Públicas.

Posteriormente, en el año 1967 se dicta la ley N°16.640, llamada de Reforma Agraria, que derogó la ley N° 14.536 y estableció un nuevo sistema para la construcción de obras de riego con fondos fiscales, creando la Empresa Nacional de Regadío, una institución jurídica de Derecho Público y de administración autónoma. Sin embargo, sus atribuciones quedaron diferidas, como lo establece la misma ley al disponer que las atribuciones propias de la Empresa fuesen ejercidas transitoriamente por la Dirección de Riego. En el año 1981 se dictó el DFL N° 1123, cuyo texto fijó nuevas normas para todas las obras que se ejecutaran con fondos fiscales, derogando las disposiciones anteriores concernientes al riego.

Por último, por la ley N° 19.525 del día 10 de noviembre de 1997, se creó la Dirección de Obras Hidráulicas, con las mismas atribuciones que la Dirección de Riego, pero con la obligación de velar y resguardar, además, el drenaje y la evacuación de las Aguas Lluvias.

Suelos y Aguas: las fuentes del riego

Como se ha explicado anteriormente, se estima que el riego artificial es necesario desde el extremo norte del país hasta la provincia de Cautín. Ello, en consideración a que durante el periodo vegetativo de los cultivos la lluvia no es capaz de cubrir la evapotranspiración. En cambio, en la zona situada más al sur, las precipitaciones de verano son más abundantes aunque a veces se presentan períodos prolongados de escasez.

En la región más austral la situación es distinta, pues el clima es más frío y la estación de crecimiento vegetal es más corta, lo que limita la diversidad de cultivos a

cereales, empastadas y tubérculos. Asimismo, los recursos de suelo son también limitados. En efecto, la superficie territorial del país sin contar la Antártida, es de 75,7 millones de ha, de las cuales unas 50,2 millones son estériles. De los 25,5 millones de ha restantes, 11,8 millones están formadas por suelos de aptitud forestal y los otros 13,7 millones constituyen la superficie agrícola.

El área agrícola de 13,7 millones de ha, está conformada a su vez por 8,2 millones aptas sólo para praderas y 5,5 millones de suelos arables que representan sólo un 7% de la superficie territorial total.

La superficie arable al sur de Cautín totaliza alrededor de 1,5 millones de ha – la cual no necesita riego artificial.

En consecuencia los 4,0 millones de ha ubicadas al norte de Temuco, precisan de riego artificial en mayor o menor medida, sin embargo no toda la superficie arable en esta zona que requiere de riego artificial puede considerarse económicamente regable a mediano plazo, pues, si se descuentan las superficies ya regadas que corresponden aproximadamente a 1,3 millones de ha, tendríamos un saldo de 2,7 millones de ha que son de secano de las cuales unos 1,5 millones son suelos ondulados de difícil riego y sólo 1,2 millones presentan aptitud apropiada para el riego.

De acuerdo al análisis precedente, las superficies totales económicamente regables en el país son del orden de los 2,5 millones de ha, de las cuales se riegan actualmente con seguridad 85%, alrededor de 1,3 millones, mediante el uso de embalses, canales y otras obras que se detallan más adelante.

Como se ha dicho, gran parte de estas obras de regadío han sido desarrolladas desde 1915 por la acción directa del Estado y del sector privado, principalmente desde mediados del siglo XIX hasta 1970, año en que esta iniciativa prácticamente quedó paralizada, continuándose posteriormente por parte del Estado a partir de 1990.

Del análisis de los antecedentes fisiográficos, hidrográficos, de clima y de precipitaciones en nuestro país, se desprende que gran parte del territorio debería presentar un aspecto de aridez absoluto. Sin embargo, por una parte las nieves de la alta cordillera y por otra las lluvias del verano altiplánico, hacen posible que en el extremo norte escurran aguas por los escasos cauces naturales produciéndose, en ciertas oportunidades, cortas y violentas crecidas.

En la zona semiárida se dispone de ríos que escurren todo el verano debido principalmente del derretimiento de nieves. En el siglo XIX y a principios del siglo XX, fue fácil derivar canales y regar áreas aledañas a ellos, pero con el tiempo las nuevas zonas por regar se han ido alejando de las fuentes de agua, además del agotamiento natural de ellas. Actualmente, todos los ríos desde el Maule hacia norte y algunos hacia el sur están agotados. Por esta razón, es necesario recurrir a la

construcción de presas de embalse para juntar aguas de invierno o primavera y usarlas en los riegos de verano.

De esta forma, mientras más se desarrolla el riego, más difíciles y caras se van haciendo las obras de ingeniería. Otro de los factores que encarecen estas obras y su mantenimiento, es el relieve extraordinariamente intrincado de nuestro país, lo que obliga a construir numerosas obras de arte y hacer canales con grandes desarrollos en laderas de fuerte pendiente. Por otra parte, los embalses no pueden tener una gran capacidad de almacenamiento porque los cauces naturales cuentan con altas pendientes en los puntos donde técnicamente se pueden situar las obras, lo que obliga a construir muros de presa de mucha altura, situación que eleva considerablemente el valor de las obras.

Si la alocada geografía chilena dificulta el desarrollo del riego, no lo hacen menos las condiciones humanas de los regantes, los que a menudo utilizan tasas de riego muy superiores a las estrictamente necesarias, desmejorando así el rendimiento de las obras. Se estima que la correcta educación y capacitación del agricultor, sería de gran utilidad para un rendimiento más eficaz del recurso.

CAPITULO II
MONOGRAFÍA DE OBRAS CONSTRUIDAS
ENTRE LOS AÑOS 1939 – 2000

I REGIÓN

Hoya del río San José

Laguna de Chungará

Las cuencas del río Lauca y Laguna Chungará se encuentran ubicadas en la zona cordillerana del extremo norte de nuestro país. La zona cubierta por ambas cuencas se encuentra situada entre los paralelos 18° 10' y 18° 45' L. S. y los meridianos 69° 00' y 69° 30' de L.W.

Al norte limita con la cuenca del río Caquena y quebrada de Putre, afluente del río Lluta; al oeste con las cabeceras de las quebradas de Azapa y Vitor; al sur con la cuenca del Salar de Surire y al este con la frontera boliviana, que corresponde a la cuenca del río Sajama, afluente de la vertiente norte del río Lauca.

Orográficamente, dicha zona pertenece a la región del Altiplano por lo cual se encuentra casi íntegramente sobre los 4.500 m.s.n.m. Limita al norte con las estribaciones de los Nevados de Putre, que se unen a los Nevados de Payachata por un cordón que separa la cuenca del río Lauca de la del río Caquena. En su límite occidental existe un cordón de relativa poca importancia que constituye la cordillera central, cuyo cerro más alto es el Belén con 5.260 m.s.n.m., que la separa de las cabeceras de la Quebrada de Azapa (río Seco, Quebrada de Chusmiza y río Tignamar) y Quebrada Vitor. Al sur, separándola de la cuenca del Salar de Surire, existen una serie de cerros de poca altura, respecto de la cuenca del Lauca, aún cuando algunos de ellos tienen alturas superiores a los 5.000 m.s.n.m.. Al este se encuentra bordeada por un cordón oriente que la separa de Bolivia, entre los que destacan, de norte a sur, los Nevados de Payachata (cerro Parinacota de 6.330 m.s.n.m.) y los Nevados de Quimsachata (volcán Guallatire 6.060 m.s.n.m.).

Desde el punto de vista hidrográfico se deben distinguir dos sistemas separados, aún cuando existe la posibilidad de que se encuentren intercomunicados subterráneamente.

Una es la cuenca cerrada de la Laguna Chungará, cuya superficie es de 263 Km². La superficie de la laguna misma es de 21 Km² aproximadamente y su afluente más importante es el río Chungará, que nace en los Nevados de Quimsachata y escurre de sur a norte hasta desembocar en la laguna de Chungará. La superficie de su cuenca es 104 Km². Existe la posibilidad de que la laguna presente un drenaje subterráneo hacia la cuenca del río Lauca y un drenaje por filtración hacia la laguna Cotacotani y a las ciénagas de Parinacota.

El otro sistema hidrográfico es el del río Lauca. La cuenca total hasta la frontera tiene una superficie de 2.698 Km². Tiene su nacimiento en la laguna de Cotacotani, que alimenta las ciénagas de Parinacota, situadas aguas abajo a través del río

Desaguadero, que aunque tiene este nombre hidrográficamente pertenece al sistema Lauca, motivo por el que debe considerarse la laguna Cotacotani como el punto de nacimiento del río Lauca.

Considerando la escasez de agua disponible en el Valle de Azapa, la ex Dirección de Riego trató de revertir la situación implementando una obra de captación en la laguna de Chungará. En efecto, el estudio realizado entre los años 1978 y 1981 permitió cuantificar las necesidades suplementarias de agua y construir una planta de bombeo en el lugar denominado Ajata. La obra fue terminada en 1983 y estuvo en funcionamiento hasta el 26 de Marzo de 1985 (un año y tres meses).

El aprovechamiento del lago se basó en una simulación hidrológica. Se determinaron los aportes anuales al lago y se calcularon los egresos anuales representados por la evaporación, parámetros ambos de valores muy parecidos; por eso se dice, aunque se produzcan oscilaciones de nivel, que el lago está en equilibrio.

Estas oscilaciones naturales tienen la siguiente explicación: cuando caen precipitaciones abundantes, los aportes superficiales se incrementan y el nivel de lago sube, pero el aporte subterráneo del volcán Parinacota decrece porque disminuye el gradiente hacia el lago; por otra parte, al crecer la superficie de éste, aumenta el volumen evaporado y el nivel deja de ascender. Al desaparecer las precipitaciones en los meses de invierno o disminuir porque el año se presenta seco, se produce el fenómeno contrario: desciende el nivel del lago, pues los aportes superficiales disminuyen; la disminución de evaporación por una baja en la superficie sumada al incremento del aporte subterráneo, completan el fenómeno y la suma de todos los efectos impide que el descenso de nivel continúe.

Cuando funcionen las extracciones artificiales, éstas constituirán un factor adicional en las oscilaciones del lago, pero la operatoria será la misma. Por simplificación, se acepta que la suma de los aportes subterráneos y superficiales son constantes, ya que es muy difícil calcular su valor por separado.

De acuerdo al modelo de simulación hidrológica, se tiene que transcurrido un primer período de bombeo de 8 años secos, en el período de recuperación de los 7 años lluviosos subsecuentes el nivel ya no vuelve a la cota original, sino cerca de 1,50 metros más bajo, al final de 15 años. Como la superficie del lago se reduce al final de este ciclo, en cerca de 2 Km², el volumen que deja de evaporarse es de unos 2,5 Hm³, a la tasa media de 1,23 metros por año. Reiterada esta operación, durante el ciclo siguiente se produce un descenso debido a las extracciones y luego una recuperación, dejando esta vez un desnivel remanente de 0,80 metros adicionales.

Al final de estos nuevos 15 años, la superficie se reduce nuevamente en 0,80 Km² aproximadamente y el volumen que deja de evaporarse es cerca de 0,90 Hm³. Se puede observar que en 30 años de operación de las obras, la superficie del lago se ha reducido en 2,80 Km², la evaporación en 3,3 Hm³ y el nivel ha descendido un total de 2,3 metros bajo la cota inicial.

Si continuamos con la simulación hidrológica por un número considerable de años, observamos finalmente una estabilización del nivel que se comprueba con la igualdad de las cotas al principio y al final del ciclo. El descenso medio del nivel es próximo a 5 metros y el lago oscilará como antes, pero en torno a una cota 5 metros inferior y con una amplitud de unos 3,40 metros.

Esta obra de bombeo, construida completamente, fue paralizada y desarmada por orden del Gobierno cuando la Laguna de Chungará fue declarada Patrimonio de la Humanidad por las Naciones Unidas en el año 1985.

Proyecto Lauca

En el año 1945 se comenzó a estudiar el proyecto Lauca, el cual consistía básicamente en desviar parte de las aguas de este río hacia el Valle de Azapa. Como no existía un camino para llegar a los lugares de trabajo, se utilizó el ferrocarril Arica – La Paz hasta la Estación General Alcérreca. Desde este punto, se construyó un camino hasta la localidad de Chapiquiña y se habilitó, como vía de acceso a la obra, una huella preexistente en el Valle de Azapa. Hoy día se llega a la zona sin dificultad por medio de la Carretera Internacional a Bolivia.

El río Lauca tiene su nacimiento en las ciénagas de Parinacota que son alimentadas por el desagüe del lago Cotacotani. Finaliza su curso en el Salar de Coipasa en territorio boliviano. La hoya hidrográfica superior del río se encuentra aislada de Bolivia por un cordón oriental cuyas alturas principales son los cerros de Quimsachata, el cerro Quisiquisine y los Nevados de Payachata. Un cordón transversal que une los Nevados de Payachata con los Nevados de Putre de la Cordillera Central, separa la cuenca del Lauca de la cuenca del río Caquena. Al poniente, la hoya está flanqueada por parte de la Cordillera Central, que la separa de la vertiente del Pacífico. Las Ciénagas de Parinacota, que dan origen al río Lauca, son alimentadas principalmente por el río Desaguadero, afluente de la laguna de Cotacotani.

A continuación y con el objetivo de ser más precisos en la descripción del escenario, analizaremos las características de las cuencas parciales que constituyen las fuentes de alimentación del río Lauca superior.

Río Desaguadero Cotacotani

Este río o laguna tiene alrededor de 6,5 Km² de superficie y su profundidad media general es de unos 10 metros. El agua de esta laguna es de buena calidad con conductividades del orden de 900 micromhos, observándose bajos índices de boro y de sodio, como asimismo los iones carbonato y potasio. Los tributarios de esta laguna son dos: el río Benedicto Morales y el estero El Encuentro. El río Benedicto Morales tiene un gasto que oscila entre 90 y 110 l/s. El estero El Encuentro, en cambio, tiene un gasto pequeño que no sobrepasa los 20 l/s. Estos tributarios tienen una conductividad total de entre 700 y 800 micromhos. La Laguna tiene un desagüe

superficial hacia la Ciénaga de Parinacota, a través de un umbral rocoso. Este desagüe, que en la realidad forma el río Desaguadero, origen del río Lauca, recorre alrededor de 10 Km salvando un desnivel de 150 metros, para caer, finalmente, con un salto de 5 metros en la Ciénaga de Parinacota.

Ciénaga de Parinacota

La ciénaga de Parinacota es una depresión de 28 Km², que se extiende al poniente de la laguna de Cotacotani. Queda confinada por el norte y el oeste por los cerros Guani-Guani, Larancagua y parte de los Nevados de Putre. Hacia el sur se extiende una meseta de origen volcánico, a través de la cual se abre paso en un cañón, el río Lauca. Además del río Desaguadero, las ciénagas reciben otras aguas que provienen de algunas vertientes cercanas. Las más importante de ellas es la vertiente Ojos de Aguas o Grande de Parinacota, que aporta un caudal de unos 150 l/s de muy buena calidad. Por el lado sur de las ciénagas, otras vertientes como Tuldune, Pocroco, Apocujo y Chugarilla, entregan en conjunto unos 40 l/s de agua que se pueden calificar como aceptables a dudosas. Por el lado norte de la ciénaga, nacen las aguadas de Chacarpujo, Copacujo y Chubire, cuyos gastos en conjunto son de orden de 185 a 200 l/s de aguas de excelente calidad.

Río Lauca

Todas las aguas de las Ciénagas de Parinacota se juntan en el extremo poniente, dando formación al río Lauca. Los caudales de este río varían entre 600 l/s en estiaje a mas de 1.600 l/s, en el período de lluvias. El Ingeniero Andrés Benítez, de la Empresa Nacional de Energía S.A (Endesa), confeccionó una estadística de gastos medios mensuales del Río Lauca entre 1956 y 1960. La medición fue realizada en la estación “Estancia del Lago”, lugar ubicado 1,8 Km más abajo de la bocatoma. Antes de 1950, el promedio anual oscilaba entre 1,2 y 1,6 m³/s. Algunas crecidas superaron los 3 m³/s y durante los estiajes de octubre bajaron a 0,5 m³/s. En años posteriores a esta fecha, los promedios anuales se movieron entre 0,65 m³/s y 0,75 m³/s. En los estiajes, en cambio, los gastos medios mensuales llegan a 0,3 y 0,4 m³/s. En meses excepcionales de abundancia el gasto medio llega a 1 m³/s.

Aguas abajo de la bocatoma, el río Lauca recibe varios afluentes en territorio chileno, de los cuales los más importantes son el río Guallatire, por el norte, con aproximadamente 1.000 l/s y el río Quiburcanca por el sur. Singular importancia tiene para nuestro país el hecho de determinar el porcentaje de utilización del río Lauca comparado con el caudal que pasa a Bolivia, ya que conforme a los acuerdos entre ambos gobiernos, nuestro país puede utilizar sin restricción hasta el 50% de los gastos del Lauca que pasan a Bolivia.

En el año 1969, la ex Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas realizó un estudio para definir las extracciones de aguas efectuadas mediante el canal Lauca, con relación al caudal total en el límite.

Basándose en las estadísticas recogidas entre los años 1963 y 1969, el estudio arrojó las siguientes conclusiones:

- Las extracciones promedio del canal Lauca representaban sólo un 17% del caudal virgen del río que pasa por Bolivia.
- Chile podría utilizar, de los caudales sobrantes que pasan por el límite, no menos de 0,35 m³/s, dejando libre para Bolivia con 100 % de seguridad no menos del 50% del total del río Lauca que corre por territorio nacional.
- Si nuestro país puede disponer de hasta el 50% del total del río Lauca, no habría impedimento alguno para mejorar la actual aducción del canal Lauca mediante un bombeo de los sobrantes del río aguas abajo de la bocatoma actual y antes del límite con Bolivia, con un caudal mínimo de 0,350 m³/s captados con una seguridad de 100%.
- La calidad de las aguas del río Lauca puede calificarse como excelente a buena para uso agrícola. En efecto, su conductividad eléctrica fluctúa entre 500 y 600 micromhos. La reacción PH está entre 7 y 8, vale decir cuenta con una ligera alcalinidad, el ion carbonato está ausente y el potasio acusa presencia ínfima. El boro, en tanto, tiene valores inferiores a los aceptados por la norma chilena tanto en la Laguna Cotacotani como en el propio Canal Lauca.

Descripción de la obra construida

Actualmente, la obra ejecutada consiste fundamentalmente en un canal revestido en albañilería de piedra y hormigón, que capta las aguas del río Lauca en la zona de desagüe de las ciénagas de Parinacota a unos 4.250 m.s.n.m. Este canal – que cuenta con una capacidad de 2.750 l/s llega al Portezuelo de Chapiquiña después de 28,5 Km de recorrido, atravesándolo por medio de un túnel de 4,5 Km y las aguas que conduce caen a la quebrada de Chusmiza, afluente del río San José, cuyo curso inferior constituye el valle de Azapa. En el río San José, aproximadamente a 55 Km de la ciudad de Arica, se vuelven a captar las aguas y a través de un acueducto revestido de 35 Km de longitud y 1 m³/s de capacidad, el recurso es conducido a la zona de riego.

El objetivo de este proyecto, fue mejorar el riego del valle insuficientemente servido por el río e incorporar nuevas áreas al riego del valle. Por otro lado, la idea era aprovechar la caída de Chapiquiña para producir energía eléctrica en la central del mismo nombre.

Como consecuencia de la escasa disponibilidad de agua en el Altiplano, el canal Lauca ha funcionado bajo su capacidad. Hoy en día, este canal extrae del río Lauca un caudal del orden de los 670 l/s, regularizado por algunas obras en la laguna de Cotacotani. Después el río Lauca pasa a Bolivia, conduciendo un caudal promedio del orden de 2.595 l/s, de manera que Chile aprovecha sólo un 21% del caudal total equivalente a los 3.270 l/s.

El canal Lauca forma parte de las obras de aducción a la central de energía eléctrica Chapiquiña, la que como consecuencia de la escasa disponibilidad de agua ha funcionado con su capacidad apreciablemente disminuida, ya que el caudal disponible en el canal ha superado en promedio los 600 l/s, sin embargo se necesitan para la potencia instalada de 10.200 KW de la central a lo menos 1.200 l/s.

Como se sabe, los recursos de agua del valle de Azapa son superficiales y subterráneos. Los recursos superficiales están conformados por las aguas entregadas por el canal Lauca y, por supuesto, por los aportes del río San José durante las crecidas. Los recursos de aguas subterráneas son extraídos mediante bombeos o en forma natural a través de ciertas vertientes. Según algunos estudios realizados en la zona, se riegan en Azapa unas 2.240 ha con una tasa promedio de 0,53 l/s/ha, cuyo aporte proviene de 472 l/s promedio en bocatoma Azapa y la utilización de 1.120 l/s de aguas subterráneas. Otros estudios señalan que el aporte del Lauca alcanza a 650 l/s y que con una tasa de 0,7 l/s/ha riega unas 900 ha. Por pozos y vertientes se captarían 840 l/s y se estarían regando aproximadamente 1.300 ha.

Embalse Pachica

Este embalse, ubicado en la Quebrada de Tarapacá y con una capacidad de riego de 2.000 ha, generó grandes expectativas porque se pensó que sería una obra clave para el desarrollo del sector. La construcción se inició en 1935, pero debido a su lejanía y difícil acceso la obra sufrió atrasos e importantes dificultades de abastecimiento.

Por otra parte, como se desconocían los recursos de agua que podría aportar la quebrada, sólo se terminó la fundación de la cortina de hormigón armado para conseguir el afloramiento de las aguas subterráneas, paralizándose los trabajos en 1938.

Finalmente, entre 1940 y 1945, se construyó un canal revestido de 10 Km para un gasto de 0,30 m³/s, aprovechando las aguas en el riego de 150 ha nuevas y 50 mejoradas.

No hubo nuevas acciones para construir una presa en el lugar.

II REGIÓN

Embalse Conchi

El Embalse Conchi está situado en el río Loa, específicamente en un punto denominado Conchi a unos 68 Km al nororiente de Calama y a poca distancia aguas abajo de la confluencia del río San Pedro de Inacalire con el Loa. Su altitud es de aproximadamente 3.000 m.s.n.m.

La finalidad de esta obra fue regular al río Loa y obtener de esta manera un mejor aprovechamiento de sus aguas en beneficio de la gran minería, la agricultura y el agua potable de los poblados del área.

Como se sabe, algunos afluentes del Loa, principalmente el río El Salado que es captado por el mineral de Chuquicamata desmejoran considerablemente la calidad química de las aguas del Loa debido a la alta conductividad que poseen. Antes de la construcción del embalse, la concentración de sales en las aguas que llegaban a la zona de riego de Calama era extremadamente alta. Después de la construcción, se ha producido un aumento del caudal del Loa a raíz de las entregas del embalse y, por otra parte, las aguas del Salado han sido captadas en una mayor proporción por Chuquicamata, con una mejora y un aumento significativo de la producción de cobre.

En resumen, estos dos hechos han justificado con creces la construcción de la presa y han mejorado la captación de agua potable en sectores ubicados más arriba de la presa donde el agua es de buena calidad.

Descripción de la obra construida

La obra, que fue construida entre los años 1969 y 1975, consiste en un muro de enrocado, revestido con una pantalla de losas de hormigón por el lado de aguas arriba para su estanqueidad. Tiene 66 metros de altura máxima, con un largo de coronamiento de 206 metros. Los taludes exteriores son de 1,5/1 y su ancho basal es de 200 metros. Beneficia directamente a unas 2.150 ha en los oasis de Lasana, Chiu-Chiu, Calama y Quillagua. El embalse tiene una capacidad total de 23 Hm³, y una capacidad útil de 22,2 Hm³. El vertedero puede evacuar crecidas de 140 m³/s con una carga máxima de 7,8 metros.

III REGIÓN

Hoya del río Copiapó

Regadío valle de Copiapó

El valle de Copiapó, el primero de norte a sur en la zona de los valles transversales, está dividido por la ciudad del mismo nombre en dos sectores perfectamente definidos, tanto por su orientación geográfica como por el origen de las aguas para el riego.

El sector superior, ubicado entre el embalse Lautaro y la ciudad de Copiapó, se desarrolla en dirección general sur-norte y se forma gracias a la reunión de tres principales afluentes: los ríos Manflas (de orientación sur-norte), Pulido y Jorquera, ambos de orientación oriente-poniente³. Entre los tres ríos, drenan un área de Cordillera de aproximadamente 7.560 Km².

Numerosas quebradas secas, algunas de gran desarrollo, caen al río principal por ambos lados, pero debido a su carácter no aportan agua, salvo a través de los grandes aluviones por medio de los cuales descienden importantes corrientes de barro. La más grande de estas quebradas secas es la Paipote, que cae por el norte pocos Km aguas arriba de la ciudad de Copiapó. Tiene curso este-oeste y drena un importante sector cordillerano. Es probable, además, que sus aportes subterráneos sean realmente significativos.

Los recursos de agua para el regadío del sector superior, provienen esencialmente de la cordillera y son regulados teóricamente por el embalse Lautaro Sin embargo, el embalse no ejerce bien esta función pues desde hace mucho tiempo tiene falencias importantes relacionadas con su estanqueidad.

El sector inferior, en tanto, comprendido entre la ciudad de Copiapó y el mar, tiene una dirección aproximada de oriente a poniente y el carácter de cajón cordillerano presente en el sector superior, cambia aquí al de un valle ancho y de escasa pendiente.

Aquí, los recursos de agua para el regadío provienen exclusivamente de algunas vertientes (o recuperaciones del río) que afloran, en general, aguas arriba de los estrangulamientos del valle que son provocados por espolones de cerros rocosos que se internan en él. La primera vertiente de importancia nace en el mismo cauce del río, inmediatamente aguas arriba de la ciudad de Copiapó. Con ella se riega parte de la ciudad y los grandes predios ubicados aguas abajo, denominados Bodega, Chamonate y Toledo. (En este sector la Dirección de Riego construyó 2.3 Km de canal con capacidad para conducir 0.6 m³/s.).

³ H. Niemeyer. Regadío Valle de Copiapó

El principal recurso hídrico en este sector al igual que el anterior es el subterráneo. Pero también aquí se utiliza para riego las aguas servidas tratadas por la sanitaria local y vertidas al río.

Para la distribución del agua en el primer sector, se han dividido los terrenos agrícolas en nueve distritos, cada uno de los cuales agrupa un determinado número de canales, de un total aproximado de cincuenta. De ellos, a los menos treinta riegan los terrenos hacia el lado derecho del río y cerca de veinte lo hacen hacia el lado izquierdo.

En vista de las excelentes condiciones de clima y suelo para generar una agricultura especializada, la ex Dirección de Riego se interesó en desarrollar un estudio sobre la existencia de aguas subterráneas en el valle, investigación que sumada a los conocimientos existentes sobre aguas superficiales y obras, podría constituir el inicio de una ordenada planificación del uso de aguas en el sector.

Los primeros estudios sobre aguas subterráneas se efectuaron en 1963 por la firma consultora ITALCONSULT y la CORFO, quienes realizaron un análisis hidrogeológico estudiando los escasos pozos profundos de la zona y los escuálidos antecedentes existentes en esa época. Posteriormente, en 1977, se llevó a cabo un nuevo estudio, esta vez dirigido por el ingeniero especialista en aguas subterráneas, Fernando Alamos.

Es importante destacar las obras de unificación de canales efectuadas durante 1967, por medio de las cuales fue posible planificar y mejorar el riego en el río El Carmen. Esta importante labor fue dirigida por el ingeniero Rafael Ahumada, quien en ese tiempo se desempeñaba como Jefe Regional de Riego en esa área.

En esa misma época se construyó un canal revestido de aproximadamente 10 Km de longitud y de una capacidad de 3 m³/s, cuyo objetivo era mejorar el riego del sector bajo el embalse. La obra, denominada Mal Paso, con bocatoma ubicada aguas arriba de Tierra Amarilla, riega unas 1.000 ha en el sector de San Fernando y otras zonas aledañas al lugar.

Además aguas arriba de Tierra Amarilla se han construido otros 25 Km de canal cuyo objetivo principal es evitar que los escasos caudales del río Copiapó escurran por su cauce principalmente en períodos de sequía, contándose en consecuencia con sólo un canal revestido entre la localidad de Pabellón y prácticamente la ciudad de Copiapó, con capacidad para conducir caudales hasta 3.0 m³/s.

Embalse Lautaro

El embalse está ubicado en el valle del río Copiapó, unos 20 Km aguas abajo del lugar denominado Juntas, punto de confluencia de los ríos Jorquera, Pulido y Manflas, afluentes del río Copiapó. Se encuentra aproximadamente a 90 Km al sureste de la ciudad de Copiapó. Su objetivo básico era regular el caudal del río y

asegurar el riego potencial de unas 6.000 ha del valle y fue construido entre los años 1928 y 1942.

Es una Presa de tierra con núcleo central de arcilla seleccionada y cortina impermeable de hormigón con tablestacado parcial fundado en roca y sus características son las siguientes:

- Capacidad de almacenamiento : 37,3 Hm³ (Hoy 27.3 Hm³)
- Longitud del muro en el coronamiento : 812 metros
- Ancho del coronamiento : 10 metros
- Altura máxima del muro : 30 metros
- Revancha de coronamiento sobre vertedero : 3,25 metros
- Talud de aguas arriba : 3/1
- Talud aguas abajo : 2/1
- Superficie inundada a la cota del vertedero : 326 ha
- Superficie hoya hidrográfica : 6.700 Km²
- Precipitación media anual : 50 milímetros

Además cuenta con un muro cubierto con enrocado de 0,50 metros de espesor arreglado a mano en el paramento de aguas arriba y botado en el de aguas abajo, cuyas características son las siguientes:

- Volumen de muro : 1.120.000 m³
- Capacidad de evacuación : 300 m³/s

Vertedero de tipo libre, frontal de 110 metros de longitud con umbral en arco. Torre cilíndrica de hormigón armado de 1,50 metros de diámetro y 22 metros de altura sobre la roca de fundación.

Tres series de dos válvulas c/u descargan por tres cañerías un máximo de 10 m³/s con carga máxima.

El túnel de desviación tiene 105 metros de longitud por 5 metros de ancho y 4,50 metros de altura.

Una compuerta tipo Caterpillar permite desaguar, en caso de emergencia, a razón de 60 m³/s a la carga máxima.(fuera de servicio, bajo embanque).

El embalse Lautaro entró en funciones en 1938, llenándose en 1942, año en que tuvo que vaciarse por desperfecto en la compuerta Caterpillar. Superado el problema logró llenarse el mismo año.

En 1944 funcionó por primera vez el vertedero, destruyéndose parcialmente el canal de rebalse por la mala calidad de la roca. El muro, en tanto, permitía filtraciones muy abundantes, disminuyendo paulatinamente a valores normales.

Entre los años 1945 y 1946 se efectuaron en la presa las siguientes reparaciones:

- Reconstrucción casi total del vertedero y del canal de descarga.
- Reconstrucción parcial del radier de los muros laterales del túnel de desviación y canal de salida.
- Reconstrucción del túnel de acceso a las válvulas.
- Revestimiento con hormigón del talud del muro hacia aguas arriba, entre la torre de toma y la compuerta Caterpillar.

Después de estas reparaciones, la obra fue declarada en explotación provisional a contar del 1º de junio de 1948.

Las filtraciones en el embalse continuaron en forma permanente, lo que determinó que en el año 1966 la Dirección de Riego encomendara a la firma CELZAC la realización de un reconocimiento a base de sondajes y de estudios geológicos que permitieran lograr la impermeabilización. Los trabajos mismos de impermeabilización se efectuaron entre 1968 y 1970, en relación únicamente a la zona del vertedero.

Los trabajos consistieron, fundamentalmente, en la ejecución de una cortina de lechada de cemento inyectada en la roca por unos 200 metros de longitud y 40 metros de profundidad.

Tales trabajos no han dado los resultados esperados por lo que no ha sido posible llevar una estadística de su comportamiento.

Posteriormente a estos trabajos, se han realizado otros que han contado con la experiencia de empresas extranjeras, pero el embalse continúa sin prestar muchos beneficios, más aún por efectos de un aluvión originado en el valle del río Manflas su capacidad bajó a sólo 27.3 Hm³. En todo caso, en el último tiempo se ha pensado que la obra presenta una gran utilidad como obra de recarga para las aguas subterráneas.

El embalse Lautaro ha presentado diversos problemas durante su vida útil lo cual ha obligado a la Dirección a efectuar estudios y trabajos de normalización en el vertedero, muro, sistema de entregas de agua y otros.

Debido a su infiltración permanente y considerable, permite alimentar napas y vertientes que en gran medida afloran en la localidad de La Puerta a unos 20 Km aguas abajo del embalse, con caudales del orden de 1 a 2 m³/s, aún estando cerradas las válvulas de entrega.

En las últimas décadas, el embalse se ha llenado en 4 oportunidades con vertimientos sin que se hayan observado deterioros o situaciones visibles de riesgo, salvo las filtraciones que afloran al pie de la presa de unos 300 lt/s y aquellas que escurren en forma subterránea. Obviamente estas filtraciones tienen directa relación con los volúmenes almacenados

Hoya del río Huasco

Embalse Santa Juana

El objeto principal de esta obra consiste en mejorar la producción agrícola de la zona del Huasco, en las secciones Uno, Dos, Tres y Cuatro, vale decir en los valles de los ríos El Carmen, El Tránsito y Huasco. En la región existía un sistema de canales que extraía las aguas del río Huasco y sus afluentes para regar una importante zona agrícola que no recibía el agua con la seguridad necesaria, motivo por el cual no era posible mantener tipos de cultivos más rentables.

Para determinar la ubicación más conveniente del embalse, se iniciaron, a mediados de la década de los 40, algunos reconocimientos en la zona de las Juntas del Carmen y El Toro, resolviéndose finalmente que el lugar más apropiado era la Angostura de Santa Juana, tanto desde el punto de vista ambiental como geológico.

La construcción de las obras se inició el 25 de noviembre de 1991 y se terminó en Julio de 1995. La presa se ubica aproximadamente a unos 20 Km al oriente de Vallenar, su altitud es de 550 m.s.n.m. y sus coordenadas aproximadas son 28°41' L.S. y 70°36' L.O.

Descripción de la obra construida

La presa frontal al valle, tiene una capacidad útil de almacenamiento de 166 Hm³, los cuales permitirán incrementar la superficie regada desde 2.000 ha, con seguridad 85% en la situación sin embalse, a 10.000 ha, con seguridad 85%, con embalse.

Las características técnicas de la obra son:

- Capacidad útil : 166 Hm³
- Área inundada : 410 ha
- Tipo presa : gravas compactadas con pantalla de H.A (CFGD), (Concrete Face Gravel Dam).
- Altura muro : 114,30 metros
- Longitud coronamiento: 390 metros
- Ancho coronamiento : 6 metros
- Nivel aguas máximas : 646,52 metros
- Cota coronación : 653,40 m.s.n.m.
- Talud aguas arriba : 1,5/1
- Talud aguas abajo : 1,6/1

Se piensa que esta obra, esperada por muchos años por los agricultores, deberá traer una mayor estabilidad económica a la zona, cuya principal actividad es la extracción minera sujeta a permanentes variaciones de precios, lo que la convierte en una labor incierta para un desarrollo económico estable.

Se debe tener presente también, que sin embalse los recursos de agua eran bastante escasos, especialmente en las épocas de sequía donde se llegaba a contar con 1 m³/s, lo que no permitía cultivo estable alguno en el área. Otra de las características del embalse que interesa señalar es el vertedero ubicado en el margen izquierdo, que tiene una longitud de 57.7 metros y está diseñado para evacuar un caudal máximo de 1.530 m³/s (1:10.000 años).

Mejoramiento canales tercera sección valle del río Huasco

A raíz de la entrada en funcionamiento del Embalse Santa Juana, construido en el Valle del Huasco, se hizo necesario mejorar los canales que distribuirían las aguas. En teoría, la planificación de Santa Juana esperaba dotar de riego a unas 11.000 ha con seguridad adecuada, utilizando, para cumplir esta tarea, la misma red de canales existentes.

A fin de mejorar estos antiguos cauces, la Dirección de Riego contrató, con la firma consultora MN Ingenieros Ltda., un estudio denominado “Mejoramiento de Canales para la Tercera Sección Valle del Río Huasco”. El área de estudio, como su nombre lo indica, corresponde a la Tercera Sección, de cuatro en total, en las que se encuentra dividido el río Huasco. Dicha sección, se inicia en La Junta de Alto del Carmen y termina en un punto ubicado frente al puente de la Carretera Panamericana, lugar donde se ubica la última bocatoma del sector.

El área del proyecto contratado se encuentra localizada entre los paralelos 28°32' y 28°40' de latitud sur y entre los 70°53' y 70°36' de longitud oeste. En esta área se ubican los siguientes canales principales, cuyo mejoramiento fue analizado por el grupo consultor:

Canal Compañía	22,7 Km
Canal Marañon	28,3 Km
Canal Gallo y Ferrera	9,5 Km
Canal Buena Esperanza	17,0 Km
Canal Quebrada Honda	18,0 Km

El “Mejoramiento de Canales de Tercera Sección del Valle del Río Huasco”, consideró como objetivo principal la optimización del agua en el sistema de riego, minimizando las pérdidas en los canales. Fueron estudiadas también otras alternativas, como la unificación de canales y la ejecución de obras civiles como bocatomas, sifones y revestimiento de canales.

Por otra parte, como una manera de analizar la eficiencia actual de la infraestructura, se llevó a cabo una evaluación de las pérdidas por filtración en los cinco canales del proyecto, lográndose identificar los sectores que precisaban de revestimiento y los beneficios potenciales mejorando la conducción. Desde luego, para el estudio de los caudales necesarios para riego, era evidente que se debía incluir la participación del embalse Santa Juana y, a la vez, determinar la superficie

de riego máxima bajo cota de canales. Considerando estos antecedentes, fue posible definir una distribución de cultivos para las superficies regadas con el embalse y en particular para los terrenos correspondientes a la Tercera Sección.

Como resultado del estudio, se obtuvieron los siguientes caudales de diseño en los canales a nivel de la bocatoma:

CANAL	GASTO (m ³ /s)
COMPAÑÍA	2,066
MARAÑON	1,440
GALLO Y FERRERA	0,960
BUENA ESPERANZA	1,310
QUEBRADA HONDA	1,367

La determinación de las pérdidas y filtraciones en los canales se realizó a partir de aforos efectuados en cada canal. Estos, hechos con la mayor acuciosidad, concluyeron que los sectores que acusaban mayores pérdidas eran las quebradas por las cuales pasaban los canales.

De acuerdo a las características particulares de cada canal, los cuales fueron recorridos en toda su longitud identificándose los tramos en que se apreciaban pérdidas por filtraciones, fue posible estimar los porcentajes de pérdida por tramo. De este modo se calculó una pérdida por tramo a nivel de bocatoma, obteniéndose un porcentaje global de la pérdida por canal.

En el estudio de factibilidad fueron abordados algunos aspectos destinados a mejorar el sistema de riego existente, entre los cuales es importante destacar:

CANAL	PERDIDAS POR SITUACIÓN BASE (%)	INFILTRACIÓN SITUACIÓN FUTURA (%)
COMPAÑÍA	37,2	14,3
MARAÑON	38,1	8,9
GALLO Y FERRERA	29,4	8,1
BUENA ESPERANZA	39,5	12,3
QUEBRADA HONDA	36,7	5,6
PERDIDA PONDERADA (%)	36,4	9,5

Revestimientos de sectores v/s construcción de sifones en cruce de quebradas. Esta vez se consideraron las quebradas más importantes como La Cachina, Quebrada Honda y El Jilguero y Buena Esperanza. A igual nivel de eficiencia fue elegida la de menor costo. En el caso de estas cuatro quebradas, el menor costo favoreció claramente la construcción de sifones en lugar de mejorar los canales dando vuelta a la quebrada.

Revestimientos de canales. En este rubro resultó favorecida la alternativa que proponía la colocación de hormigón proyectado con fibra de acero en taludes y hormigón tradicional en los radieres. Esta solución presentaba grandes ventajas por su facilidad de construcción, lo que es importante en este tipo de obras cuyo funcionamiento es de gran continuidad.

Unificación de canales. Esta solución de unificar canales es siempre muy aconsejable, pues por una parte se eliminan bocatomas y por otra se acortan los recorridos de los canales, lo cual significa menor costo de mantención por la eliminación de bocatomas y, a la vez, una mayor seguridad de riego por la mejor distribución de los caudales en las distintas entregas.

La unificación de canales que se propone, considera juntar en el canal Marañón el caudal conducido por el canal Compañía. Desde luego, el sistema propuesto elimina la bocatoma del canal Compañía y permite también la eliminación de 9,4 Km de canal, vale decir desde su bocatoma hasta su unión con el Marañón. El canal de unificación devuelve en el kilómetro 8,3 las aguas al canal Compañía a través de un sifón que atraviesa el valle en el sector de Imperial Alto.

En los 4,4 primeros Km del canal de unificación se amplía la sección. Se reviste el radier de hormigón tradicional y los taludes con hormigón proyectado. A partir del Km 4,4 y hasta el Km 8.2 se consulta un nuevo canal que será revestido con hormigón tradicional.

Se unifica también el canal Buena Esperanza con el canal Quebrada Honda. Este último, tiene actualmente un deficiente estado de conservación y una estructura de mala calidad a lo menos en los primeros 6 Km. Por otra parte, se pudo constatar la mala calidad química y bacteriológica del agua por captarse aguas abajo de la ciudad de Vallenar. Al unificarse el canal Quebrada Honda con el Buena Esperanza, el problema se soluciona.

Por otra parte el canal Buena Esperanza atraviesa sectores poblacionales donde se contempla su abovedamiento en un tramo de 2 Km (en ejecución)

Se consulta la ampliación del canal Buena Esperanza para sumar los caudales de ambos canales hasta el kilómetro 11,1 que constituye el punto en el que son derivados los caudales del canal Quebrada Honda. En consecuencia, el nuevo canal unificado captará en bocatoma 2,677 m³/s, para lo cual deberá ser ampliado.

En resumen, se construyeron tres bocatomas que corresponden a la unificación del canal Marañón-Compañía, para captar 3.506 m³/s, cifra que corresponde al caudal de ambos canales; unificación canal Buena Esperanza-Quebrada Honda, con una capacidad de captación de 2,677 m³/s y, finalmente, la construcción de una bocatoma para el canal Gallo y Ferrera, con una capacidad de captación de 0,960 m³/s.

En relación con los sifones construidos, se componen de tres sifones menores, proyectados en tuberías de asbesto-cemento, y un sifón de unificación (sector Imperial Alto) que se construirá con tubería de acero. De acuerdo a las necesidades del proyecto, los sifones fueron los siguientes:

Sifón Quebrada Honda
 Sifón Buena Esperanza
 Sifón El Jilguero
 Sifón Imperial Alto

Los tramos de canales que precisan revestimientos representan alrededor del 27% del total de los canales. Por canal, estas obras corresponderían a las longitudes que se especifican en el cuadro siguiente.

CANAL	LONGITUD (m)
Canal Marañon	8.200
Canal Compañía	3.700
Canal Quebrada Honda	1.043
Canal Buena Esperanza	10.885
Canal Gallo y Ferrera	1.700
Total	25.528

Desde un punto de vista ambiental, se puede asegurar que no se vislumbran situaciones de conflicto en el proyecto, ya que los canales, en lo que se refiere a revestimientos o construcción de sifones y otras obras que se proyectan, no alteran de manera significativa las condiciones actuales del medio.

En cambio se esperan impactos positivos. La seguridad de riego que se imprimirá en esta zona agrícola y la incorporación de nuevas zonas a la producción como consecuencia de la mejor conducción de aguas, redundará en un mayor beneficio económico para la población lo que sin duda es positivo por el aumento de la contratación de mano de obra local, el incremento de la superficie cultivada, la generación de nuevas posibilidades de desarrollo económico, un mayor valor de la tierra, etc.

Los estudios de recursos y mercado efectuados hasta la fecha, indican para la zona un gran potencial agropecuario que no ha sido posible desarrollar debido a la escasez de seguridad en el riego. Con la seguridad que se espera haya en el futuro, se podrán incorporar a la producción algunos rubros de mayor rentabilidad, los que hoy día ocupan sólo una pequeña parte del total de los cultivos existentes.

IV REGIÓN

Hoya del río Elqui

Embalse Puclaro

El río Elqui, con sólo la existencia de un embalse de cordillera (embalse La Laguna) el cual regulaba del orden de 40 millones de metros cúbicos, sirve para el riego de unas 20.700 ha en condiciones muy desfavorables si consideramos la seguridad de los recursos de agua disponibles. Esto repercute muy seriamente sobre el desarrollo agrícola de la zona, pues aún cuando las condiciones de suelo y clima son favorables, la escasez de agua impide la formación de una agricultura sólida, sustentable, especializada y competitiva. A raíz de lo anterior, el desarrollo socio-económico de la población se ve seriamente afectado pues la agricultura es incapaz de proporcionar pleno empleo y estabilidad laboral a la población campesina.

A raíz de lo anterior, la Dirección de Riego hoy Dirección de Obras Hidráulicas, realizó a solicitud de los regantes del valle y autoridades de la Región, diversos estudios en la zona de Puclaro, donde se ubica actualmente el embalse, a continuación se indican algunos estudios:

Entre los años 1949 y 1953, realizó en el eje de la posible presa una serie de sondeos de reconocimiento para la fundación de la misma. Posteriormente, en el año 1972, se llevaron a cabo los estudios de Prefactibilidad física del embalse, realizadas por la firma alemana Salzgitter. Estos estudios y otros desarrollados, demostraron que una presa situada sobre el río Elqui, en el sector Almendral y Gualiguaica del ferrocarril de Coquimbo a Rivadavia, permitiría mediante una regulación interanual, el mejoramiento de 20.700 ha, servidas por la 1ª, 2ª y 3ª secciones del río, considerando que el mayor impacto de las áreas de riego se encuentra bajo estos sectores.

El problema de la zona, radicaba en que el caudal del río en plena temporada de riego, permitía regar en buena forma sólo unas 9.200 ha aproximadamente, o sea, la regulación derivada del embalse Puclaro se traduce en un beneficio estimado de 11.500 ha de riego nuevo.

Posteriormente, en el año 1985, el Estudio Integral del Valle de Elqui concluyó con la necesidad de un embalse en la cuenca del río Elqui, ubicado bajo la primera sección de éste.

En los años 1991 – 1992, se terminó el Estudio de Factibilidad del Embalse Puclaro, definiendo su ubicación exacta y su capacidad.

Entre los años 1992 a 1994 se terminaron los estudios de Diseño Definitivo, para pasar a su etapa de construcción.

Descripción de la obra construida

Con relación a la ciudad de La Serena, la presa, cuya construcción fue iniciada en 1996 y terminada en Marzo del 2000, se ubica aproximadamente a 50 Km al oriente de esta ciudad y se encuentra a una altura de 432 m.s.n.m.

La capacidad de almacenamiento útil del embalse es de 200 Hm³ y su construcción es en base a zonas de diferentes granulometrías compactadas fuertemente, las que a su vez ofrecen una respuesta drenada en caso de filtraciones. Este tipo de presa se denomina internacionalmente CFGD (Concrete Face Gravel Dam).

La impermeabilización se consiguió con una pantalla de hormigón armado en la cara de aguas arriba, conectada a los empotramientos perimetrales mediante plintos. Esta misma pantalla exterior, continúa en el subsuelo hasta los 58 metros de profundidad bajo la forma de una pared moldeada. Completa esta pantalla una cortina de inyecciones de cemento-agua, profunda en la roca, con perforaciones típicamente distanciadas a 1,50 metros. Así se consolida y se impermeabilizan los empotramientos.

El evacuador de crecidas, es de cresta libre, con perfil tipo Creager de 112 metros de longitud y descarga en un canal colector, seguido por un rápido final con salto de ski, sumando una longitud total final de 300 metros. La capacidad máxima de vertido es de 2.300 m³/s, capaz de absorber una crecida afluente de 2.500 m³/s, correspondiente a un período de retorno de 10.000 años.

Las obras de desviación y entrega están construidas por un túnel de 418 metros excavado en el sector izquierdo de la presa, equipado con un sistema de tubería a presión y desagüe de fondo. Para la desviación se dispone de una capacidad de 160 m³/s, en tanto que para la entrega y el vaciamiento de válvulas y compuertas se dispone de hasta 70 m³/s. La zona de inundación tiene 760 ha y una longitud máxima de 7 Km.

Las características de la presa son:

- Regulación	:Multianual
- Superficie de embalse	:760 ha
- Capacidad de embalse	:200 Hm ³
- Caudal medio anual	:9,5 m ³ /s
- Longitud del lago	:7,17 Km
- Cota coronación	:516 m.s.n.m.
- Cota máxima de aguas	:508,80 m.s.n.m.
- Longitud coronación	:595 metros
- Altura muro	:83 metros
- Talud aguas abajo	:1,6/1
- Talud aguas arriba	:5/1
- Volumen de muro	:00.000 m ³
- Superficie de la pantalla	:9.400 m ²
- Profundidad pared moldeada	:58 metros

La obra beneficia a un total de 2.508 predios, 1.484 de los cuales son inferiores a 5 ha, 529 predios están entre 5,1 y 10 has, 371 predios entre 10,1 y 20 has, 149 entre 20,1 y 40 has, y 87 mayores a 40 has, con un tamaño medio de 8 ha por predio. Las personas que debieron abandonar sus hogares por habitar terrenos inundados por el embalse (1000 aprox.), fueron relocalizadas en un sector cercano al embalse, con mejoras importantes en sus condiciones de vida y el debido rescate de sus construcciones típicas tradicionales (Pueblo Nuevo de Gualiguaica).

Adicionalmente se construyó el pueblo Nueva La Polvada en donde fueron establecidas las familias de los sectores Punta Azul y La Polvada, afectados por la inundación de terrenos y áreas de protección del embalse.

El costo total de todas las obras del embalse, alcanzó la cifra de 75 millones de dólares.

Hoya del río Limarí

Embalse Paloma

Este embalse, construido entre los años 1959 y 1967, está situado en la confluencia de los ríos Grande y Huatulame, aproximadamente a 25 Km al sureste de la ciudad de Ovalle. Junto a los embalses de Recoleta y Cogotí, constituyen un sistema de riego de insospechadas proyecciones para la agricultura de la zona, sistema considerado como la gran fortaleza del Valle Del Limarí, este sistema permite trasvasar aguas de tres cuencas.

Este embalse puede almacenar 750 Hm³ y está destinado a complementar la seguridad del riego de superficie servida por los embalses Recoleta y Cogotí, que cubren un área agrícola de 57.000 ha con una seguridad de riego del 85%.

Los principales trabajos de ingeniería de esta obra son:

Obras de desviación, destinadas a cambiar el curso del río mientras se efectuaban excavaciones para la fundación del muro. Estas obras están construidas por un muro ataguía de tierra, con una longitud de 455 metros, una altura sobre el lecho del río de 17 metros y un túnel de desviación con suficiente capacidad para evacuar las crecidas previsibles durante el período de construcción del embalse. Este túnel, ubicado al lado poniente de la presa, tiene una longitud de 300 metros con un ancho y altura de 11 metros.

Finalizados los trabajos de construcción, se cerró el túnel con un tapón de hormigón de 18 metros de largo, a través del cual se dejaron tuberías de acero de 70 centímetros de diámetro, las que, junto con las válvulas allí instaladas, constituyen el desagüe de fondo del embalse. Para la operación del desagüe de fondo se construyó un túnel y un pasillo de acceso de 117 metros de longitud.

El muro de contención al cerrar el valle de río Grande, forma la poza de almacenamiento, cuyo volumen, si se incluye la capacidad adicional para absorber grandes crecidas que le dan las compuertas automáticas del vertedero, es de 800 Hm³. La zona de inundación, con la capacidad de embalse indicada, es de unas 3.000 ha.

Este muro corresponde al tipo de presa de tierra con materiales clasificados. En un corte transversal podrían distinguirse, al centro, un núcleo de arcilla que produce la impermeabilización de la presa y que en este caso penetra en una excavación de 14 metros de profundidad hasta encontrar terrenos altamente impermeables. A ambos costados del núcleo, van colocadas zonas de material permeable constituido por grava arenosa. Por último, las zonas exteriores del perfil del muro llevan un enrocado de gran tamaño cuya finalidad es dar peso a la estructura para protegerla de agentes exteriores. El muro tiene un ancho basal de 500 metros, un coronamiento de 10 metros de ancho y 1.000 metros de longitud.

Las obras de rebalse, que constituyen la seguridad de un embalse, se encuentran ubicadas al lado izquierdo de la presa y están conformadas por un vertedero frontal de hormigón armado de 107 metros de largo y un sistema montado de 8 compuertas metálicas. El acceso al vertedero es a través de una gran excavación flanqueada por un muro gravitacional de 25 metros de altura, que lo separa del muro de tierra en su lado derecho. El piso, como en el lado izquierdo, está excavado en roca. Las 8 compuertas de sector, en tanto, tienen cada una 6 metros de altura y 12,50 metros de ancho con un peso aproximado de 45 toneladas c/u.

Las obras de toma están formadas por una estructura de hormigón armado de 16 metros de altura, que corresponden a la llamada torre de toma. Esta torre tiene por objeto el cierre estanco del túnel de toma, que corresponde a la comunicación del lago con los canales de conducción e impide la entrada de cuerpos flotantes hasta las válvulas de regulación.

El túnel de toma que cuenta con un diámetro de 2 metros, ha sido totalmente excavado en roca ya que debe soportar una presión de 60 metros de agua con un embalse a plena capacidad, lo que equivale a una carga de 60 t/m². Tiene una longitud de 600 metros, 200 de los cuales llevan revestimiento de hormigón armado y los 400 restantes llevan un revestimiento metálico.

Al final del túnel de toma, se encuentran ubicadas las válvulas de entrega para el canal Camarico, al canal Matriz y al río Grande, las cuales son capaces de entregar 20 m³/s.

Entre las obras anexas más significativas, se encuentra la variante del ferrocarril longitudinal norte con 23 Km de desarrollo, 6 túneles y dos grandes puentes de hormigón armado. Además, fue necesario construir una variante caminera y reubicar la línea telefónica troncal.

El comportamiento de las obras construidas ha sido variable. Durante la construcción del muro se ejecutaron varias series de inyecciones en la roca del empotramiento izquierdo. Asimismo, en 1968 se hicieron 35 perforaciones para complementar lo inyectado bajo el muro del vertedero y en las cercanías de la parábola. En 1972, al realizar nuevas faenas de inyección, algunas de las perforaciones se encontraban obturadas, obligando a nuevas perforaciones que esta vez se inyectaron junto a las anteriores.

Un año antes, en 1971, la firma francesa Sol – Expert International, a petición de la Dirección de Riego, entregó un informe precisando los trabajos adicionales necesarios para el buen funcionamiento de la zona del vertedero. El estudio concluyó, en lo medular, que era necesaria la colocación de tirantes, inyecciones y drenajes. Las inyecciones se hicieron entre 1972 y 1973 y los tirantes fueron colocados en 1974.

A raíz de la subida del nivel de aguas en 1978, causaron gran preocupación algunas filtraciones presentadas a unos 100 metros aguas abajo del pie del muro. Estas filtraciones fueron tratadas cubriendo la zona con un tapiz filtrante.

Posteriormente, entre 1979 y 1981, la empresa Coyne et Bellier realizó un diagnóstico de las obras, poniendo el énfasis en las condiciones de seguridad de la construcción, encontrando algunas dificultades en dos áreas específicas: diseño del empotramiento derecho y terminación del vertedero. Las soluciones y recomendaciones realizadas por la firma consultora están contenidas en el informe “Terminaciones de los embalses Paloma y Aromos – Diagnóstico Anteproyecto”, de junio de 1981.

Más tarde, a partir de 1982, la empresa Neut Latour y Compañía S.A. (INELA), fue contratada para ejecutar las terminaciones de Paloma. Las obras consistieron principalmente en revestir íntegramente el rápido del colchón y el muro izquierdo del colchón en hormigón armado anclado a la roca. Asimismo se reemplazó el antiguo hormigón de los muros laterales del rápido, de modo que permitiera evacuar en forma segura un caudal de 4.000 m³/s. Además se contempló la ejecución de obras anexas, tales como la protección de laderas, la ejecución de una galería de drenajes y la reparación del hormigón antiguo.

Características técnicas de la obra

Cuenca hidrográfica	Río Limarí
Ubicación	A 22 Km de Ovalle
Comuna	Monte Patria
Provincia	Limarí
REGIÓN	De Coquimbo
Ríos afluentes	Río Grande y Huatulame
Regulación	Multianual

Superficie cuenca	6.253 Km ²
Superficie Embalse	3.000 ha.
Capacidad del embalse	750.000.000 m ³
Caudal Medio Anual	9,89 m ³ /s
Cota Máxima Aguas	411,4 m.s.n.m.
Tipo presa	De tierra con núcleo impermeable de arcilla, relleno permeable y enrocado
Cota coronamiento	415,5 m.s.n.m.
Longitud coronamiento	1.000 m
Altura muro	82 m
Ancho coronamiento	10 m
Talud Aguas abajo	2,5 /1
Talud aguas arriba	3/1
Volumen de muro	7.500.000 m ³
Volumen del núcleo	1.500.000 m ³
Revancha sobre aguas máximas normales	4,0 m
Altura útil de las aguas respecto túnel by pass	72 m
Variante ferrocarril: Es la más importante de las obras anexas del embalse, se desarrolló a lo largo de 23 Km con 6 túneles y 2 grandes puentes, donde se removieron 1 millón de m ³ de material	
Vertedero	
Ubicación	Lado izquierdo
Tipo	Frontal de parábola c/comp
Longitud	100 m
Capacidad de diseño	6.500 m ³ /s
Capacidad Max. Riego	4.000 m ³ /s
Nº compuertas	8 de sector
Altura compuertas	6,5 m
Rápido de descarga	
Tipo	Recto con colchón disipador
Longitud	75 m
Ancho	107 m
Pendiente	80º
Obra de toma : Consta de una torre de toma de 11 m de altura y un túnel de 650 m de largo, revestido en concreto y acero, que resiste una presión de 60 ton/m ²	
Túnel de desvío y entregas	
Longitud	300 m

Sección	70 m ²
Gasto	18 m ³ /s
Válvulas (By Pass)	2 de espejo y 2 de chorro hueco (Howel Bunger) de 700 mm de diámetro
Válvulas de entrega	2 de mariposa y 2 de chorro hueco (Howel Bunger de 1.000 mm de diámetro
Válvulas de entrega Canal Camarico	1 de espejo y 1 de chorro hueco de 700 mm de diámetro para un gasto de 8 m ³ /s.
Control de estabilidad	
Vertedero	Cables postensados en sentido vertical e inclinado, anclados en la estructura de hormigón y roca
Muro	Monolitos de control y/o agrietamiento
Piezómetros	Red de piezómetros instalados en el núcleo del muro y taludes de la presa
Pozos filtrantes	Pozos ubicados a pie de muro, aguas abajo de la presa, que alivian presiones de eventuales filtraciones
Filtraciones	Afors de pared triangular que miden el caudal de filtraciones que se localizan al pie de la ladera derecha del muro.

Hoya del río Choapa

Embalse Corrales y sus obras complementarias

El proyecto embalse Corrales consiste en la construcción y operación de un embalse de 50 millones de m³ de capacidad y 270 ha de superficie. Se localiza en la provincia de Choapa, comuna de Salamanca, en la zona superior del cauce del Estero Camisas, en su confluencia con el Estero El Durazno. Su objetivo es incrementar en un 35% la seguridad de riego actual para una superficie de 10.872 ha de terrenos agrícolas de la cuenca del río Choapa, involucrando con ello una inversión aproximada de 48 millones de dólares.

La obra será alimentada por las aguas del río Choapa por medio de una bocatoma ubicada a 5 Km aguas arriba de la localidad de Coirón, y un canal Alimentador de

15,25 Km de longitud (que contempla dos túneles en su trazado de 4.766 m en total), con una capacidad de 3,5 m³/s., más lo aportado por el Estero Camisas.

La restitución de las aguas al río, se hará por medio de un canal matriz de longitud 27,7 Km y un túnel de 2.905 m, con capacidad de 5 m³/s., hasta el sector de El Queñe, Quebrada Los Veneros (Km 15 aprox.) donde descargará 4,1 m³/s. y posteriormente continuará con 0,9 m³/s., para descargar a la altura de Panguecillo antes de la bocatoma del canal Higueral, en el río Choapa.

La construcción de las obras del proyecto Corrales se iniciaron en el año 1998 con la construcción de los túneles Coirón, El Durazno y Los Maquis. Posteriormente se construyó la Presa y luego los Canales Matriz y Canal Panguecillo quedando pendiente a la fecha sólo la construcción de la bocatoma y la terminación del canal Alimentador.

El estudio de alternativas relacionadas con el tipo de presa a elegir, concluyó con la selección de una presa CFGD, la que presentaba ventajas técnicas y económicas respecto de las presas de hormigón rodillado o tipo RCC. El límite de crecida determinado para el estero Camisas, fue de un caudal máximo instantáneo de 717 m³/s. Al considerar el rastreo de la crecida por medio del análisis del efecto regulador del embalse, se obtuvo un valor de 670 m³/s para el caudal máximo afluente regulado, al cual se asocia a un nivel de aguas máximas eventuales de 746,870 m.

El muro de la presa es de 70 metros de altura a partir del lecho del estero Camisas y está formado por gravas obtenidas de los depósitos existentes en distintos sectores de la caja del estero. Sobre el talud de aguas arriba, lleva colocada una pantalla de hormigón de espesor variable empotrada en la roca basal en el fondo de la presa, la que actúa como un elemento impermeable.

Como se sabe, la insuficiencia de recursos hídricos del estero Camisas ha hecho necesaria la construcción de un canal alimentador desde el río Choapa. Este alimentador tiene una capacidad de porteo de 3,5 m³/s y su bocatoma en el río Choapa se encuentra frente a la localidad del Chillepín, lugar donde el agua ingresa al túnel de “Quelen”, de 860 metros de longitud, y penetra a la hoya del estero del mismo nombre. El estero es atravesado por el canal a través de un sifón, continuando así su desarrollo por la ladera izquierda del valle hasta el kilómetro 15.252, lugar en que el canal, mediante un segundo túnel denominado “El Durazno”, atraviesa el cordón de cerros que separa los esteros “Quelen” y “Camisas”. El canal entrega sus aguas a una quebrada tributaria del estero “El Durazno”, que a su vez confluye con el estero Camisas aguas arriba del Embalse. La longitud total de este canal alimentador revestido de hormigón., desde la bocatoma hasta la salida del túnel El Durazno, es de 19.167 Km.

La bocatoma del canal alimentador, que se denomina “Coirón”, consistía en principio de una estructura de hormigón armado, en la cual se disponían 6 compuertas radiales de acero de 8 metros de ancho por 3,20 metros de altura, formando la barrera móvil del canal y totalizando un ancho útil de 48 metros. Este ancho es un

poco mayor que el ancho natural del río Choapa en el sector, por lo que la bocatoma no representa un obstáculo cuando las compuertas se encuentran totalmente abiertas. Aguas arriba de la barrera, en el lado izquierdo, se disponía de un vertedero lateral de 6,5 metros de ancho y un machón central de 0,5 metros, que funcionaría como instrumento de captación del Canal Alimentador.

Sin embargo la bocatoma descrita no se construyó, y la Sub Dirección de Riego a través de su Departamento de Proyectos ha cambiado el diseño hacia una barrera de tipo “Rubber Dam”.

La compuerta ubicada en el lado izquierdo, junto al umbral del vertedero de captación, se ha diseñado de manera clásica como compuerta desripiadora. Para ello, se inserta un canal independiente del resto de las compuertas, separado por medio de un muro guía de aproximadamente 2,5 metros de altura. El radier del canal desripiador se encuentra blindado con un adoquinado de piedra. Las aguas son captadas por un canal colector que se sitúa al pie del vertedero lateral. Este canal colector empalma con una sección rectangular de 1,6 metros de ancho. Aguas abajo en esta última sección hay una compuerta plana, de 1,6 x 1,6 metros, que permite regular la entrada de agua al canal.

Además del canal alimentador descrito, forman parte del proyecto otros 2 canales, denominados “Matriz” y “Panguesillo”.

El canal Matriz es el encargado de devolver las aguas del embalse hacia el Río Choapa. Nace en la casa de válvulas y unos 100 metros más abajo cruza el estero a través de un sifón, continuando por la ladera derecha hasta el kilómetro 13.642. En este punto, mediante un túnel de 2.890 metros de largo, llamado Los Maquis, cruza hasta el valle del Choapa. La capacidad de porteo de este canal es de 5 m³/s y será revestido en su totalidad.

El canal Panguecillo, en tanto, es la continuación del canal Matriz desde la salida del túnel Los Maquis. Remonta el Valle del Choapa por la ladera izquierda, hasta la localidad que le da su nombre. Este canal también está totalmente revestido desde su inicio, a la salida el túnel Los Maquis, hasta el Km 0,6948. Su capacidad de porteo es de 5 m³/s, entregando en este punto 4,1 m³/s a una quebrada que conduce las aguas hacia el río Choapa. El canal continúa con 0,9 m³/s de gasto hasta el punto de término en la localidad de Panguecillo, donde entrega sus aguas al Choapa. La longitud total de este canal, sin incluir la descarga final, es de 11.115 Km.

En cuanto a los túneles, dos de los cuales se encuentran en el canal alimentador y el otro entre los canales Matriz y Panguecillo, tienen la misma sección transversal con un arco de medio punto de 2,9 metros de ancho y 3,0 metros de altura. Todos ellos tienen un radier revestido con hormigón. Tal como se ha señalado, la longitud del túnel Quelén es de 860 metros, la del túnel El Durazno es de 3.908 metros y la longitud del túnel Los Maquis es de 2.890 metros.

La obra de entrega del embalse, consiste en una torre de captación de hormigón armado de 20 metros de altura, sumergida en el lago, cuya cota de umbral es de 697.000, la que fija el nivel de aguas mínimas bajo la cual se ubica el volumen muerto. Esta torre se comunica con el túnel de desviación, que queda formando parte de la obra de entrega una vez terminada la construcción, eso sí, previa colocación de un tapón de hormigón en la zona del portal de entrada.

La obra de desviación, en tanto, consiste en un túnel en sección de arco de medio punto de 4,5 metros x 4,5 metros (18 m² de sección), excavado en el estribo derecho de la presa con 363 metros de longitud. Cuenta además con un muro de ataguía de núcleo impermeable de 4 metros de altura. En el túnel de desviación se dispone de una caverna de 7,7 metros de ancho por 28 metros de largo, ubicada bajo el plinto de la presa y desde la cual, mediante la construcción de un segundo tapón de hormigón, nace una tubería de acero de 1,2 metros de diámetro que cubre 58,5 metros hasta la casa de válvulas en el exterior del túnel. Antes de la casa de válvulas, la tubería se bifurca en dos de 0,9 metros de diámetro, en las cuales se disponen sendas válvulas de guardia y Howell Bunger.

El aliviadero de crecidas se ubica en un portezuelo contiguo al estribo derecho del muro. Está formado por un vertedero frontal de hormigón de 40 metros de ancho, tipo Creager, al que le sigue un rápido de descarga de 60 metros de longitud, que termina en un salto de esquí. Aguas abajo, un canal de unos 40 metros de ancho restituye el agua al estero Camisas aproximadamente 300 metros aguas abajo del muro.

Con relación a las características sociales y económicas del valle, se puede afirmar que las principales actividades de la cuenca del río Choapa son la pequeña y mediana minería, generalmente asociadas al valle del río Illapel, y la agricultura y ganadería, asociadas al valle del Choapa.

La actividad agrícola en la zona, caracterizada por el déficit permanente de agua para riego, está orientada principalmente a la producción de uvas pisqueras 70%, frutales 20% y chacras y cereales 10%. La tenencia de la tierra está dividida entre un alto número de pequeños agricultores, siendo posible identificar un total de 3.697 predios que en su mayoría no superan las 5 ha.

de 0,1 a 0,9 ha	:	1.349 predios
de 1 a 5 ha	:	1.356 predios
de 5,1 a 10 ha	:	577 predios
de 10,1 a 20 ha	:	346 predios
de 20,1 o más ha	:	<u>69 predios</u>
		3.697 predios

La presencia de muchos minifundos, la escasez de agua y la poca o nula actividad industrial, potencian una situación de pobreza y, en muchos casos, de extrema pobreza. Desde este punto de vista, el embalse Corrales constituye una obra de desarrollo fundamental para la zona.

Es importante señalar, además, que los recursos superficiales de agua se generan casi exclusivamente en la cordillera alta de los ríos Choapa e Illapel, registrándose largos períodos de sequía. Por otra parte, si a esto se suma la ausencia de obras de regulación hasta antes del embalse Corrales, estamos en presencia de un escenario según el cual la disponibilidad de recursos de agua es insuficiente para cubrir las demandas.

Se trata del primer embalse en Chile sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, a través de un Estudio de Impacto Ambiental, el cual fue aprobado por Resolución de Calificación Ambiental COREMA IV Región (RCA) N° 109 de 1999. Esta Resolución resume los compromisos adquiridos por la Dirección de Obras Hidráulicas, tendientes a preservar el entorno del proyecto en términos ambientales, sociales y productivos.

Hoya del río Illapel

Embalse Illapel (El Bato)

El proyecto Illapel es parte de un programa de aumento de la superficie regada en la zona que se encuentra en pleno desarrollo en toda la IV Región. Su finalidad básica, es aumentar la seguridad de riego en la cuenca del Choapa a través del mejoramiento de la capacidad productiva.

El embalse Illapel o el Bato tiene la particularidad de ser el primer embalse que se llevará a cabo a través del régimen de concesiones, de acuerdo a lo prescrito en la Ley de Concesiones y su reglamento. La característica principal de este proyecto, es que su operación tendrá un carácter de “acceso abierto o voluntario”, lo cual implica que los servicios serían prestados a cualquier usuario que pague las tarifas acordadas previamente a través de una oferta pública que contará, por supuesto, con una subvención pagada por el Estado a la Sociedad Concesionaria del embalse.

La motivación del proyecto se funda, principalmente, en las importantes bajas productivas que ha sufrido el sector agrícola, lo que ha afectado directamente a la población campesina del sector y, por ende, al desarrollo económico del área en general. El proyecto se ha concebido como una manera de aumentar la seguridad de riego de un 30% actual, a un 85%.

Se piensa que el embalse podrá tener una capacidad de riego para unas 3.500 ha, en las cuales, dadas las óptimas condiciones climáticas de la zona, podrán desarrollarse cultivos de gran rentabilidad y productividad, lo que asegurará un aumento en la calidad de vida de los pobladores.

- Además del plus señalado, la obra que se proyecta podrá reportar las siguientes ventajas:

- Almacenamiento anual de aguas, especialmente en el período invernal. Fortalecimiento de las asociaciones de regantes, de canalistas y comunidades de agua.

Mayor producción de pequeños y medianos agricultores mediante la habilitación de un sistema de cooperación financiera y tecnológica apoyado por el Estado. Aumento del empleo agrícola.

Hace más de 50 años, se comenzó a construir en este valle el embalse Huintil. Las obras iniciadas se paralizaron por la detección de un cono de deyección muy permeable en uno de los estribos de la presa. Las investigaciones efectuadas para la construcción de El Bato, han demostrado que la permeabilidad de los suelos disminuye aguas arriba, a la vez que la roca del páleo valle se encontraría aproximadamente a 70 metros de profundidad, lo que obligaría a la construcción de una pared moldeada más profunda, elevándose, por consiguiente, los costos totales de la obra.

Debido a lo anterior, se analizaron otros lugares para el emplazamiento de la presa, tales como Sta. Isabel, El Palqui, Carén, Río Negro y por supuesto Huintil 1 y 2, pero finalmente se optó por El Bato, una zona ubicada en el valle del río Illapel a unos 30 Km al oriente de la ciudad del mismo nombre.

Descripción de la obra a construirse

El emplazamiento de área del proyecto comprende una superficie total de unas 160 ha, considerando el área de inundación, de explotación de empréstitos, de expropiación y la superficie para obras anexas.

El eje del muro o presa queda definido por una línea recta entre las coordenadas 6.507.874 N; 322.344 E; 6.507.265 N y 322.265 E, extendiéndose en el sentido NNO-SSE sobre el río Illapel en la zona denominada “El Bato”, conformando una estructura piramidal con una base de aproximadamente 200 metros.

El volumen de almacenamiento es de 25,5 Hm³ y el área de inundación alcanza una superficie de aproximadamente 120 ha. Es importante destacar que la subcuenca del río Illapel tiene una superficie de 2.100 Km², de manera que el área señalada de 120 ha representa sólo un 0,06% de la superficie total.

En el embalse Illapel de 25,5 Hm³ se espera almacenar aguas a través de la celebración de contratos privados de almacenamiento con los poseedores de los derechos permanentes y eventuales. También se considera la posibilidad de almacenar agua de derechos eventuales de propiedad de la DOH, cuyos recursos estarán a disposición de la Sociedad Concesionaria.

El agua almacenada será conducida a través de un canal matriz, formado por canales ya existentes, de capacidad mínima de 2,5 m³/s en su inicio y 0,8 m³/s en su

término y de 57 Km de longitud. De este canal matriz, que correrá por la ribera sur del río Illapel, el agua será conducida mediante tuberías o canales abiertos revestidos al resto de los canales existentes hasta la cercanía de sus bocatomas para distribuir el agua hasta los predios.

Por último, y como parte de la operación del embalse, se contempla la entrega de un caudal que asegure el régimen hídrico del río y que al mismo tiempo conserve la condición de hábitat del río aguas abajo, cuando el caudal existente exceda los derechos de aguas constituidos.

V REGIÓN

Hoya del río La Ligua

Dren Cabildo

Esta obra, construida entre el año 1972 y 1976, permite incrementar el caudal del Canal Montegrande, con aguas provenientes del río La Ligua, para el riego de unas 670 ha que estaban insuficientemente servidas. El dren consta de tres elementos fundamentales: colector, ducto y cámaras que permiten conducir por gravedad un gasto de 0,40 m³/s hasta el canal mencionado. El colector está enterrado a unos 8 metros de profundidad y muy cerca del río.

Para obtener este gasto, cuyo punto de captación está ubicado en el río La Ligua aproximadamente 2 Km al oriente del pueblo de Cabildo, se solicitó (oficio N° 96, de 31.01.80), una reserva de agua subterránea para usos agrícolas.

Hoya del río Aconcagua

Embalse Aromos

El embalse Aromos se ubica sobre una angostura del estero Limache, situado 12 Km aguas abajo y al occidente de la ciudad de Limache, en la 5ª Región de Valparaíso. Sus coordenadas geográficas aproximadas son: 32° 53' L.S. y 71° 30' L.O. La obra se encuentra a 68 m.s.n.m. y el acceso a la zona de la presa se hace a través del Camino Internacional Valparaíso – Mendoza en un punto de desvío aproximadamente a 10 Km al oriente de Concón.

Las principales obras de ingeniería de este embalse, destinado a complementar las demandas futuras de agua potable en Viña del Mar y otras localidades de esa provincia, consisten fundamentalmente en una presa de tierra y en un canal alimentador que se consultará en el futuro.

La obra principal del embalse Aromos, concebido para un almacenamiento de 50 Hm³, es un muro de tierra con núcleo impermeable arcilloso compactado, protegido hacia ambos lados por dos corazas de material permeable, una de granulometría pobre y otra de enrocado. Se le aplicó un complejo sistema de impermeabilización, consistente en inyecciones complementarias y en la construcción de una pared moldeada de 0,80 metros de ancho por 22,5 metros de profundidad máxima. Se ejecutaron también cortinas de inyección y tratamientos superficiales en la roca fracturada. La longitud del muro es de 220 metros y su altura máxima es de 42 metros. El ancho de coronamiento, en tanto, es de 10 metros y los taludes de 3,75:1

aguas arriba y de 2,75:1 aguas abajo. El volumen total del muro es de 960.000 m³ de material compactado.

El vertedero excavado en roca está situado en el extremo derecho del muro. Consiste en un canal de acceso y un umbral o cresta de 21,60 metros de ancho y 2,90 metros de altura. Su capacidad de diseño es de 630 m³/s.

Al canal de aproximación sigue la sección de control, sobre la cual se montará un sistema de tres compuertas de sector de accionamiento automático. A continuación se encuentra el rápido de evacuación, que termina en un colchón disipador de energía que entrega finalmente al estero.

Las obras de entrega proyectadas aprovecharán el túnel de desviación, cuya sección es de medio punto de 4,60 metros basales y tiene 300 metros de longitud, abierto por la ladera derecha de la angostura.

Las obras de toma y entrega proyectadas consisten en una torre situada en la boca de entrada del túnel, seguida de un codo de enlace que va empotrado en el tapón de cierre del túnel, lugar donde se instaló una válvula de compuerta de cierre total. A continuación se instalará una tubería de 1,50 metros de diámetro, la que terminará en el extremo de aguas abajo en dos válvulas de mariposa, dispuestas en serie. La última de ellas entregará a las obras matrices del agua potable.

Para una segunda etapa, se consulta la construcción de un canal alimentador que tome excedentes del río Aconcagua, cerca de Quillota, y los conduzca al embalse. El canal proyectado cuenta con una capacidad máxima de 15 m³/s. Se compone de dos tramos, uno superior y otro inferior, separados por el túnel Venecia que es la obra que atraviesa el cordón divisorio de aguas entre el valle Aconcagua y el de Limache.

El primer tramo, con una longitud de 10.020 metros, consulta una sección trapezoidal, revestida de hormigón de 2,50 metros de base, taludes de 1:1 y una altura total de 2,0 metros. Hay, sin embargo, algunos pequeños sectores que tienen una sección algo diferente debido a la disminución de la pendiente. El tramo inferior, que va desde la salida del túnel hasta su descarga en el estero Limache, tiene una longitud de 1.820 metros y sección rectangular de 2,80 metros de base, concebida para un escurrimiento en torrente. Los muros son gravitacionales.

El túnel Venecia, en tanto, está proyectado con sección de medio punto, revestido con una chapa de hormigón de 0,10 metros. Para casos especiales de fracturamiento de la roca granítica en la que será excavado, así como para las proximidades de los portales extremos, se consulta una sección resistente armada con perfiles en "U". La longitud de esta importante obra es de 1.700 metros. La bocatoma de este canal está situada inmediatamente aguas abajo del puente Boco, vale decir, a unos 6 Km aguas abajo de Quillota.

Los derechos de aprovechamiento de aguas de esta obra están constituidos a favor del Fisco de Chile, Dirección de Riego, por Resolución DGA N° 261 de 15 de Julio de

1992, y consisten en un derecho de aprovechamiento consuntivo, de aguas superficiales y corrientes del Estero Limache, de ejercicio eventual y continuo, por 30 millones de metros cúbicos anuales.

Embalse Puntilla del Viento

En 1970 se dio inicio a la construcción de esta obra, efectuándose escarpes a lo largo del eje del posible muro y la excavación del túnel de desviación. En 1973 se presentó un proyecto para desviar el trazado de un tramo del ferrocarril internacional, dándose comienzo a la construcción de la variante que incluyó el paso superior Coquimbito y algunos terraplenes y cortes.

Se construyó, además, una sub-variante para el desvío de la carretera internacional, que al igual que el ferrocarril interferían en la construcción de la presa. El túnel de desviación fue excavado en una longitud estimada de un 50% y dotado en gran parte de cerchas metálicas.

En 1978 la Dirección de Riego encomendó a la firma Electrowatt-Ingenieros Consultores, un estudio de factibilidad de la obra. El informe final, presentado en 1979, establece que el embalse se formaría mediante la inundación de un área del valle del Río Aconcagua, en la zona precordillerana, al este de la ciudad de Los Andes, que en estos momentos se encuentra poblada con construcciones de gran costo; incluso existe en el sector una central eléctrica, todo lo cual hacía que el valor de expropiaciones fuera muy alto.

El consultor debía estudiar dos posibles emplazamientos para la presa, ubicados a 10 y 11,5 Km aguas arriba de Los Andes. El primer emplazamiento sería, de todos modos Puntilla del Viento y el segundo Vilcuya, ubicado a poca distancia del anterior.

El contrato exigía:

La confirmación de la factibilidad técnica y la preparación del anteproyecto de la presa y de las obras anexas.

Determinar los costos de la construcción.

Estudiar la modificación y reubicación para el posible aprovechamiento de las instalaciones existentes, que serían afectadas por la inundación de la zona, más la determinación de los costos respectivos.

Las conclusiones definitivas de la consultoría contratada establecieron que se trataba de una obra técnicamente factible, pero de muy alto costo, no obstante se trata de un embalse que dará seguridad de riego a uno de los valles más importantes de Chile y que tiene construida gran parte de su obra principal como es el túnel by-pass revestido completamente en una longitud de 700 metros. Faltando solo la parte final para su término, se estima que deberá analizarse con gran detención la posibilidad de continuar los trabajos.

REGIÓN METROPOLITANA

Hoya del río Maipo

Embalse El Yeso

El embalse El Yeso fue construido entre los años 1953 y 1967, a unos 100 Km al sureste de Santiago y a una altura aproximada de 2.558 m.s.n.m. Embalsa las aguas del estero El Yeso, regulando el río Maipo con el objeto de dar mayor seguridad de riego a una extensa zona regada del orden de las 100.000 ha en su variación estacional e interanual, y, también, asegurar el abastecimiento de agua potable y alcantarillado de Santiago. La zona que antiguamente servía el río Maipo era de 120.000 ha, pero se redujo a 100.000 ha porque a lo menos 20.000 ha fueron urbanizadas.

El embalse está ubicado en el sector denominado Boca del Valle, situado a 23 Km aguas arriba de la confluencia de El Yeso con el Maipo y cuenta con un muro de tierra compactada, con núcleo de arcilla inclinado. Tiene 350 metros de longitud, 62 m. de alto, 6 m. de ancho en su coronamiento y un volumen de muro de 1.560.000 m³. El talud del lado de aguas arriba está protegido por una capa de enrocado de espesor variable de entre 0,40 m. y un m, y aguas abajo con enrocado de un metro de espesor. La capacidad de almacenamiento de este embalse es de 250 millones de metros cúbicos.

Las obras de toma consisten en un túnel de 440 m de longitud con una válvula de mariposa de 2,20 m de diámetro y otra de sector para regulación, comunicados entre si por tuberías metálicas de 200 m de longitud. La capacidad máxima de desagüe por el túnel de toma es de 50 m³/s, sin embargo se encuentra limitada sólo a 42 m³/s por problemas de válvulas.

El embalse cuenta con un vertedero frontal con capacidad para evacuar 250 m³/s y dos compuertas de control de 8,20 m por 3,70 m, ambas de funcionamiento automático. El rápido de descarga que sigue al umbral del vertedero, tiene una longitud de 320 m y un desnivel de 66,20 m. A continuación del rápido, se dispone de un colchón amortiguador de 70 m de longitud.

A raíz de algunas filtraciones en las laderas, el llenado durante los primeros años de uso se mantuvo sólo en unos 170 Hm³, aún cuando ello podría ocurrir durante alguna crecida. Para solucionar el problema, la Dirección de Riego del MOP encomendó un estudio a varios equipos de expertos, entre otros a la firma Coyne et Bellier, quienes propusieron la instalación de refuerzos en las dos laderas en las que se apoya la presa y la implantación de elementos para el control de filtraciones en todo el sector de fundación. Posteriormente a estos trabajos, el llenado de 250 m³/s no ha generado problema alguno.

La reserva de agua para esta obra fue concedida por Decreto N° 134, de 17.02.71. Las aguas solicitadas corresponden a los excedentes de los recursos de la hoya hidrográfica El Yeso para ser almacenadas en un embalse de 250 Hm³.

Cabe señalar que entre los años 1993 y 1999, el embalse El Yeso fue traspasado definitivamente a la empresa EMOS (hoy Aguas Andinas), que lo utilizará para el agua potable de Santiago, ante la negativa de los agricultores del área a pagar las construcciones realizadas.

Embalse Rungue

El embalse Rungue se encuentra emplazado en el estero del mismo nombre, aproximadamente a 58 Km al norte de la ciudad de Santiago. Almacena aguas del estero Rungue y del estero Caleu para utilizarlas en el riego de aproximadamente 460 ha del valle en los alrededores de Til – Til.

Se trata de una presa construida entre los años 1959 y 1964 que tiene un muro de tierra de perfil homogéneo, aunque lleva una cortina central de hormigón armado encastrada en roca fundamental. La longitud de este muro es de 160 m y su altura máxima es de 21 m sobre la vaguada del estero. Los taludes tienen inclinaciones 3,05:1 aguas arriba y 2,5:1 aguas abajo.

La capacidad de este embalse es de 2,28 Hm³ y cubre una superficie de 40 ha. El vertedero lateral, en tanto, se encuentra excavado en la roca y cuenta con una longitud de 80 metros y 1,10 metros de carga. Este vertedero es capaz de evacuar una crecida de 206 m³/s. Complementa la obra un muro secundario lateral destinado a proteger la antigua línea férrea de Santiago a Valparaíso.

El comportamiento del coronamiento de este embalse ha sido variable. Con motivo de los sismos registrados en marzo de 1965, se produjeron algunas grietas en el coronamiento del muro con predominio en las longitudinales, una de las cuales tenía sobre 40 cm de profundidad. Otra grieta de peores características se presentó en forma transversal, a lo alto de todo el talud protegido con pedraplen hacia aguas arriba. Una tercera grieta también de cuidado, se presentó en la mesa del vertedero lateral.

En 1978, se produjo una crecida que hizo temer por la estabilidad del muro, situación que impulsó a la Dirección de Riego a contratar el estudio de un vertedero auxiliar. La firma consultora Ricardo Edwards – Ingenieros, presentó algunos proyectos alternativos, de entre los cuales se optó por el sistema de vertedero con doble canal colector, decidiéndose, además, realizar un programa de sondajes. La construcción, a cargo de la firma Belfi S.A., se inició el 10 de febrero de 1979 y se terminó el 6 de octubre de 1979.

Posteriormente se completaron otros ítems de interés, como un enrocado de protección en el canal de aproximación, algunas excavaciones en el canal de

descarga en la zona de la parábola y de caída al colchón disipador, mejoras que han contribuido a dar seguridad al funcionamiento de la obra.

La reserva de agua correspondiente a esta obra fue concedida por decreto N° 329, del 02.04.69. Las aguas solicitadas fueron las del estero Rungue, en la provincia de Chacabuco, para regular recursos propios de su hoya hidrográfica, desde sus nacientes hasta el embalse Rungue y los excedentes del estero Caleu, por un máximo de 0,300 m³/s. Asimismo se solicitaron todas las aguas que escurrieran y llegaran al estero Til – Til, en el tramo comprendido entre el embalse Rungue y la bocatoma del canal El Sauce.

VI REGIÓN

Hoya del río Rapel

Embalse Los Cristales y construcción de pozos profundos

Todos los estudios y obras de este proyecto, fueron ejecutados a través de una fórmula de cooperación entre la Dirección de Riego y la firma alemana German Water Engineering GMBH, que actuó en representación del Gobierno de la República Federal Alemana.

En efecto, a raíz de la gran sequía que azotó el país en 1968, la República Federal Alemana ofreció a Chile ayuda técnica y económica para desarrollar, aprovechando aguas subterráneas, un proyecto de riego en cualquier zona que para tal objeto eligiera la ex Dirección de Riego.

Sobre la base de la cantidad de fondos disponibles por el gobierno alemán y considerando las dificultades en el normal abastecimiento de agua de riego que sufría el valle del río Claro de Rengo, ubicado aproximadamente a 110 Km al sur de Santiago, el Gobierno Chileno optó por desarrollar el área de este valle que cubría alrededor de 8.000 ha cultivables.

El proyecto consistía en abarcar el desarrollo del sector en forma integral, para lo cual fue necesario contar primero con las obras de infraestructura que dieran seguridad de riego a las superficies agrícolas y posteriormente estudiar y solucionar problemas agrícolas y de desarrollo social.

El proyecto fue ejecutado por etapas. La primera etapa se llevó a cabo entre noviembre de 1969 y abril 1970. En éste período se hicieron investigaciones hidrogeológicas, trabajos topográficos, planificación y ejecución de 23 pozos de observación del nivel freático y de 9 pozos de ensayo y de riego.

La segunda etapa, se desarrolló entre mayo de 1970 y abril de 1973. Durante este período se perforaron pozos profundos, se instalaron bombas y suministros de energía eléctrica mediante extensión de líneas, se planificó y ejecutó el camino de acceso a la Laguna de los Cristales, se confeccionó un plan de desarrollo agropecuario y se planificó la distribución del agua.

En la 1° y 2° etapa se desarrollaron los estudios de factibilidad y de construcción. Se dio término también a varias instalaciones técnicas, tales como 20 pozos de riego con una profundidad de entre 65 y 126 metros con un rendimiento de hasta 50 l/s por cada pozo; 5 pozos de agua potable, con una profundidad de entre 94 y 140 metros. Asimismo se aseguró el suministro de energía eléctrica para los 25 pozos profundos, con un total de 18 Km de líneas aéreas de 15 KW y 241 postes. Se repartió, además, agua potable para los pueblos de Chanqueahue, Cerrillos, Lo de Lobo, Popeta y

Rinconada de Malambo, con lo cual se beneficiaron unos 2.700 habitantes rurales. Se instalaron aproximadamente 21 Km de cañería plástica y 435 conexiones domiciliarias con sus respectivos medidores.

Cuatro de los pueblos indicados están dotados con copas de agua de acero de procedencia alemana y un estanque de hormigón fue construido por cuenta del Gobierno Chileno. Se construyeron también colchones de agua en los pozos de riego y en las acequias y cañerías de conexión con la red de canales.

La parte fundamental del proyecto, fue, sin duda, la construcción del embalse Laguna de Los Cristales, cuyo proyecto fue desarrollado en Alemania y aprobado por la Dirección de Riego.

Esta obra peralta la Laguna de Los Cristales, que está situada a 45 Km al este de la ciudad de Rengo, al interior de la Cordillera Andina, en el nacimiento del río Claro, afluente del Cachapoal.

El muro que cierra la laguna, es de tipo enrocado con un núcleo de hormigón asfáltico en su interior. La altura máxima del muro principal es de 31 metros sobre la vaguada del río original, lo que permite un almacenamiento de 8,5 Hm³ útiles. El coronamiento, en tanto, tiene una longitud de 315 metros y un ancho de 14 metros; los taludes exteriores tienen inclinaciones de 1,5:1 en ambos paramentos.

En el centro de la presa se ubica un vertedero de tipo frontal, cuya capacidad de evacuación es de 41,5 m³/s, con una carga de 1,50 metros. La entrega al cauce natural se hace mediante un par de tubos de 800 mm de diámetro, colocada en un túnel excavado en roca de 2,30 metros de ancho basal. Se ha previsto un gasto máximo de entrega de 4,5 m³/s, por cada tubo.

Las obras fueron terminadas totalmente en 1977. Se debe destacar que, según lo expresado por el personal alemán que participó en este regadío, es la primera vez que un programa de cooperación técnica y económica tiene éxito. Según ellos, el logro se debió especialmente a la estrecha relación y colaboración entre chilenos y alemanes y a la cordialidad de las relaciones humanas, lo cual permitió cumplir las tareas acordadas dentro de los plazos estipulados. El estado de ánimo descrito, impulsó al Gobierno Alemán a incluir una tercera fase de trabajo, vale decir la etapa de construcción del embalse, no incluida en la propuesta original.

Canal Zamorano

El proyecto de mejoramiento de la zona regada por la 2ª sección del estero Zamorano, comprende un área que va desde la localidad de Requihua hasta Panquehue. El estero riega actualmente unas 9.000 ha que son servidas por ocho canales.

El estero presenta periodos de escasez estimados en un 90% en 2 m³/s durante los meses de máxima demanda, situación que determinó la conveniencia de aumentar su caudal para dar seguridad de riego al extenso sector agrícola que cubre.

El proyecto consistió en traspasar 2 m³/s durante los meses de máxima demanda, desde el Río Claro de Rengo a la 2ª sección del estero Zamorano. Para efectuar el traspaso de las aguas, se consideró aprovechar una depresión natural del terreno que prácticamente une los cauces del Claro y del Zamorano, siendo solamente necesario construir un corto canal de 1,6 Km de longitud y el mejoramiento del cauce en la depresión indicada en un tramo de unos 2 Km.

Como se ha dicho anteriormente, las aguas se captan en el río Claro una vez que éste atraviesa la carretera sur, donde el río cuenta con un caudal apreciable debido a recuperaciones del río Claro en el sector. Es importante agregar a lo anterior, que parte importante de dicho caudal era utilizado con fines de fuerza motriz por el molino de Rengo, el que actualmente utiliza energía proporcionada por Endesa.

Por otra parte, la existencia de bajos naturales que dan origen al estero La Trucha, hicieron necesario como ya se mencionó construir solamente un canal corto de unión de 1,6 Km para interconectar ambas hoyas hidrográficas, puesto que una de estas depresiones naturales fue empleada como canal de unión, mejorándola en un recorrido de 2 Km hasta llegar al cruce con el camino de Rengo a Malloa. El resto del cauce natural, hasta llegar a la confluencia con el estero Zamorano, necesitó sólo la limpieza de la sección.

La solicitud de un derecho de agua en el río Claro de Rengo, segunda sección, para el mejoramiento del riego de la 2ª sección del estero Zamorano, fue concedida por Decreto N° 1104, con fecha 20.06.80.

Embalse Convento Viejo – Primera etapa

El embalse Convento Viejo fue concebido para dar solución al riego integral de una gran parte de la provincia de Colchagua. La presa que para tal objeto se proyectó, tiene una capacidad de almacenamiento de 450 Hm³ y se ubica en el río Chimbarongo, en una zona denominada Convento Viejo. La altura de esta presa es de 36 metros y la longitud de su coronamiento es de unos 700 metros.

Los recursos de agua que se precisan, provienen principalmente del río Chimbarongo y del río Teno, en la hoya hidrográfica del río Mataquito. Los lugares de captación y los caudales requeridos son:

La totalidad de los recursos propios del río Chimbarongo que llegan al embalse, los que se estiman en un volumen anual de 660 Hm³ con gastos medios mensuales máximos de 70 m³/s en invierno y 15 m³/s en verano.

Recursos sobrantes del río Teno hasta 40 m³/s como gasto máximo, hasta completar un volumen de 70 Hm³, que serán captados a lo largo del año por el canal Teno-Chimbarongo construido especialmente. Estas captaciones se harían de preferencia entre los meses de mayo y diciembre.

Actualmente, el riego en la provincia de Colchagua se realiza con un aprovechamiento parcial de los recursos de agua. Hay zonas extensas que sólo tienen capacidad de riego en algunos meses de la temporada, de modo que los suelos planos de los valles de Nilahue y Alcones permanecen de seco.

La zona de riego que sería beneficiada por el proyecto, corresponde a la actual zona de riego del río Tinguiririca y de los esteros Chimbarongo, Las Toscas y otros menores, además de las zonas de seco en los valles de Nilahue y Alcones, situadas en la provincia de Colchagua.

De las 100.000 ha netas bajo canal, hoy día se riegan en forma estable unas 68.000 ha. Con el proyecto se dará riego permanente a 150.000 ha. El incremento de superficie regada se avalúa, así, en 82.000 ha de riego nuevo.

Por otra parte, mientras el embalse no esté utilizándose plenamente para labores agrícolas, parte de su capacidad de embalse de 450 Hm³ será aprovechada para generar más energía en la Central Rapel, al sumarse a los 750 Hm³ propios de la central. Representará así, durante algunos años, una importante economía de combustible para las centrales térmicas del país.

A la fecha, ya están construidas las obras básicas que permiten continuar con la construcción de la presa, entre las cuales se pueden señalar la ataguía, construida en 1973 (que quedará incorporada al muro); el túnel de desviación del estero Chimbarongo, que se adecuará después para servir como obra de entrega de agua; un túnel más pequeño en la ribera norte, para las entregas en esa dirección y en lo que respecta a la fundación misma de la presa, está terminada la pared moldeada la cual es una de las más grandes hasta la fecha construida, realizada con las técnicas francesas de última generación para asegurar su estanqueidad.

Ya se han llevado a cabo las expropiaciones del área actualmente inundada y se completa la infraestructura de la variante ferroviaria, obra que en cierto modo acelera los trabajos pues debe estar terminada antes de iniciar el llenado del embalse.

Este proyecto que, como se ha dicho, generaba un riego casi total en los suelos de Colchagua, fue paralizado. Por esta razón, se desarrolló lo que se ha llamado la primera etapa del proyecto Convento Viejo, iniciado en 1992. Esta primera fase, considera la habilitación de la ataguía como presa de embalse para mejorar la seguridad de riego de la zona regada por el estero Chimbarongo, supliendo los déficit que se producen durante los meses de estiaje. Dentro del proyecto se construyeron todas las obras anexas necesarias para contar con la operación segura y eficiente del embalse, tales como la instalación de elementos reguladores de los túneles de

entrega, un vertedero para evacuar las crecidas y la solución de las interferencias con otros servicios, producida en la zona de inundación del embalse.

Los antecedentes concernientes tanto al análisis de estabilidad como a la construcción de la ataguía y su comportamiento con el tiempo, fueron considerados al definir los criterios de diseño de las obras necesarias en esta primera etapa.

La capacidad de almacenamiento de este embalse es de 27,7 Hm³, los que mejorarán la seguridad de riego de alrededor de 27.400 ha, actualmente servidas por el estero Chimbarongo.

VII REGIÓN

Hoya del río Maule

Embalse Laguna de Maule

El embalse, cuya construcción se llevó a cabo entre 1946 y 1958, está situado en el nacimiento del río Maule, a unos 150 Km al oriente del Talca. La construcción de esta presa tuvo por objeto aumentar la capacidad de almacenamiento de la laguna natural para regular el riego del río Maule, aumentando la superficie regada y potenciando la producción de energía eléctrica. En total, el proyecto riega 37.250 ha nuevas y mejoran 162.750 ha.

El muro es de tierra con enrocado, de un altura máxima de 40 metros y 193 metros de longitud en su coronamiento. El volumen de muro es de 513.000 m³ y su capacidad de almacenamiento alcanza a 1.420 Hm³, los que ocupan una superficie de 5.600 ha. Dispone de vertedero libre de 200 m³/s de capacidad y la obra de toma es una torre de hormigón armado con 2 pares de válvulas de compuertas.

ENDESA, por su parte, puso en funcionamiento el año 1955 la Central Hidroeléctrica Cipreses a través de un convenio entre el Director de Riego y el Gerente de Endesa, estableciendo normas de regulación sobre las aguas del río Maule, con el objetivo de obtener un mejor aprovechamiento.

Con el fin de utilizar las aguas de la laguna del Maule, aprovechables en el riego, y también los sobrantes eventuales en la generación de energía eléctrica sin alterar el desarrollo propuesto para el riego, el Departamento de Riego modificará el proyecto del embalse de la laguna del Maule ampliando su capacidad embalsable a 1.570 millones de m³. Las obras correspondientes al proyecto modificado se financiarán por ambas partes interesadas.

El volumen embalsable se dividirá en tres porciones: una porción superior, con un volumen de 900 millones de m³, cuyas aguas estarán destinadas a suministrar los gastos deficitarios para la regulación del riego y los gastos necesarios para la generación de energía eléctrica, los que se administrarán bajo un régimen de uso normal de aguas; una porción intermedia, con un volumen de 500 millones de m³, cuyas aguas constituirán una reserva ordinaria destinada a fines similares y cuyo uso podrá tener algunas restricciones con respecto al régimen de uso normal; y una porción inferior, con un volumen de 170 millones de m³, cuyas aguas constituirán una reserva extraordinaria, que podrá utilizarse sólo en casos especiales.

Embalse Digua

El embalse Digua, situado en el estero Cato, afluente del río Perquillauquén, fue construido entre los años 1954 y 1968, en la provincia de Linares (VII Región) a unos 30 Km al suroriente de la ciudad de Parral.

Esta obra, conocida técnicamente como “Sistema embalse Digua”, fue construida para el aprovechamiento integral de los ríos Longaví, Cato y Perquillauquén, con cuyas aguas fue posible beneficiar unas 30.000 ha, de las cuales 20.000 corresponden a riego nuevo y 10.000 a mejoramientos de zonas regadas con los ríos Perquillauquén y Ñiquén. Los efectos totales del proyecto se evaluaron para el riego de unas 24.600 ha nuevas equivalentes.

Los recursos de invierno y los sobrantes de primavera del río Longaví, son conducidos al embalse Digua mediante un canal alimentador de 6,5 Km de largo y de 25 m³/s de capacidad. Por su parte, el río Perquillauquén conduce hasta el estero Cato unos 20 m³/s de los excedentes de primavera, a través de un canal de 12 Km de largo, depositando el recurso aguas arriba de la bocatoma del canal Matriz.

La presa está compuesta por dos muros de tierra, uno principal y otro auxiliar, ambos formados por un núcleo central impermeable y dos zonas permeables protegidas por un pedraplén arreglado a mano. El muro auxiliar, hacia el sur de la hoya, sirve para el cierre de un portezuelo preexistente.

Las características del muro principal y el embalse son:

- Capacidad útil : 220 Hm³
- Altura máxima :87 metros
- Cota coronamiento :413 m.s.n.m.
- Longitud Coronamiento :480 metros
- Ancho coronamiento :8 metros
- Superficie ocupada :700 ha

El túnel de desviación y toma tiene una longitud de 250 metros y dos pares de válvulas para entregar 54 m³/s. El vertedero de rebalse fue calculado para un gasto de 300 m³/s (1 en 1.000 años). El rápido de descarga, revestido totalmente, tiene un largo de 356 metros y un colchón de amortiguamiento de 60 metros.

A unos 10 Km aguas abajo del embalse y sobre el río Cato, se ubica la bocatoma que capta las aguas entregadas desde el embalse y/o canal Perquillauquén, Cato, para conducir las por el canal Matriz que cuenta con unos 27 m³/s de capacidad inicial y 37 Km de largo, de los cuales 8 son revestidos de hormigón. En su recorrido, este matriz entrega a 6 canales derivados que tienen subderivados y prediales.

La reserva de caudales para el sistema, desde el río Perquillauquén, fue concedida por Decreto Nº 203, de 26.02.75. Estos caudales son conducidos a los sitios de

aprovechamiento por el canal Perquilauquén-Cato, cuya bocatoma se ubica en la ribera derecha del río Perquilauquén, frente al cerro Zemita.

La reserva de agua desde el río Longaví, en tanto, fue concedida por Decreto N° 2311, de 15.12.53 y sus aguas son conducidas al embalse mediante el denominado canal alimentador.

Por último conviene señalar que, desde el río Perquilauquén, frente a la desembocadura del estero Cato, sale hacia el sur el canal Perquilauquén – Ñiquén, de un gasto aproximado de 4,2 m³/s y un largo de 12 Km.

Canal Melozal

Construido entre los años 1948 y 1964, las obras y terrenos por regar estaban situados en la Provincia de Linares y según el proyecto primitivo fue destinado para el riego de unas 7.500 ha. Los trabajos consistieron en la construcción de un canal Matriz con una capacidad inicial de 12 m³/s y 37 Km de longitud, quedando finalmente con una capacidad de 9 m³/s el que capta sus aguas en el río Putagán, un poco aguas abajo del puente del ferrocarril longitudinal sur.

En el kilómetro 11 del Matriz, éste cruza el río Loncomilla mediante un sifón de 2.400 metros de longitud, de los cuales 340 constituyen el puente sifón Loncomilla, construido con vigas de hormigón pretensado, una de las primeras obras que utilizó este sistema en nuestro país.

La obra principal de este regadío es propiamente el sifón. El sistema consta de tres elementos. Al inicio, el agua circula por un canal descubierto de sección trapezoidal, luego ingresa al sifón de 2,6 metros de diámetro y 2,4 Km de largo. Después el agua desemboca en una cámara de transición para pasar al puente sifón de 340 metros de largo aproximadamente, para salir a una tubería circular que luego da paso a un canal descubierto.

El canal matriz en el puente denominado La Gotera, se bifurca en los canales derivados Vaquería, de 2,4 m³/s y manantiales de 2 m³/s.

Esta obra, que beneficia a unos 320 agricultores de la zona, ha sido sometida en los últimos años a algunas modificaciones, como la reparación interior del sifón circular, la reparación de las juntas transversales de los dos ductos del puente y el refuerzo interior y exterior de la zona inferior de los ductos.

Posteriormente y previo contrato con la firma S y S Ingenieros Ltda., se revisaron las condiciones en que se encontraba la infraestructura de éstos, tales como: apoyos de las vigas, estribos, cepas, fundaciones y terraplenes de acceso.

Para el derecho de aprovechamiento solicitado para esta obra, fue concedida la reserva correspondiente sobre el río Putagan, mediante Decreto N° 1967, de 23.12.49.

Regadío Valle de Pencahue

El proyecto comprende un conjunto de obras hidráulicas destinadas a captar las aguas del río Lircay para conducir las en forma gravitacional hasta el valle de Pencahue, con el objetivo de regar la superficie del valle formado por el estero Los Puercos, entre la zona conocida como Las Palmas por el norte y Corinto por el sur. El área de riego se ubica a unos 15 Km al poniente de la ciudad de Talca.

El sistema está compuesto por un canal Matriz, de unos 30 Km de longitud y un gasto inicial de 12 m³/s, que se divide en dos derivados, el Poniente, de alrededor de 20 Km de longitud y el Oriente de unos 70 Km. De estos canales derivados nacen 27 canales de distribución, los que tienen una longitud total de aproximadamente 130 Km. A su vez, de estos canales de distribución nacen los canales prediales.

El objetivo de estas obras es la transformación de una superficie de secano en una de riego permanente, cubriendo una superficie total del proyecto de 10.000 ha. Se debe tener presente que en este valle existe una gran humedad debido principalmente a la baja profundidad a la que se encuentra el nivel freático aledaño al Estero Los Puercos. Este proyecto beneficia a 406 predios, de los cuales un 87% disponen de una superficie menor de 12 ha de riego básico.

El Sistema de Riego se encuentra en un 100% en operación, sin embargo se continúa con la ejecución de obras, principalmente revestimientos, obras de distribución, reparación y mantención de mecanismos, portones, cercos y puentes. La superficie aproximada que se regará la temporada 2003-2004, es de alrededor de 7.500 ha. El cultivo prioritario es la uva vinífera, que abarca una superficie de 3.500 ha, seguido de empastadas, tomate industrial, remolachas, melones, sandías, hortalizas, etc.

La aceptación del proyecto es de un 82,41%, es decir existen 8.241 acciones suscritas por los usuarios del Sistema de Riego.

Actualmente la administración está siendo ejecutada, tanto por la DOH como por la Asociación de Canalistas del Canal Pencahue, siendo estos últimos los encargados de distribución de las aguas.

El período de gracia contemplado en el DFL 1123 que corresponde a cuatro años, se prorrogó hasta el año 2005, en el cual los usuarios deberán reembolsar 1.087.350 Unidades de Fomento.

Embalse Tutuvén

El embalse Tutuvén, de una capacidad de 13 Hm³, está ubicado sobre el río Tutuvén muy cerca de la ciudad de Cauquenes. Se construyó entre los años 1945 y 1950 para regular los ríos Tutuvén y el Estero Tobalguén, regadío que alcanzó a 2.161 ha nuevas y 340 ha mejoradas.

El embalse tiene 2 muros de tierra con núcleo central de arcilla. El muro principal tiene 151 metros de longitud y 32 metros de altura. El muro auxiliar, en tanto, es de 1.400 metros de largo y de 17 metros de altura. La presa cuenta con un vertedero frontal libre, con capacidad para evacuar 320 m³/s y las obras de toma constan de dos válvulas de espejo, para entregar hasta 42 m³/s.

Por alguna razón, seguramente por un error en la información hidrológica, el vertedero construido no tuvo la capacidad suficiente, por lo cual durante una crecida de junio de 1974 fue destruido, quedando solamente el colchón como pieza aprovechable del proyecto original. Esta situación obligó a diseñar un nuevo vertedero de mayor capacidad, que aprovechara la superficie intacta y fuera terminado durante el verano de 1975. El consultor, ingeniero señor Solano Vega, proyectó la obra para un gasto máximo de 450 m³/s, con dos compuertas de sector. Lamentablemente mientras se construía la nueva obra, una nueva crecida destruyó los trabajos, por lo cual la Dirección de Riego inició un nuevo proyecto esta vez preparado por el ingeniero Luis Álvarez Gamboa. La obra proyectada para una capacidad de evacuación de 600 m³/s, regulada mediante dos compuertas de sector es la que se encuentra en funcionamiento actualmente.

Embalse Ancoa

El objetivo del proyecto es incorporar unas 9.320 ha al nuevo riego y mejorar la seguridad de riego de 30.680 ha. Los beneficiarios son los regantes de la Junta de Vigilancia del río Ancoa, de la Asoc. Canal El Melado y de la Junta de Vigilancia del río Achibueno. Además, actualmente existen áreas de riego en la zona de influencia indirecta (Meloza, Viznaga y Putagán) que podrán verse beneficiadas en el mediano plazo, en virtud de un escenario de concesión y un mercado del agua activo.

Existe además, el beneficio adicional de tener un proyecto multipropósito integrado, al complementar un aprovechamiento turístico del entorno del proyecto en las obras existentes hoy día, con riberas adecuadas para recreación y otras zonas destinadas a reserva ambiental, permitiendo una interrelación armónica de los lugareños y visitantes con el entorno natural. Otro beneficio que pudiere haber es el hidroeléctrico, gracias a la posibilidad de generar las aguas del canal Melado a plena capacidad durante todo el año, derivando hacia el embalse Ancoa solamente las aguas que actualmente otorga la resolución DGA N° 105.

Antecedentes y descripción general del proyecto

La construcción de la presa Ancoa se inició en 1957, siendo paralizada ocho años después, alcanzándose a construir una ataguía de 26 m de altura, la torre de toma y un túnel de desviación para 500 m³/s. Se construyó además, el colchón de disipación de energía, la parte inferior del núcleo e inicio de espaldones del muro. La Dirección de Obras Hidráulicas construyó en 1980 un vertedero auxiliar en el lado derecho de la misma para evacuar un caudal de 600 m³/s y así evitar daños, durante las crecidas del río Ancoa, a las estructuras construidas.

Construir el embalse Ancoa es posible desde el punto de vista técnico y económico, reubicando el sitio de la presa definitiva a unos 15 Km. aguas arriba del sitio actual y modificando el tipo de presa, considerando el gran avance en el diseño y las tecnologías constructivas para este tipo de obras. El análisis de tipo de presa demostró que en Ancoa Alto es mucho más económico una presa de enrocado con cara de hormigón (CFRD) que una de hormigón rodillado (RCC) o una de tipo Zonificada. La etapa de evaluación económica de la presa operando bajo un escenario de concesión, en forma preliminar ha arrojado altos índices de rentabilidad, siendo muy similares para capacidades de presa de 75, 100 y 120 millones de metros cúbicos.

El Diseño de Ingeniería desarrollado por la Dirección de Obras Hidráulicas, ha reubicado el proyecto en la zona alta permitiendo tener un embalse multipropósito integrado, con un embalse para riego en Ancoa Alto; un posible aprovechamiento hidroeléctrico adicional en el río Melado, un mejoramiento del camino hasta el túnel Melado y un embalse turístico en el sitio de la ataguía Ancoa actualmente existente, de unos 4 a 6 millones de m³.

Además de los derechos de los regantes en el río Ancoa y del Canal Melado, la D.O.H. cuenta con derechos de aprovechamiento de aguas, consistente en 427 mill m³/año, de ejercicio eventual y discontinuo, a ser captados en los meses de Abril a Enero en el río Ancoa.

Concesión del proyecto Ancoa

Dado que el Estado requiere de una asociación público privada para llevar a cabo las principales obras de infraestructura de riego, su realización sólo es posible bajo un escenario de concesión. Se realizaron diferentes estudios complementarios, que definen los principales negocios de una concesión.

Negocio de Riego: que modela la operación del embalse para entregar diferentes servicios y se analizan diferentes escenarios que permiten vislumbrar ingresos potenciales de una concesión del embalse de riego Ancoa Alto.

Negocio Turístico e Hidroeléctrico: Se analiza el potencial de los diferentes negocios inmobiliarios y recreativos posibles de efectuar en la ataguía actual. Además, se

efectúa un análisis del negocio eléctrico, según la situación de la generación actual y futura para diferentes escenarios de concesión

Diseño Habilitación Ataguía Ancoa con fines turísticos: de modo tal que opere teniendo un espejo de agua permanente y en concordancia con la operación el embalse Ancoa Alto, ubicado a unos 15 Km aguas arriba.

VIII REGIÓN

Hoya del río Itata

Embalse Tucapel

Esta obra se enmarca dentro de los proyectos construidos para el denominado Plan Chillán. Es una presa de embalse pequeña, cuya capacidad de embalse es de sólo 410.000 m³, los cuales ocupan una superficie de 6 ha. Se terminó de construir en 1957, con la finalidad de almacenar las aguas de la quebrada Los Troncos. Está en la Provincia de Ñuble, cerca del pueblo de Yungay y regula el regadío de algunos predios en las cercanías del pueblo de Tucapel, alcanzando a unas 81 ha de riego nuevo.

El muro es de tierra con núcleo central de arcilla, cuenta con una altura de 12 metros y una longitud de 154 metros, con un volumen total de 44.000 m³. El vertedero es frontal libre, con capacidad para evacuar 1,0 m³/s. Las obras de toma cuentan con una válvula de espejo de 300 milímetros de diámetro ubicado en el extremo de una tubería de acero que entrega directamente a un canal antiguo. Su comportamiento ha sido normal y su conservación no ha ocasionado mayores inconvenientes.

Embalse Coihueco

Esta obra, ubicada a unos 30 Km de Chillán, fue terminada de construir en 1971 y está emplazada sobre el estero Pullamí, afluente del río Cato. Los recursos hídricos corresponden a una pequeña hoya de 10,3 Km² que aprovecha además las aguas de invierno y sobrantes de primavera del río Niblinto, cuya hoya hidrográfica es de 197 Km², lo que permite el regadío de unas 6.500 ha. Las aguas del Niblinto son conducidas al embalse mediante el canal alimentador de 5 m³/s de capacidad.

El embalse tiene como estructura principal un muro de tierra con núcleo central impermeable y un pedraplén de bolones de 1 metro de espesor, arreglados a mano. El muro principal tiene una altura de 30 metros y 1.060 metros de longitud. Tiene dos muros auxiliares de 9,3 metros y 1 metro de altura. El volumen total de los muros es de 1.100.000 m³ y puede embalsar 29,2 Hm³, que ocupan una superficie de 240 ha. La obra consta, además, de un vertedero libre frontal de 5 metros de ancho, capaz de evacuar hasta 6 m³/s hacia el estero Pullamí.

Las obras de toma consisten en una torre de toma, un túnel de hormigón armado que atraviesa el muro principal de 160 metros de longitud y dos cámaras de válvulas, una interior y otra exterior. Tiene una estructura de salida, que contiene un colchón de agua disipador de energía. El túnel se encuentra reforzado interiormente por un tubo de acero de 1,3 metros de diámetro en el sector de aguas arriba y de 0,90 en el otro.

La capacidad útil del embalse asciende a 29 Hm³ y está destinado al riego de una superficie nueva de 3.500 ha y al mejoramiento de otras 3.000. Con respecto al comportamiento y conservación de la obra construida, se puede decir que el embalse Coihueco no ha presentado ningún problema de consideración.

Proyecto Laja Diguillín

El proyecto de riego Laja – Diguillín se ubica en la VIII Región del Bío Bío y beneficia una superficie total de 63.300 ha, de las cuales existen unas 20.300 ha regadas con aguas provenientes del río Diguillín y el resto, vale decir 43.000 ha, son de secano. La superficie de ha regadas con recursos del río Diguillín, tiene una baja seguridad de riego.

Las áreas cubiertas con el proyecto se ubican en las comunas de San Ignacio, El Carmen, Bulnes, Pemuco, Yungay, Chillán Viejo y Pinto. Se beneficiarán, en total, unos 3.000 predios, de los cuales el 86% posee menos de 10 ha de riego básico y corresponden principalmente a los propietarios de las comunas de San Ignacio, Pemuco y Yungay.

Básicamente, el proyecto consiste en la construcción de un Canal Matriz de un caudal inicial de 40 m³/s y de una longitud de 74 Km, con canales, derivados, obras de arte, etc. Asimismo, se contará con una presa de embalse de una capacidad de almacenamiento de 85 Hm³, situada en el río Diguillín. En resumen, las fuentes hídricas del proyecto provendrían del lago Laja y embalse Diguillín.

Los recursos que aporta el lago Laja, corresponden a recursos eventuales y son captados en el ribera norte del río Laja mediante la bocatoma Tucapel, y son conducidos hasta el río Diguillín por el canal Matriz Laja Diguillín de 40 m³/s de gasto inicial y 50 Km de longitud.

El canal matriz Laja – Diguillín descarga sus aguas al río Diguillín, mezclándose con éste cerca del pueblo de “El Carmen”. Ambos caudales son captados por la bocatoma Diguillín, ubicada inmediatamente aguas abajo de la descarga del canal Matriz y conducidas a la zona de riego por el canal Matriz Diguillín – Larqui, de 24 Km de largo y 40 m³/s de gasto inicial.

El proyecto se completa con la construcción del canal Zapallar, el cual es alimentado directamente por el embalse Diguillín para regar las zonas de “El Carmen”, San Miguel, San Ignacio y Larqui Norte Alto.

Sin embargo se ha evaluado la factibilidad económica del embalse Diguillín y no se ha recomendado su ejecución, motivo por el cual la superficie beneficiada disminuye en 14.000 ha, es decir a 49.000 ha.

Durante la temporada de riego de 1999 – 2000 se inició el programa de puesta en riego con la incorporación de 400 ha y la implementación de una metodología de

trabajo participativo y educativo para el fortalecimiento de regantes, que apoye la formación de una organización capaz de administrar, mantener y operar esta obra en el futuro.

Canal Perquillauquén – Ñiquén

Bocatoma en el río Perquillauquén, con confluencia con el río Cato, 5 Km al oriente de la Ruta 5 Sur. La bocatoma es del tipo permanente con barrera anual de material fluvial.

Zona regada: al norte, río Perquillauquén; al oriente, canal matriz, ríos Perquillauquén y Ñiquén; al sur, río Ñiquén, salvo 254 ha regadas por los canales San Luis y Trapiche; al poniente, río Niquén.

El canal matriz tiene una capacidad de conducción de 4,2 m³/s hasta el Km 4,85 y de 3 m³/s, hasta el Km 11,70.

Revestimientos: losetas de hormigón prefabricadas y hormigón in situ, con una longitud total de 5.217 m en varios tramos.

El canal matriz posee 13 entregas directas a predios, una descarga al Estero Mallocaven, desde donde captan agua tres (3) canales. Adicionalmente, posee 4 canales derivados.

La superficie bajo riego es de 2.833,3 ha con derechos. Año puesta en riego: 1974.

La entidad administradora es la Comisión de Usuarios Subsector Ñiquén.

Canal Quillón

Bocatoma: está situada en la ribera izquierda del río Itata a 5 Km al sur de la confluencia de los ríos Diguillín e Itata. Se accede a la obra por el camino Quillón a Bulnes.

La bocatoma es del tipo permanente, con barrera de 100 m de longitud. Posee un desarenador y dos compuertas de admisión.

Canal matriz: tiene una longitud de 25 Km y una capacidad de conducción de 2,8 m³/s. Posee revestimiento de suelo cemento y hormigón en muy mal estado.

El canal tiene recursos de agua ascendente a 3,5 m³/s, proveniente del río Itata y fueron reservados en virtud del Decreto No 794 del 30 de abril de 1951.

Los canales derivados son 4 que tienen en total 19,94 Km de longitud y 1.948 ha bajo riego. El número de canales subderivados es de 7 con una longitud total de 4,9Km.

El canal Quillón fue construido entre los años 1952 y 1959, puesto en explotación el año 1960, con el objeto de regar 2.500 ha vecinas al pueblo de Quillón. Se entregó en administración a sus usuarios en el año 1966.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Quillón.

Hoya del Río Bío Bío

Canal Zañartu (Ex Canal Colicheo)

La bocatoma se ubica en la ribera norte del río Laja, frente al pueblo de Antuco, en la cuenca del río Bío Bío. El canal matriz traspasa agua del río Laja (cuenca del río Bío Bío) al río Huepil (Cuenca del río Itata). La bocatoma es del tipo provisorio, con patas de cabra; se reconstruye anualmente.

La capacidad de conducción del canal matriz es de 20 m³/s y tiene una longitud de 100 Km. La longitud de los canales derivados es de 300 Km.

Tres canales derivados captan sus recursos desde el río Huepil. A continuación, el río Huepil desemboca en el río Cholguán donde el canal matriz capta sus recursos para alimentar otros tres canales derivados.

La superficie total bajo riego es de 21.000 ha.

El canal está en servicio desde el año 1928.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Zañartu.

Canal Laja

Capta sus recursos del río Laja, afluente del río Bío Bío. La bocatoma se ubica a 200 m aguas arriba del puente camino a Tucapel en la ribera sur. Consta de una barrera fija de hormigón con protección de enrocados, estructuras de hormigón para compuertas de cierres y admisión. (Esta misma barrera fija sirve a la bocatoma del canal Laja Diguillín).

El canal matriz tiene 51 m³/s de capacidad y 29 Km de longitud.

El canal matriz entrega agua a diversos cauces naturales de los cuales captan sus recursos los canales derivados. El canal se encuentra en explotación desde el año 1925. La superficie bajo riego es de 50.000 ha.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Laja.

Canal Antuco

Los recursos del canal provienen del río Laja. Su toma se ubica en el Km 3 del canal Pinochet Ríos, quien si posee bocatoma en el río. La capacidad de conducción del canal Antuco es de 1 m³/s.

La bocatoma del canal Pinochet Ríos es del tipo lateral y permanente.

El canal Antuco tiene una longitud de 1 Km y un total de 13 canales derivados.

Su construcción fue iniciada en el año 1961, su puesta en servicio en el año 1964 y declarada en explotación en 1968.

La superficie bajo riego efectivo es de 400 ha.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Antuco.

Canal Quillaileo

La bocatoma se encuentra ubicada en la ribera derecha del río Quillaileo a 200 m aguas arriba de su confluencia con el río Huequecura, en la comuna de Santa Bárbara.

Este canal adicionalmente recibe agua del río Huequecura, quien entrega aguas arriba de la bocatoma en el río Quillaileo, un caudal de 700 l/s, mediante un canal alimentador de 200 m de longitud.

La bocatoma es permanente y de hormigón. El canal matriz tiene una capacidad de conducción de 3,5 m³/s y 7 Km de longitud. En este punto entrega sus recursos al Estero Mininco, desde donde nacen los canales derivados 2 y 3. El canal derivado 1 posee toma en el mismo canal matriz.

Esta obra está funcionando desde el año 1961; fue declarada en explotación el 1º de enero de 1969 y entregada a los usuarios en mayo del año 1977.

La superficie bajo riego es de 2.000 ha.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Quillaileo.

Canal Bío Bío Norte

Este canal se diseñó para regar una superficie de 7.000 ha. En la actualidad beneficia entre 300 a 500 propietarios.

La bocatoma del canal está situada en la ribera derecha del río Bío Bío, aproximadamente a 25 Km aguas arriba del cruce con la Ruta 5 Sur. La captación se

hace mediante un canal de aducción, el que luego de recorrer alrededor de 300 m, descarga en una laguna de pequeñas dimensiones, desde la cual se controla el ingreso de las aguas hacia el canal matriz de 38 Km de longitud y 10,5 m³/s de capacidad. Este último nace frente al pueblo de Santa Bárbara.

El canal matriz tiene 3 derivados que poseen una longitud total de 49 Km y tienen bajo riego una superficie de 6.000 ha.

La construcción de esta obra se inició en el año 1934. Fue entregado en administración a la Asociación a contar del 15 de enero de 1944.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Bío Bío Norte.

Canal Bío Bío Negrete

La bocatoma se ubica en la ribera sur del río Bío Bío a 18 Km al oriente del pueblo de Negrete. La bocatoma es permanente y lateral.

El canal matriz tiene una capacidad de conducción de 18 m³/s y 12,5 Km. Posee cuatro canales derivados con una longitud total de 27,8 Km. La superficie bajo riego es de 10.000 ha.

Las obras fueron entregadas a los usuarios en el año 1958.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Bío Bío Negrete.

Canal Duqueco Cuel

Capta sus recursos del río Duqueco, afluente del río Bío Bío. La bocatoma se ubica a 3 Km aguas arriba del puente de la Ruta 5 Sur, en la ribera norte y a 2,3 Km aguas arriba con la confluencia con el estero Cholguague.

La bocatoma es permanente y de hormigón. La capacidad del canal matriz es de 9 m³/s.

Esta obra fue declarada en explotación en el año 1974. La superficie bajo riego efectivo es 5.485 ha.

La entidad que administra esta obra es la Asociación de Canalistas del Duqueco Cuel.

Canal Coreo

La bocatoma se ubica en la ribera norte del río Duqueco a 3,5 Km aguas abajo del puente del camino Los Ángeles – Villucura. La bocatoma es del tipo provisorio; el

agua es captada a tajo abierto por un brazo del río Duqueco, conducidas por 1,5 Km hasta tres compuertas metálicas de cierre.

El canal matriz tiene una capacidad de conducción de 8,25 m³/s y una longitud de 12,7 Km, con algunos sectores revestidos.

Este canal posee 4 canales derivados que juntos con el canal matriz riegan un total de 3.120 ha.

El año de puesta en servicio fue 1970.

Canal Bío-Bío Sur

La necesidad de aprovechar el río Bío – Bío en obras de riego es una inquietud de larga data. La idea de un canal con desarrollo por la meseta de Quilaco o un canal de cordillera que dominara los lomajes a la altura de Sta. Adriana aprovechando el bajo natural que existe entre el cerro Baquecha y Quilalapo, se discutió largo tiempo. Sólo en 1936 fue definido el trazado actual que corresponde a una solución intermedia que limita la zona de riego con los fundos Pile, Nihuinco, Sta. Catalina y el camino longitudinal, desde el estero Rehuén hacia el sur.

Esta obra, cuya construcción se inició en 1945, tiene por objeto aprovechar los abundantes recursos de agua del río Bío – Bío, para el riego de la zona de Mulchén, alcanzando a los suelos situados al nor-orienté de Angol.

En Mulchén, cuyos suelos están constituidos por lomajes de subsuelo impermeable y de pendiente a veces pronunciada, fue necesario seleccionar una superficie de alrededor de 36.000 ha aptas para el riego. En Angol, en tanto, se beneficiaron algunos valles ubicados entre los ríos Renaico y Malleco.

El proyecto riega unas 45.000 ha, aún cuando la superficie de terrenos situadas al lado y bajo el canal es superior a la cifra modificada.

El volumen de agua aprovechable fue calculado a base de una tasa de riego de 0,7 l/s por ha en todos los suelos de subsuelo impermeable y susceptibles de erosión en Mulchén y de 1 l/s por ha en los suelos de mayor profundidad en Angol. A estas tasas se les agregó un 30% en total por pérdidas de evaporación y filtración del canal Matriz, derivados y subderivados.

La construcción del canal fue iniciada, como se ha dicho, en 1945 y ejecutada en tres etapas.

La zona de riego de la primera y segunda etapa tienen su centro de gravedad en Mulchén y sus límites son: por el norte el río Bío – Bío, por el sur el río Renaico, por el poniente este mismo río y la zona de riego del canal Bío – Bío Negrete y por el orienté las primeras ondulaciones montañosas precordilleranas.

El área regable de estas dos primeras etapas es de 36.000 ha, en la cual predominan los suelos de lomajes suaves. Estas son de origen lacustre y en los sectores más planos conserva una cubierta de cenizas volcánicas (trumao). Estos suelos se clasifican entre III y V categoría y sólo son aptos para empastadas artificiales asociadas, remolacha, maíz, papas y frejoles.

La tercera etapa, en tanto, se caracteriza por contar con suelos más favorables desde el punto de vista agrícola. Esta etapa riega unas 8.000 ha en la zona de Angol y Renaico, cuyos suelos tienen una capacidad agrícola de clase I a IV.

Las obras incluyen 132 Km de canal Matriz y una red de canales derivados y subderivados de más de 300 Km. El canal Matriz, cuyo gasto en bocatoma es de 45 m³/s, llega con sólo 8,5 m³/s a la entrada del túnel Mininco, lo que corresponde al caudal necesario para cubrir la tercera etapa.

En general, el trazado incluye importantes obras de arte, entre las que se pueden mencionar los túneles de Quillaco y Bretaña, de 1.500 metros de longitud conjunta y principalmente los dos grandes sifones de estructura metálica para cruzar los ríos Bureo y Mulchén, con cargas de 40 y 80 metros, respectivamente.

Hoya Del Río Paicaví

Canal Cayucupil

La obra está ubicada en la comuna de Cañete, VIII Región. La fuente del recurso es el río Cayucupil, que nace en la cordillera de Nahuelbuta y corre de oriente a poniente hasta su confluencia con el río Tucapel cerca de la ciudad de Cañete.

La idea de la construcción de este canal nació en el año 1956 y fue la Corporación de Fomento, a través de su Departamento de Obras Civiles, el organismo que tomó la iniciativa para hacer los primeros reconocimientos tendientes a determinar el área de riego potencial, la ubicación de las obras principales y otros antecedentes de interés para el desarrollo del proyecto. Sistematizada y analizada la información, la Corporación de Fomento dio término en 1960 al proyecto definitivo del canal Cayucupil.

La Dirección de Riego se hizo cargo de este proyecto a fines de 1971, vale decir más de 10 años después que la CORFO había terminado su estudio. Riego realizó varias modificaciones a las estructuras elegidas para su construcción, reduciendo el área de riego y dividiendo la construcción de la obra en tres etapas.

Terminada la primera etapa, la obra quedó paralizada por problemas de financiamiento, por lo que el área de riego quedó reducida a la "Villa Cayucupil", que sólo tiene unas 400 ha de terreno cultivable. Esta zona de riego, cuenta con un canal

Matriz de unos 8 Km de longitud, con bocatoma en el río Cayucupil y una red de canales derivados y subderivados, que hacen un total de 16 Km de desarrollo.

El área de riego está limitada al sur por el río Cayucupil; al este por el inicio del valle del mismo nombre; al norte por el canal Matriz y al oeste por el estero Canhueco, cubriendo una superficie aproximada de 1.200 ha. El área antes descrita se ubica a 10 Km al este de la ciudad de Cañete, a unos 600 Km al sur de Santiago.

La superficie de la zona corresponde a lo que se conoce como suelos de aluvión, cercanos al río, con una superficie de unas 300 ha y mesetas y lomajes de alrededor de 800 ha, situadas al norte del río. Esta superficie, que según el proyecto Corfo es regable, ha sido clasificada por Impuestos Internos como suelos de clase III y IV y tiene en su conjunto características de vegas, lomas con pendientes de hasta un 7% y suelos planos de buenas condiciones para ser regados.

La bocatoma del canal Matriz se ubica en la ribera norte del brazo derecho del río Cayucupil, a 6 Km aguas arriba de la confluencia de los ríos Cayucupil y Butamalal. Se captan 1,90 m³/s, que corresponde a la capacidad máxima del canal en todo su desarrollo.

Con respecto al área de riego del canal Cayucupil, especialmente dado el clima del sector, podrían desarrollarse cultivos anuales como trigo, maravilla, maíz, frejoles; frutales diversos, como manzanos, cerezos y otros. Los rendimientos que poseen las tierras de este valle en secano, no son buenos. Sin embargo se estima que con riego apropiado estos bajos rendimientos pueden mejorar ostensiblemente.

En el sector Cayucupil la propiedad está en manos de pequeños agricultores que poseen entre 1 y 60 ha cada uno, salvo un predio de 400 ha que corresponde al 35% del total del sector.

En el año 1996 la Dirección de Riego contrató con la firma consultora Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH), un estudio de mejoramiento de todo el canal. Este estudio fijó criterios para el diseño de mejoramientos, efectuó un diagnóstico del canal y proyectó los mejoramientos necesarios.

Posteriormente en 1997 se procedió a llamar a licitación pública para la ejecución de la II etapa de los trabajos correspondientes.

En el año 1999 se llamó a licitación privada para la continuación de las reparaciones que era necesario realizar, además de absorber parte de la cesantía existente en el sector.

En varias oportunidades se han realizado trabajos de extracción de derrumbes y pequeñas reparaciones de emergencia, ejecutadas con la gente del sector.

Posteriormente durante los años 2000 y 2001 se contrataron entre otros, tres canoas de hormigón reemplazando antiguas de madera y entubación de varios sectores del canal.

Actualmente el canal está habilitado hasta el Km. 23 regando 1.000 ha, faltaría aún habilitarlo hasta el Km. 29 para regar 1.520 has.

IX REGIÓN

Hoya del Río Bío Bío

Canal Bío Bío sur III etapa

Ubicado en la provincia de Malleco, su longitud es de 30,5 Km. como canal matriz y alimenta a 7 derivados que suman obras de 95 Km.

La superficie según proyecto que podría regar es de 8.000 ha de las cuales sólo se riegan alrededor de 5.000.

El patrimonio permanece en el Estado pero es administrado por los usuarios que forman la Asociación de Canalistas canal Bío Bío Sur.

Embalse Collipulli

El proyecto de construcción de este embalse, tuvo una de las mejores posibilidades de concreción en el Plan de Obras formulado para la década sesenta con el propósito de aumentar la producción agrícola.

Se proponía la construcción de una presa de tierra con enrocado de 75 metros de altura, ubicados sobre el río Malleco, cerca del pueblo de Collipulli, más o menos 150 metros aguas arriba de la angostura que ocupa el viaducto del Malleco. El muro serviría además como parte de la carretera longitudinal sur en su cruce sobre el río y embalsaría 260 Hm³ de agua.

El proyecto lo realizó en 1962 la firma Consultora Blauvelt Engineering Co. y arrojó las siguientes conclusiones:

El proyecto Collipulli es factible de construir y tiene una razón beneficio-costos de 1,69:1. Se ajusta a los objetivos del desarrollo agrícola de Chile. Es adecuado para su financiamiento por Agencias Internacionales de préstamos.

La Dirección de Riego sometió a investigación en modelo hidráulico el aliviadero y las obras anexas del proyecto, evaluación realizada por el Laboratorio de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, entre los años 1962 y 1963.

En principio existía acuerdo entre Riego y Vialidad para abordar en conjunto la construcción de la presa, lo que finalmente no ocurrió. Sin embargo, la Dirección de Riego dio comienzo a las obras, instalando un campamento y construyendo más o menos un 20% del túnel de desviación y unos 15 metros de excavación vertical para el vertedero de copa. Actualmente la obra se encuentra paralizada.

Hoya del Río Imperial

Canal Pillanlelbún e Imperial

Ubicado en la comunas de Lautaro, Temuco e Imperial capta sus aguas del río Cautín y su capacidad es de 4,5 m³/s. para regar 4.500 has con un recorrido de canales matrices y esteros de 27 Km. y 25 Km. respectivamente.

El canal Pillanlelbún sirve de co-alimentador del canal Imperial el que por motivos de orden social y crecimiento del radio urbano de la ciudad de Temuco perdió su propia bocatoma en el río Cautín.

Actualmente ambos canales riegan alrededor de 2.500 has, las obras fueron entregadas a los usuarios en administración en el año 1975.

Canal Quepe Norte y Quepe Sur

Ubicados en la comuna de Vilcún, captan sus aguas en el río Quepe y tienen una longitud de 9 Km. y 5 Km. y se construyeron para regar 6.000 ha y 3.000 ha, entre ambos riegan actualmente 6.000 has.

La obras se entregaron a los usuarios en la década del 70, a las Asociaciones respectivas.

Canal Perquenco y Popeta

Dos de los canales construidos en el año 1978, nacen del canal Chufquén en la provincia de Cautín suman una longitud de 20 Km. y riegan alrededor de 3.000 has..

Regadío Victoria – Traiguén –Lautaro

El Objetivo productivo de este proyecto era el incremento, diversificación y estabilización de la oferta forrajera orientados a sustentar un incremento sustancial de la productividad y rentabilidad de la ganadería. Igualmente apuntaba al incremento de la productividad y rentabilidad de los cultivos anuales principalmente los cereales, frutas y hortalizas.

Originalmente el proyecto consistía en la construcción de un canal matriz de 52 Km. de longitud desde el río Cautín Hasta el río Traiguén en las proximidades de la ciudad de Victoria, de una capacidad de 40 m³/s. para regar una superficie de 64.000 ha, de las cuales 35.000 de riego permanente y 28.000 de riego eventual.

No obstante, este proyecto dejó de ser atractivo para los agricultores cuando se conocieron las disponibilidades del agua en el río Cautín, el proyecto ya no contaba con 40 m³/s. (la reserva de agua no había sido respetada) en forma permanente para

regar las 60.000 has consideradas en las comunas de Perquenco, Lautaro, Galvarino, Traiguén y Victoria.

La ex Dirección de Riego tomó la decisión de acortar el proyecto original a su primera sección, en función de la oferta de agua del río Cautín en el sector de la bocatoma; el que pasó a denominarse canal Victoria y a dos obras complementarias, embalse Quino y embalse Traiguén, que en conjunto podrían aportar el caudal considerado en el proyecto original.

El canal Victoria corresponde a la primera sección del proyecto Victoria-Traiguén-Lautaro, con un potencial de riego de 30.000, tomará sus aguas en la bocatoma Rari-Ruca, poco después de la confluencia del estero del mismo nombre con el río Cautín para terminar en el estero El Salto, con un recorrido de 32 Km.; los derechos de agua son de dos tipos: Consuntivos discontinuos y eventuales y entre ambos aseguran un caudal máximo de 30 m³ por segundo.

La variación de los derechos consuntivos descontínuos es:

Enero	:16,5 m ³ /s.
Febrero	:9,5 m ³ /s.
Marzo	:4,5 m ³ /s.
Abril	:3,9 m ³ /s.

Sin embargo este proyecto tiene consideraciones especiales, el caudal varía de 30 m³/s. a 3 m³/s. , este menor caudal disminuirá el valor de la acción considerablemente en los meses de mayor demanda, existiendo una disponibilidad menor a las teóricas de 15.000 ha. permanente con un 85% de seguridad.

Lo anterior demandará de una gran administración y gestión del recurso hídrico a todo nivel para un aprovechamiento al máximo del limitado recurso, especialmente en los meses de febrero y marzo. Esta situación implicará que necesariamente la puesta en riego deberá ir acompañada de tecnificación y proyectos productivos.

Además aparece como conveniente desarrollar la idea original de proyecto y complementar las obras con un embalse en el río que regule y asegure la disponibilidad del recurso durante el período más crítico, si se considera lo anterior y teniendo en cuenta las bondades sociales y la ventaja de contar con el estudio de ingeniería terminado debería ser la siguiente obra que se ejecute.

Una vez realizado el embalse el proyecto aprobaría los requerimientos ambientales

Canal La Victoria de Vilcún

Este proyecto presenta un menor costo y pretende rehabilitar un Canal actualmente colapsado. Desde esa perspectiva, a pesar de estar ubicado en una zona de menor respuesta al agua, es una alternativa interesante a concretar a corto plazo

Hoya del Río Toltén

Canal Allipén

Ubicado en la Provincia de Cautín capta sus aguas en el río con el mismo nombre para regar terrenos entre los ríos Quepe y Toltén.

Las obras se componen de un canal tronco que toma sus aguas en la ribera norte del río Allipén aguas arriba del pueblo de los Laureles.

En su desarrollo de 12,5 Km. con capacidad para 15 m³/s alimenta a diversos esteros, de donde son captadas sus aguas por una red de derivados, fue construido para regar 22.000 has en la actualidad riega 8.000.

La red de canales del sistema de regadío Allipén tiene una longitud aproximada de 145 Km. de canales y 32 Km recorridos por esteros. Entre los años 1973 y 1975 las obras fueron entregadas en forma definitiva a los 350 usuarios que forman la Asociación de Canales Regadío Allipén.

Regadío Faja Maisan

Objetivos: El traspaso de un sector de 7.032 ha de secano al riego potenciando sus aptitudes ganaderas y lecheras.

El proyecto beneficia a 600 propiedades y beneficiaria a 7.032 ha. Las obras consisten en una red de canales alcanzando una longitud total de 169 Km. aproximadamente.

Las principales obras son:

- Bocatoma en el río Toltén con una capacidad de 7,5 m³/s
- Canal matriz con 17 Km.
- Sifones Donguil de 500 mts. y Quinque de 35 mts
- Derivado Comuy de 10 Km y Mahuidanche de 15 Km.

En octubre de 1997 se comenzó la ejecución de la obra y a la fecha se lleva construido un 50% de las obras.

El estrato de los propietarios son:

0,1 - 0,5 ha	280 propiedades
5,1 – 10.1 ha	170 propiedades
10,1 a 20 ha	112 propiedades
20,1 a 50 ha	74 propiedades
mas de 50 ha	41 propiedades.

El 50% de los beneficiarios corresponden al sector mapuche.

XI REGIÓN

Hoya del Río Jeinimeni

Sistema de Riego de Chile Chico

La localidad de Chile Chico se ubica a orillas del lago General Carrera distante a 4 Km de la frontera con Argentina. Es un poblado de 3.757 habitantes (según el Censo de 1992), urbanizado y arbolado que se encuentra a 2.038 Km. de Santiago de Chile. Se originó gracias a un grupo de colonos que entraron por Argentina en 1909, país del cual dependió para su abastecimiento hasta 1952, año en que se abrió el camino entre Coyhaique y Puerto Ingeniero Ibáñez.

El lago General Carrera se mantiene presente en casi toda la comuna provocando un microclima con agradables temperaturas y una baja pluviosidad, cercana a los 250 mm anuales. Su clima, el lago y las bondades de su agricultura le han dado a Chile Chico el nombre de "Ciudad del Sol".

Dadas las condiciones de temperatura y pluviosidad, Chile Chico presenta un déficit hídrico considerable que se extiende desde agosto hasta abril, y hace indispensable el riego para la explotación productiva de sus suelos.

La Comunidad de Aguas constituida legalmente, agrupa actualmente a un total de 135 beneficiarios. Su constitución y estatutos constan en la escritura pública de fecha 23 de noviembre de 1992, suscrita ante notario público de Santiago. Las aguas cuyos derechos de aprovechamiento pertenecen a los comuneros de la referida comunidad de aguas proceden del río Jeinimeni de la cuenca del lago General Carrera y se captan mediante el canal Chile Chico cuya bocatoma está situada en su ribera izquierda aproximadamente 3.800 mts. aguas arriba del puente sobre el río Jeinimeni del camino internacional de Chile Chico al pueblo de Los Antiguos de la República Argentina. El caudal solicitado y adjudicado a la comunidad es de 831 l/s.

La superficie agropecuaria de Chile Chico, desde el punto de vista de las obras de riego, está dividida en dos sectores. El sector Sur cuyas obras tienen su origen en antiguas inversiones privadas y estatales, la superficie servida es de 431 ha. El sector norte cuyas obras de riego tienen origen privado, posee un área de 400 ha y fue beneficiada por la Ley de Riego N° 18.450. Por lo tanto, la superficie de aptitud agrícola ganadera total alcanza a 831 ha.

El riego se utiliza principalmente para la producción de hortalizas al aire libre y para la producción de alfalfa. En ambos sistemas productivos, el método empleado para la aplicación del recurso hídrico es el tendido. Sin embargo, y a partir del año 1999 se han implementado plantaciones de cerezos con fines de exportación, llegando a ocupar actualmente una superficie de 80 ha. Esto también ha significado una

transformación paulatina en la cultura y técnicas de riego, pasando de un sistema de riego por tendido a sistemas de riego localizados (goteros principalmente).

Características de las obras

Las obras de riego de Chile Chico fueron construidas hace más de 25 años y fueron utilizadas sin mantención hasta 1992. En 1991 la erupción del volcán Hudson destruyó gran parte de la red de canales y obras anexas, las cuales se han reparado y reconstruido desde el año 1992 a través del proyecto Conservación de Obras de Riego Fiscal.

El sistema de riego esta compuesto por dos subsistemas de riego, uno de propiedad fiscal y la otra de propiedad particular.

El primer subsistema es la obra de riego fiscal existente en el sector de Chile Chico, que nace desde la bocatoma, en el río Jeinimeni, hasta el marco partidor principal, constituyen la base de todo el sistema de riego implementado en el valle de la ciudad, lo que realza su importancia en cuanto al estado de conservación y funcionamiento de las obras involucradas. El segundo subsistema de riego nace desde el marco partidor principal, en donde el canal de aducción se divide en dos canales, el canal Derivado, que es el que abarca el sector norte, y el canal Tronco que riega el sector sur.

La obra de riego fiscal esta compuesta por un sistema de captación en base a gaviones, una bocatoma de hormigón armado con compuertas de acero y un sistema de auto lavado, un canal de aducción de 3.430 m de longitud, un desarenador, una obra de cruce con el arroyo Horquetas y una obra de control y descarga. La bocatoma se encuentra en buenas condiciones en cuanto a infraestructura, el problema fundamental radica en la falta de encauzamiento del río hacia la bocatoma, el cual debe realizarse a lo menos unas dos veces al año con maquinaria pesada (bulldozer D-8 o D-6).

Otro problema permanente en la época de crecidas de las fuentes hídricas, es la crecida del río Horquetas, el cual pasa por sobre el canal de aducción a través de la obra ubicada en el cruce Horquetas, cuando se desborda arrastra con los gaviones de protección vertiendo sus aguas en el canal de aducción.

XII REGIÓN

Sistema de Riego Huertos Familiares de Puerto Natales

La construcción del Sistema de Regadío de los Huertos Familiares de Puerto Natales, contribuyó a mejorar la calidad de vida de la población a través de planes de desarrollo, contemplando la incorporación de cultivos de mayor rentabilidad y mejorando la comercialización de los productos, así como el manejo e incorporación de nuevas técnicas de cultivo. Se diseñó un sistema, que permite el riego de la zona de los Huertos Familiares de Puerto Natales, de manera de abastecer del recurso agua, para un riego permanente y generar una alternativa de solución a la problemática existente.

La obra beneficia a 271 parcelas con una superficie de 1.400 ha de las cuales son susceptibles de puesta en riego con un caudal de 180 l/s aproximadamente 270 ha. El proyecto, es netamente de carácter social, permitiendo elevar la calidad de vida de 150 propietarios y sus respectivas familias.

Según Resolución D.O.H N° 3102, de fecha 09 de julio de 2001, se declaran terminadas las obras del proyecto: "Regadío Huertos Familiares de Puerto Natales".

Durante el año 2003 se delineó un ambicioso proyecto originado en la Dirección de Obras Hidráulicas y liderado por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, mediante el cual, se proyecta experimentar nuevos cultivos silvestres con alta rentabilidad y que serán exportados principalmente al mercado europeo. Estos cultivos son básicamente Zarzaparrilla, Ruibarbo y Calafate.

Con la firma de Convenios de Administración celebrados con la Dirección de Obras Hidráulicas de la XII Región, la Asociación, se comprometió a partir del 01 de septiembre de 2001, y por el término de cuatro años, a la administración en conjunto, del Sistema, para lo cual entregó a la Dirección la cantidad 840 UF.

Traslado de aguas de sur a norte

El traslado de aguas desde el sur lluvioso hacia el norte desértico, ha sido desde hace años el sueño de muchos profesionales relacionados con el riego. Estas ideas fueron propiciadas con mayor ahínco alrededor del año 1970, debido principalmente a la aguda y prolongada sequía de 1968, que afectó especialmente al Norte Chico. Fue en esos años cuando se comenzó a pensar que se trataba de un fenómeno de tipo irreversible; que se podría calificar como un avance efectivo del desierto hacia el sur.

Sin embargo, un análisis somero del problema demuestra que ciclos secos, semejantes a los observados en ese momento, se han producido siempre en estos lugares, incluso algunos han sido más violentos, como la sequía producida en el año 1924, durante la cual el río Elqui se secó completamente.

En efecto, en el año 1924 se produjo entre Copiapó y el Ñuble la peor sequía desde 1866, año a partir del cual se empieza a registrar instrumentalmente el agua caída en Santiago. La suma anual de precipitaciones en 1924 alcanzó en Santiago a 66,3 mm. La sequía de 1968, similar a la de 1924, abarcó la misma región afectada, vale decir, se produjo principalmente entre Copiapó y el Ñuble. La cantidad de agua caída en 1968 en la zona mencionada fue 4% mayor que en 1924 y en Santiago alcanzó a 69,2 mm.

Se debe tener presente además, que en ninguna parte del mundo se ha producido un cambio brusco del clima. Es por esta razón, que este argumento de tipo estadístico permite esperar, como siempre ha sucedido, que pasados los años secos vuelva la lluvia nuevamente a estas zonas, se llenen los embalses multianuales existentes y se recarguen los acuíferos, para alumbrar aguas subterráneas en forma segura y normal.

Por otra parte, en el análisis del traslado de aguas de sur a norte, es conveniente separar las regiones del Norte Grande y del Norte Chico, pues ambos lugares son absolutamente diferentes, tanto por el tipo de suelos como por el clima.

En efecto, el Norte Grande, desde el límite con el Perú por el norte y el departamento de Chañaral por el sur, es un desierto absoluto. Los suelos están constituidos en general por una costra superficial salina. Bajo esta costra se encuentra un suelo limo – arcilloso de drenaje lento. Las experiencias de riego en estos lugares indican que, aunque la capa salina sea retirada, el lento drenaje de los suelos hace subir la salinidad de las capas inferiores. De acuerdo a este fenómeno pueden obtenerse buenos resultados sólo durante algunos años, al cabo de los cuales el suelo se deteriora en forma irrecuperable.

A este respecto, cabe recordar el campo experimental de riego en la localidad de Pintados, el cual pudo estar en buenas condiciones para cultivar con éxito diferentes

plantas sólo durante pocos años. Excepción a este hecho son los pequeños oasis de suelos arenosos, donde se puede desarrollar una pequeña agricultura estable.

Las condiciones climáticas del Norte Grande son también desfavorables. Normalmente se producen altas temperaturas durante el día, pero en las noches la temperatura baja algunos grados bajo cero. En consecuencia, a base de los antecedentes descritos, se comprende que las condiciones naturales de la zona no son apropiadas para desarrollar una agricultura de riego en forma estable, pues tanto el suelo como el clima impedirían que las zonas regadas tengan una rentabilidad compatible con los elevados costos que tendría el agua trasladada desde lugares lejanos.

En Norte Chico, en tanto, cuyo tramo lo conforman los valles de Copiapó, Huasco, Freirina, la totalidad de la 4ª Región y por extensión la zona de Petorca en Aconcagua, tiene suelo y clima diferente al del Norte Grande.

Los suelos planos de esta zona se localizan en los valles de los ríos y en mesetas que corresponden a antiguas terrazas fluviales. Los suelos del fondo de los valles presentan, en general, condiciones de textura y permeabilidad favorables para desarrollar cualquier tipo de cultivo. Los suelos de terrazas tienen mayor grado de intemperización y por lo tanto su textura es más pesada y su drenaje interno más lento.

En general se trata de una zona templada cálida, con estaciones bien definidas. En el interior de los valles se presenta el clima más favorable, debido a la protección de las montañas que los circundan. El clima de terrazas, por otro lado, es menos favorable, pues son frecuentes las heladas tardías que impiden una diversificación de los cultivos.

El régimen de lluvias es muy variable de un año a otro y se presentan en general varios años secos, pero cada 5 a 8 años se producen fuertes lluvias que elevan el promedio de precipitaciones. Es por esta razón que el Estado ha propendido a la construcción de grandes embalses de regulación interanual, que aprovechan los caudales de los años lluviosos para suplir las deficiencias de los años secos subsecuentes.

En el año 1972, el ingeniero don Ricardo Edwards, en esa época Jefe del Departamento de Estudios de la ex Dirección de Riego, redactó un informe sobre esta materia. En este informe, el ingeniero Edwards señalaba que el único río que podría servir como fuente de agua para eventuales traslados de aguas al norte, es el río Maule, por ser la corriente más próxima que cuenta con sobrantes, ya que el Maipo y el Aconcagua presentan un balance equilibrado entre demandas y disponibilidades. En todo caso, el traslado de las aguas, tal como lo señala el señor Edwards, tendría un costo excesivo por ha.

A base de esta misma idea de traslado de aguas, la DGA inició en 1972 la construcción de un canal que con aguas de los ríos Maipo y Mapocho, además de

efectuar el riego de Curacaví y Casablanca, conducía recursos para el lago Peñuelas, que abastece de agua potable a Valparaíso.

Cualquier persona que viaje hacia Valparaíso puede observar, en los cerros que circundan el valle, la mesa de este canal que se comenzó a construir con gran publicidad. Posteriormente esta faena se paralizó quedando la obra inconclusa.

CAPITULO III

APÉNDICE

Directores de Obras Hidráulicas

DIRECCIÓN DE RIEGO

NOMBRE	FECHAS
Alberto Decombe Echazarreta	Marzo 1915 - Marzo 1931
Urbano Mena Concha	Director Suplente en 1930
Luis Eyquem Biaut	Abril 1931 - Noviembre 1933
Alejandro Calvo Le-Beuffe	Noviembre 1933 - Noviembre 1935
Eduardo Reyes Cox	Noviembre 1935 - Diciembre 1945
Miguel Montalva Calderón	Diciembre 1945 - Diciembre 1952
Dionisio Retamal López	Diciembre 1952 - Noviembre 1958
Raúl Matus Ugarte	Noviembre 1958 - Enero 1971
Gerardo Moenne Boisier (interino)	Enero 1971 - Noviembre 1973
Alberto Arretz Pfeiffer (interino)	Noviembre 1973 - Julio 1975
Alberto Arretz Pfeiffer	Julio 1975 - Noviembre 1976
Armando Hamel Armengolli	Noviembre 1976 - Mayo 1980
Luis Lamarca Subercaseaux	Mayo 1980 - Marzo 1986
Julio Larenas Herrera	Abril 1986 - Marzo 1990
Esteban Doña Martínez	Marzo 1990 - Diciembre 1991
Pablo Anguita Salas	Febrero 1992- Agosto 1997
Eduardo Bartholin Zanetta	Septiembre 1997 – Noviembre 1997

DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

Eduardo Bartholin Zanetta	Noviembre 1997 – Mayo 2003
Tomás Rogers Mac Lean (Suplente)	Junio 2003 – Septiembre 2003
Juan Antonio Arrese Luco	Octubre 2003 a la fecha

Instituciones que han intervenido en el riego en Chile

1887 El 21 de Junio se crea el Ministerio de Obras Públicas. Al año siguiente se crea la Dirección General de Obras Públicas DGOP (27.01.1888), formado por 6 secciones, una de las cuales, la de Hidráulica, Navegación Marítima y Fluvial, tenía a su cargo el aprovechamiento y distribución de las aguas.

1906 Se crea la Inspección General de Hidráulica para atender el incremento de Obras Públicas.

1915 Se crea la Inspección General de Regadío dependiente de la DGOP.

1927 Se suprime la DGOP. La Inspección de Regadío pasa a depender del Ministerio de Obras Públicas.

En agosto de 1927 la Inspección General de Regadío pasa a depender del Ministerio de Agricultura, sin embargo en noviembre del mismo año ingresa como división del Ministerio de Fomento recién creado.

1929 En este año vuelve a la DGOP, esta vez como servicio dependiente de la Presidencia. La Inspección General de Regadío pasa a formar parte de ella, con el nombre de Departamento de Riego.

La DGOP vuelve a depender del Ministerio de Fomento y el Departamento de Riego está bajo su jurisdicción.

1942 El Ministerio de Fomento pasa a llamarse de Obras Públicas y Vías de Comunicación, conservando la DGOP todos sus Departamentos.

1953 Se suprime la DGOP y el Departamento de Riego pasa a la categoría de **Dirección**, dependiendo ahora del Ministerio de Obras Públicas.

1964 Se vuelve a crear la DGOP dejando las Direcciones subordinadas a ella.

1997 El 10.11.97, la Dirección de Riego toma el nombre de **Dirección de Obras Hidráulicas** manteniendo su dependencia de la DGOP.