



GOBIERNO DE CHILE  
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO  
SECRETARÍA EJECUTIVA

DIVISIÓN ESTUDIOS Y DESARROLLO

# DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE DRENAJE EN CHILE

## INFORME FINAL

### RESUMEN Y CONCLUSIONES

SANTIAGO, JULIO 2008

**GCF INGENIEROS CONSULTORES LTDA.**

Ricardo Matte Pérez 0535 - Fono 56 2 209 7179 · Fax 56 2 209 7103  
e-mail [gcabrera@entelchile.net](mailto:gcabrera@entelchile.net) Providencia Santiago Chile

**ÍNDICE**  
**RESUMEN Y CONCLUSIONES**

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	1
2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO .....	3
3 BASES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS .....	6
3.1 Caracterización y Evaluación de los Sectores con Problemas de Drenaje que han sido Identificados .....	6
3.2 Criterios de Diseño de las Obras de Drenaje .....	7
4 PROPUESTA DE UNA CARTERA DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL EN EL CONTEXTO DE LA LEY 18.450 .....	8
4.1 Cartera de Iniciativas de Inversión a Nivel de Perfil .....	9
4.2 Lineamientos para una Política Nacional de Drenaje en Chile .....	15
4.3 Antecedentes Generales de Drenaje en Chile .....	15
4.3.1 Diagnóstico General de la Situación del Drenaje en Chile .....	15
4.3.2 Breve Análisis de los Problemas de Drenaje a lo Largo del País .....	19
4.3.3 Investigación y Transferencia Tecnológica .....	20
4.3.4 Gestión de los Sistemas de Drenaje .....	22
4.3.5 Financiamiento de Proyectos de Drenaje e Institucionalidad .....	23
4.4 Lineamientos para una Política Nacional de Drenaje .....	23
4.4.1 Importancia de una Política Nacional de Drenaje .....	23
4.4.2 Marco General de la Política de Drenaje .....	24
4.4.3 Objetivos de la Política de Drenaje .....	24
4.4.4 Estrategias de la Política de Drenaje .....	25

---

## **DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE DRENAJE EN CHILE**

### **1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

La Comisión Nacional de Riego ha encargado a la empresa Consultora GCF Ingenieros Consultores Ltda. el desarrollo del estudio "Diagnóstico y Caracterización de los Problemas de Drenaje en Chile", cuyo objetivo general es contar con bases técnicas, socioeconómicas, jurídicas, culturales y ambientales destinadas a establecer el lineamiento de una Política de Drenaje de los suelos del país y la posterior propuesta de un plan director o Programa Nacional de Riego y Drenaje que analice y defina propuestas que permitan su operatividad.

El estudio se ha dividido en tres etapas, cada una de las cuales está conformada por subetapas, las que se detallan a continuación:

#### **ETAPA I: REVISIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES**

- Subetapa 1.1: Recopilación y Análisis de Antecedentes Descriptivos y Estadísticos
- Subetapa 1.2: Recopilación y Análisis de Información Cartográfica Existente
- Subetapa 1.3: Sistematización de Información Recopilada
- Subetapa 1.4: Compatibilización de Información Recopilada e Incorporación al SIIR-CNR
- Subetapa 1.5: Preparación de Tipología del Drenaje

#### **ETAPA II: DIAGNÓSTICO ACTUALIZADO DE LA SITUACIÓN DEL DRENAJE EN CHILE**

- Subetapa 2.1: Identificación y Cuantificación del Problema de Drenaje
- Subetapa 2.2: Análisis de Instrumentos Jurídicos nacionales Vigentes
- Subetapa 2.3: Análisis de la Legislación Internacional. Posibilidad de Adaptarlo al Caso Chileno
- Subetapa 2.4: Análisis de la habilitación y/o Conservación de los Suelos de Mal drenaje a la Luz de los Acuerdos Comerciales Internacionales
- Subetapa 2.5: Diagnóstico Actualizado de la Situación del Drenaje en Chile

#### **ETAPA III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Subetapa 3.1: Bases para la Elaboración de Propuestas Técnicas
- Subetapa 3.2: Propuesta de una Cartera de Iniciativas de Inversión a Nivel de Perfil
- Subetapa 3.3: Propuesta de Lineamientos de una Política de Habilitación de Suelos Drenables y de Conservación de terrenos Húmedos y de un Plan Nacional de Habilitación de Suelos de Mal Drenaje y Determinación de Áreas de Conservación
- Subetapa 3.4: Informe Final del Estudio

El presente informe, corresponde al Resumen y Conclusiones del estudio, y tiene por objetivo presentar de manera resumida una descripción de las actividades realizadas durante el desarrollo del estudio y las principales conclusiones del mismo.

En primer término se recopiló y analizó antecedentes de tipo descriptivo, estadístico y cartográfico relacionados con los suelos y la problemática del drenaje en Chile.

Luego, toda la información que fue recopilada y validada en este estudio, referente a suelos con problemas de drenaje, clases de drenaje y/o capacidad de uso de los suelos, se compatibilizó con la información contenida en el SIIR-CNR y toda aquella información más reciente, fue incorporada a este Sistema de Información Geográfica.

Esto dio origen a una serie de láminas, donde se aprecia tanto la información originalmente incluida en el SIIR-CNR así como la información complementaria que se ha incluido en el marco del presente trabajo.

También se preparó una tipología de drenaje, la que posteriormente se utilizó como parte de la caracterización de los sectores con problemas de drenaje que fueron identificados.

A partir de la identificación y caracterización de los sectores de mal drenaje en el país, definidos como tales en función de determinados criterios técnicos, asociados a valores específicos para la capacidad de uso y categoría de drenaje, se realizó el diagnóstico actualizado de la situación de drenaje en Chile.

En forma complementaria se desarrolló un análisis de los instrumentos jurídicos nacionales vigentes, de la legislación internacional y de su posible adaptación al caso chileno y de los efectos sobre la habilitación y/o conservación de los suelos de mal drenaje que generan los acuerdos comerciales internacionales en que se inserta el país.

Los sectores con problemas de mal drenaje que se identificó, fueron caracterizados mediante una serie de parámetros que permitieron definir un indicador de su potencial para desarrollar en ellos proyectos de drenaje. Los sectores se ordenaron de acuerdo a dicho indicador y se eligió aquellos que estuvieran por sobre el valor medio, resultando de ello un total de 129 sectores que fueron seleccionados para elaborar en ellos proyectos de saneamiento a nivel de perfil.

Los proyectos de perfil incluyen evaluaciones económicas considerando precios sociales y de mercado las que han permitido determinar, como una primera aproximación, la factibilidad económica de implementar los proyectos.

En función de los resultados de las evaluaciones económicas realizadas, se eligió un conjunto de proyectos para conformar una cartera de proyectos de inversión, a nivel de perfil, en el contexto de la Ley 18.450, que se podría desarrollar en el mediano plazo hasta etapas de diseño más avanzadas, para evaluar con mayor precisión su factibilidad técnico-económica.

Finalmente, el estudio incluyó los lineamientos generales para una política nacional de drenaje en el país y para un programa de habilitación de suelos con mal drenaje y de conservación de suelos húmedos.

## 2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Se identificó y caracterizó un total de 703 sectores con problemas de drenaje los que se distribuyen regionalmente de acuerdo a lo que se presenta en la Tabla 2-1 siguiente.

Tabla 2-1  
Sectores Identificados con Problemas de Drenaje por Región

REGIÓN	SECTORES IDENTIFICADOS CON PROBLEMAS DE DRENAJE
I y XV	36
II	10
III	33
IV	49
V	38
VI	116
VII	104
VIII	96
IX	76
X y XIV	51
XI	20
XII	17
RM	57
TOTAL	703

El proceso de evaluación de los sectores, tendiente a establecer las áreas prioritarias de drenaje ha permitido tener un listado priorizado de sectores para seleccionar en qué sectores se desarrollarían los proyectos de drenaje a nivel de perfil.

De la caracterización y evaluación de un total de 703 sectores con problemas de drenaje identificados a nivel nacional, se han obtenido los resultados que se presentan resumidos en la Tabla 2-2.

Respecto al proceso de caracterización y evaluación de los sectores, es importante señalar que durante el llenado de las fichas se podían encontrar diferentes situaciones como por ejemplo:

- El sector se encuentra dentro de un área protegida (SNASPE, RAMSAR, Sitio Prioritario): en este caso, no correspondería desarrollar proyecto de saneamiento, por lo que en la ficha, al índice se le ha asignado un valor -1.
- Las condiciones del sector son tales que se propone como Área de Conservación (vegas o pantanos permanentes, o sitios con pocas posibilidades de saneamiento efectivo): en este caso tampoco correspondería elaborar un proyecto de drenaje y por lo tanto se ha asignado también al índice un valor -1.
- El sector por las características internas del suelo, o por condiciones topográficas presenta problemas teóricos de drenaje, pero en la práctica, ya sea por condiciones hidrológicas o por la implementación reciente de obras de saneamiento, no se observan actualmente problemas de drenaje: en este caso, tampoco correspondería desarrollar un proyecto de drenaje, sobretodo considerando el gran número de sectores con problemas permanentes de mal drenaje, por lo que al índice se le asignó un valor -1.
- El sector analizado se encuentra dentro del área de expansión urbana: en este caso, la vida útil de un proyecto sería menor a lo esperado, por lo que se ha determinado no considerar estos sectores como sectores factibles para desarrollar proyectos de drenaje. Se ha asignado al índice un valor -1.
- En algunos casos específicos (2% del total), no se tuvo la información suficiente para realizar la evaluación. En estos casos también se asignó al índice un valor -1.

En todos los casos, se indica en la ficha cuál es el motivo por el que se ha asignado dicho valor al índice.

Los valores obtenidos para el índice varían entre 1.3 y 2.3 y se ha definido arbitrariamente un valor límite de 1.8 sobre el cual los sectores serán considerados para el desarrollo de proyectos de drenaje a nivel de perfil.

A partir del criterio señalado, ha resultado un total de 129 sectores seleccionados.

A modo de análisis de sensibilidad, se varió el criterio de corte, considerando un valor límite de 1.85 para el índice y el número de sectores seleccionados se redujo a 65, cifra que resulta por debajo de lo considerado inicialmente, por lo que se ha mantenido el criterio original (índice >1.80).

TABLA 2-2  
RESUMEN GENERAL DE LA CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE SECTORES CON PROBLEMAS DE DRENAJE

REGIÓN	Nº SECTORES C/PROBL. DRENAJE IDENTIFICADOS	Nº SECTORES CON CONDICIONES PARTICULARES (índice = -1)					Nº SECTORES EVALUADOS (índice ≠ -1)	Nº SECTORES SELECCIONADOS (índice > 1,80)
		En Área Conserv.	En Zona Exp Urbana	Propto. Como A. Cons.	Sin Probl. Dr. Actual	Sin información		
I	36	0	0	0	6	0	30	5
II	10	0	0	0	0	0	10	3
III	33	10	0	0	0	0	23	2
IV	49	6	1	0	13	4	25	9
V	38	0	1	0	22	0	15	13
VI	116	0	0	3	21	0	92	14
VII	104	3	0	0	8	0	93	20
VIII	96	0	0	12	23	0	61	20
IX	76	9	2	12	0	0	53	8
X	51	6	0	5	1	6	33	15
XI	20	0	0	8	0	1	11	2
XII	17	0	0	0	0	4	13	1
XIII (RM)	57	4	1	10	14	2	26	17
TOTAL	703	38	5	50	108	17	485	129

Los sectores identificados y caracterizados dieron origen a un listado priorizado a partir del cual se seleccionó un total de 129 sectores, en ellos se desarrollaron proyectos de drenaje a nivel de perfil que fueron evaluados económicamente, tanto a precios sociales como de mercado.

El resultado de la evaluación económica indicó que el 75% de los proyectos desarrollados (97 de 129) resultaron rentables, por lo que son los que conforman la propuesta de cartera de proyectos de inversión.

A continuación se presentan las bases para la elaboración de las propuestas técnicas, los criterios de diseño para las obras de drenaje, la propuesta de una cartera de iniciativas de inversión a nivel de perfil en el contexto de la Ley 18.450 y los lineamientos para una Política Nacional de Drenaje en Chile.

### **3 BASES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS**

#### **3.1 Caracterización y Evaluación de los Sectores con Problemas de Drenaje que han sido Identificados**

En el capítulo anterior se presentó la Ficha de Caracterización de Sectores, la cual ha permitido a través de la evaluación de una serie de atributos, definir un índice asociado a cada sector. Estos índices pretenden reflejar las condiciones que presentan los sectores con problemas de drenaje para la implementación en ellos de proyectos de saneamiento, por lo que se han utilizado para generar un listado priorizado de los sectores y a partir de este ranking, seleccionar los sectores en que se desarrollaron proyectos a nivel de perfil.

A partir de la identificación y cuantificación de los problemas de drenaje por Región y cuenca hidrográfica, que ha permitido elaborar el diagnóstico actualizado de la situación del drenaje en Chile, se establecen a continuación las bases para la elaboración de las propuestas técnicas

Estas propuestas técnicas corresponden a la base sobre la cual se han desarrollado los proyectos de drenaje a nivel de perfil en cada uno de los sectores seleccionados.

Para la selección de los sectores se consideró una serie de factores que fueron evaluados a través de las fichas de caracterización. Esto dio origen a un índice ponderado de evaluación de sectores, que permitió medir las ventajas comparativas entre ellos y ordenarlos jerárquicamente.

Una vez seleccionados los sectores donde serían desarrollados los proyectos, correspondió establecer las bases de diseño que se utilizarían para elaborar los proyectos de saneamiento. Estos criterios generales son los que a continuación se detalla.

### **3.2 Criterios de Diseño de las Obras de Drenaje**

En general los proyectos contemplan sistemas de drenaje formados por drenes primarios y drenes secundarios. Ambos tipos de drenes son zanjas excavadas en el terreno, pero los primarios descargan directamente a los cauces del sector, mientras que los secundarios descargan a los drenes primarios.

La geometría de los drenes debe ser tal que permita lograr una depresión mínima requerida de la napa. Esto con el objetivo de proteger los sistemas radiculares de los cultivos después de transcurrida la duración de la lluvia de diseño que define el coeficiente de drenaje.

Esta profundidad se ha estimado como mínimo en 0,30 m a no ser que, en aquellos suelos donde existe fierrillo (suelos ñadis), la profundidad de éste lo limite a otra magnitud. En todo caso deberá intentarse, como objetivo, que sea lo máximo que posibilite razonablemente las cotas del sistema general de drenes. Preferentemente debiera ser aproximadamente del orden de 0,60 m.

Respecto a los drenes primarios, éstos reciben la descarga de los drenes secundarios y su espaciamiento y disposición general será la que corresponda según la configuración y topografía del terreno y la disposición de los drenes secundarios, teniendo en cuenta las descargas a los cauces naturales, cercos, caminos y deslindes de propiedades.

En general las distancias entre ellos no debieran superar los 1.000 m.

Los drenes secundarios, que reciben las descargas de los drenes topo (en los sectores y predios donde los propietarios estimen necesario implementarlos), se distribuirán según la conformación y topografía del terreno, límites de propiedades, cercos y caminos, con espaciamientos variables entre 200 y 400 m.

Entre la descarga de los topos y el nivel del agua en el dren secundario, debe disponerse de una altura mínima de 0,20 m.

En general, las longitudes de los drenes secundarios no debieran superar los 500 m.

En los casos en que se requiera complementar el sistema de drenaje con drenes topo (intraprediales), el espaciamiento entre líneas debiera ser entre 5 y 10 m.

Respecto a pendientes, profundidades, taludes y anchos basales de drenes (Secundarios y Primarios), las condiciones de diseño son:

Pendientes mínimas aceptables:	0,1%
Profundidades mínimas:	0,60 m

Profundidades máximas:	3,00 m
Taludes (H/V)	
Condiciones con fierrillo sobre gravas:	1/10
Suelos aluviales:	1/5 a 1/10
Otras condiciones	1/1
Ancho basal mínimo $\geq$ 0,60 m según requerimientos de capacidad	

No obstante lo anterior, se ha determinado, como criterio conservador en esta etapa de perfil, realizar las evaluaciones de volúmenes de obra considerando taludes 1:1 para las excavaciones.

La lluvia de diseño se ha definido como la precipitación máxima en 72 horas asociada a un período de retorno de 2 años. A partir de ella se determina el coeficiente de drenaje, que corresponde a la intensidad media de la lluvia, en mm/día, que el sistema de drenaje debe ser capaz de evacuar.

Lo anterior se ha evaluado para cada sector a partir de las isoyetas de precipitación máxima en 24 horas y de período de retorno 10 años, disponibles para todo Chile (Estudio DGA, Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días”) y transformadas a la duración y período de retorno requeridos, a través de los coeficientes de duración y frecuencia de cada zona geográfica, también disponibles en el estudio DGA citado y en el Manual de Carreteras del MOP.

#### **4 PROPUESTA DE UNA CARTERA DE INICIATIVAS DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL EN EL CONTEXTO DE LA LEY 18.450**

En el texto del informe se han incluido las fichas correspondientes a los proyectos de drenaje desarrollados a nivel de perfil para cada uno de los sectores seleccionados.

En estas fichas se incluye la información general de cada sector, como por ejemplo: ubicación, accesos, características de los suelos, situación agropecuaria actual y proyectada una vez drenado, principales obras proyectadas, costos y resumen de la evaluación económica realizada en cada caso.

Dado que los proyectos deben enmarcarse dentro del contexto de la Ley 18.450, lo que limita los costos de los mismos, se definió en etapas anteriores una superficie de referencia de 500 ha para los proyectos. Sin embargo, dado que en algunos casos dicha superficie se supera largamente, se ha desarrollado los proyectos como una solución global única, pero que para efectos de financiamiento y organización de las futuras comunidades de drenaje, deberán separarse en subproyectos de superficies en torno a las 500 ha, asociadas a drenes o subsistemas de drenes independientes, lo que representará una reducción proporcional en el costo de las obras, para ajustarse al contexto de la Ley 18.450.

#### 4.1 Cartera de Iniciativas de Inversión a Nivel de Perfil

A continuación se presenta un resumen con los resultados de la evaluación de los proyectos, clasificados según su rentabilidad, tanto a precios sociales como de mercado, observándose que del total de proyectos evaluados, el 75% (97 proyectos) resultaron rentables, por lo que ellos constituirían la Cartera de Iniciativas de Inversión.

La evaluación de los proyectos de drenaje entregó resultados que se pueden resumir en la tabla siguiente.

Tabla 4.1-1  
Resultados de la Evaluación Económica de los Proyectos  
(Nº de Proyectos según Rentabilidad)

Región	Rentable P Soc. y P. Merc.	Rentable Sólo P. Soc.	No Rentable P Soc. ni P. Merc.	Total
1 y 15	1	1	3	5
2	0	0	3	3
3	2	0	0	2
4	9	0	0	9
5	12	0	1	13
6	13	1	0	14
7	13	3	4	20
8	17	1	2	20
9	5	1	2	8
10 y 14	8	2	5	15
11	0	0	2	2
12	0	0	1	1
13	17	0	0	17
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>129</b>
(%)	75,2	7,0	17,8	100,0

En función de lo anterior, se ha generado una base de datos con los 97 proyectos que resultaron positivamente evaluados (Todos con VAN>0, para Precios de Mercado y Precios Sociales), para constituir la Cartera de Proyectos de Drenaje.

Esta base de datos se ha estructurado sobre tres grupos de proyectos con prioridad diferenciada, según los resultados de la evaluación.

Para la priorización se utilizó como indicador, además del VAN >0, la TIR, resultando lo siguiente.

Tabla 4.1-2  
Clasificación de los Proyectos con VAN>0, según la TIR de P. Mercado  
(N° de Proyectos por tramo)

Región	Tir Promedio (P Merc)	<10	10 - 15	15 - 20	>20	Total
I y XV	12,3		1			1
II	-					0
III	17,1			2		2
IV	33,5			3	6	9
V	29,0	1	5	3	3	12
VI	44,4	2			11	13
VII	34,2	1	2		10	13
VIII	39,0		4		13	17
IX	9,7	3	2			5
X y XIV	9,5	8				8
XI	-					0
XII	-					0
RM	34,7	3	4		10	17
TOTAL	26,3	18	18	8	53	97

En función de lo señalado, la Cartera de Proyectos estaría conformada de la siguiente forma:

El primer grupo incluye los proyectos con TIR superior al 20%. Son 53 proyectos designados como de primera prioridad.

El segundo grupo incluye los proyectos con TIR entre 10% y 20%. Son 26 proyectos que deberían abordarse con posterioridad al primer grupo.

Finalmente, el tercer grupo incluye los 18 proyectos que resultaron con TIR menor al 10%.

Al observar el detalle de los proyectos por región (Tabla anterior), se puede apreciar que los proyectos mejor evaluados se concentran exclusivamente entre las regiones de Coquimbo y Bío-Bío.

El resto de los proyectos, también se concentra entre dichas regiones, pero aparecen Algunos proyectos en otras regiones.

En las Regiones de Antofagasta, de Aysén y de Magallanes, no hay proyectos de drenaje que a nivel de perfil hayan resultado bien evaluados, es decir, con VAN>0 tanto para precios sociales como de mercado.

Por lo tanto, si se quiere implementar proyectos en dichas zonas deberá contemplarse financiamiento diferenciado, por ejemplo a través de concursos especiales de la Ley 18.450, ya que en igualdad de condiciones con proyectos de otras regiones, no pueden competir por dichos recursos.

El listado de los proyectos que forman la Cartera de Iniciativas de Inversión Propuesta es el siguiente.

Tabla 4.1-3  
Cartera de Proyectos a Nivel de Perfil  
Ordenados por Región y por VAN Unitario

REGIÓN	SECTOR	SUPERFICIE (ha)	PRECIOS DE MERCADO		PRECIOS SOCIALES		Pr. Mercado VAN/ha (Mill \$/ha)
			VAN (Millones de \$)	TIR (%)	VAN (Millones de \$)	TIR (%)	
PRIORIDAD 1 (TIR > 20%)							
IV	20	206	2.292,9	63,5%	2.431,1	66,0%	11,1
IV	23	58	599,8	53,6%	638,7	55,9%	10,3
IV	30	92	925,7	58,9%	1.008,1	62,0%	10,1
IV	27	117	1.144,2	24,1%	1.284,2	25,6%	9,8
IV	26	96	895,9	22,9%	1.010,3	24,4%	9,3
IV	2	311	1.871,9	27,7%	2.288,2	30,8%	6,0
V	24	804	8.903,2	147,0%	10.489,0	164,2%	11,1
V	18	363	3.632,1	56,5%	4.348,1	62,7%	10,0
V	5	544	3.760,6	22,6%	4.486,3	24,7%	6,9
VI	96	3.104	12.865,5	55,8%	15.822,5	62,8%	4,1
VI	92	1.115	4.554,4	52,6%	5.616,3	59,2%	4,1
VI	87	2.025	8.064,1	58,0%	10.054,7	65,8%	4,0
VI	86	2.187	8.680,5	57,2%	10.829,7	64,9%	4,0
VI	84	2.332	9.241,6	56,8%	11.532,4	64,5%	4,0
VI	85	2.072	8.156,9	55,0%	10.193,1	62,4%	3,9
VI	80	2.058	8.030,7	52,4%	9.948,2	59,2%	3,9
VI	112	5.642	21.646,8	49,4%	27.191,6	56,3%	3,8
VI	91	586	2.242,7	42,4%	2.800,4	48,1%	3,8
VI	113	3.930	14.875,0	47,1%	18.736,1	53,7%	3,8
VI	110	2.862	9.487,5	33,0%	12.299,3	38,1%	3,3

Tabla 4.1-3  
Cartera de Proyectos a Nivel de Perfil  
Ordenados por Región y por VAN Unitario

REGIÓN	SECTOR	SUPERFICIE (ha)	PRECIOS DE MERCADO		PRECIOS SOCIALES		Pr. Mercado VAN/ha (Mill \$/ha)
			VAN (Millones de \$)	TIR (%)	VAN (Millones de \$)	TIR (%)	
PRIORIDAD 1 (TIR > 20%)							
VII	39	1.142	5.860,2	23,1%	7.173,1	25,6%	5,1
VII	83	1.014	5.094,1	58,6%	6.133,9	65,3%	5,0
VII	82	1.121	4.922,4	53,1%	5.903,4	58,9%	4,4
VII	44	3.703	16.149,6	53,8%	19.936,4	60,7%	4,4
VII	50	9.470	40.003,7	55,4%	49.318,7	62,5%	4,2
VII	9	2.117	8.723,3	61,9%	10.599,8	69,2%	4,1
VII	11	326	931,9	28,3%	1.125,5	31,4%	2,9
VII	42	1.523	3.287,4	32,2%	4.025,1	36,0%	2,2
VII	86	8.617	16.643,8	22,2%	21.477,0	25,3%	1,9
VII	100	584	905,5	24,1%	1.118,2	27,0%	1,6
VIII	92	2.341	11.523,6	55,4%	14.042,0	62,2%	4,9
VIII	88	945	4.623,8	54,0%	5.640,6	60,6%	4,9
VIII	90	409	1.987,8	54,7%	2.428,0	61,4%	4,9
VIII	89	770	3.655,7	48,0%	4.484,5	54,0%	4,7
VIII	13	2.028	8.883,2	48,9%	11.131,2	55,6%	4,4
VIII	94	429	1.727,0	50,4%	2.138,6	57,0%	4,0
VIII	28	1.411	5.540,1	52,8%	6.883,2	59,8%	3,9
VIII	25	1.539	5.916,2	48,5%	7.380,8	55,1%	3,8
VIII	27	1.334	5.076,4	46,8%	6.346,2	53,1%	3,8
VIII	93	345	1.307,6	42,2%	1.637,7	47,9%	3,8
VIII	95	781	2.876,2	37,4%	3.624,7	42,6%	3,7
VIII	26	812	2.946,7	40,5%	3.719,7	46,2%	3,6
VIII	29	5.634	20.066,8	39,2%	25.432,8	45,1%	3,6
XIII (RM)	26	153	1.091,1	77,5%	1.286,1	85,6%	7,1
XIII (RM)	32	2.142	12.470,2	69,4%	15.097,9	77,5%	5,8
XIII (RM)	35	606	3.352,7	55,8%	4.095,6	62,8%	5,5
XIII (RM)	28	535	2.815,8	45,2%	3.471,9	50,9%	5,3
XIII (RM)	40	935	4.404,4	59,7%	5.268,0	66,7%	4,7
XIII (RM)	41	916	4.026,6	42,9%	4.873,0	47,8%	4,4
XIII (RM)	25	1.100	4.505,9	45,3%	5.436,6	50,5%	4,1
XIII (RM)	27	247	926,6	43,1%	1.112,9	47,9%	3,8
XIII (RM)	31	957	3.000,2	50,5%	3.597,5	55,9%	3,1
XIII (RM)	48	708	657,8	22,5%	839,2	25,5%	0,9

Tabla 4.1-3  
 Cartera de Proyectos a Nivel de Perfil  
 Ordenados por Región y por VAN Unitario

REGIÓN	SECTOR	SUPERFICIE (ha)	PRECIOS DE MERCADO		PRECIOS SOCIALES		Pr. Mercado VAN/ha (Mill \$/ha)
			VAN (Millones de \$)	TIR (%)	VAN (Millones de \$)	TIR (%)	
PRIORIDAD 2 (10% < TIR < 20%)							
I Y XV	3	70	48,3	12,3%	96,0	15,9%	0,7
III	17	56	238,6	17,1%	278,8	18,3%	4,3
III	15	49	206,3	17,1%	241,6	18,3%	4,2
IV	4	102	774,2	19,0%	953,9	21,0%	7,6
IV	10	113	571,4	15,9%	751,2	17,9%	5,1
IV	29	284	917,4	16,0%	1.310,8	18,6%	3,2
V	13	1.957	11.817,6	19,8%	13.667,5	21,2%	6,0
V	8	7.646	42.551,7	15,5%	56.870,3	17,6%	5,6
V	25	965	4.413,5	15,5%	5.327,6	16,8%	4,6
V	12	246	968,5	14,9%	1.180,4	16,1%	3,9
V	10	431	1.541,6	12,1%	2.053,8	13,3%	3,6
V	19	74	191,1	11,6%	344,8	14,1%	2,6
V	32	103	136,1	10,1%	222,7	11,4%	1,3
V	26	1.294	373,7	12,8%	621,2	15,4%	0,3
VII	3	1.033	1.566,4	10,9%	2.766,2	12,8%	1,5
VII	30	1.380	1.396,9	12,9%	1.819,9	14,2%	1,0
VIII	32	13.193	19.979,5	11,9%	32.361,6	14,0%	1,5
VIII	31	600	835,8	10,2%	1.674,7	12,2%	1,4
VIII	36	10.213	12.436,0	11,2%	21.399,7	13,2%	1,2
VIII	41	1.919	2.249,8	10,9%	4.050,0	13,0%	1,2
IX	55	12.328	14.535,2	10,5%	32.745,1	13,1%	1,2
IX	32	4.451	3.865,2	10,2%	9.335,6	12,9%	0,9
XIII (RM)	38	443	1.606,4	13,5%	2.244,8	15,4%	3,6
XIII (RM)	29	276	645,9	11,6%	1.028,8	13,4%	2,3
XIII (RM)	18	2.689	5.453,4	14,1%	7.486,9	16,0%	2,0
XIII (RM)	13	623	735,5	12,6%	1.047,8	14,3%	1,2

Tabla 4.1-3  
Cartera de Proyectos a Nivel de Perfil  
Ordenados por Región y por VAN Unitario

REGIÓN	SECTOR	SUPERFICIE (ha)	PRECIOS DE MERCADO		PRECIOS SOCIALES		Pr. Mercado VAN/ha (Mill \$/ha)
			VAN (Millones de \$)	TIR (%)	VAN (Millones de \$)	TIR (%)	
PRIORIDAD 3 (TIR < 10%)							
V	33	77	64,2	9,3%	129,1	10,6%	0,8
VI	103	7.962	8.435,2	9,8%	17.907,9	11,6%	1,1
VI	77	6.576	154,7	8,0%	6.334,0	9,6%	0,02
VII	40	525	156,7	8,5%	626,8	9,9%	0,3
IX	38	20.711	27.463,1	indet.	55.577,5	14,0%	1,3
IX	25	1.540	1.049,9	9,6%	3.140,3	12,3%	0,7
IX	31	1.978	637,6	8,7%	3.563,8	11,5%	0,3
X Y XIV	31	1.640	981,8	9,7%	2.907,3	12,7%	0,6
X Y XIV	23	3.803	2.116,8	9,6%	6.465,0	12,6%	0,6
X Y XIV	28	2.576	1.355,9	9,5%	4.379,9	12,4%	0,5
X Y XIV	2	4.834	2.525,7	9,7%	6.765,3	12,3%	0,5
X Y XIV	8	1.800	914,1	9,5%	2.541,0	11,9%	0,5
X Y XIV	3	16.757	8.461,0	9,7%	22.896,2	12,2%	0,5
X Y XIV	1	4.616	2.329,5	9,6%	6.329,5	12,1%	0,5
X Y XIV	21	1.682	221,7	8,4%	1.608,3	10,8%	0,1
XIII (RM)	24	237	226,7	9,6%	442,6	10,9%	1,0
XIII (RM)	22	944	287,3	8,5%	1.096,7	9,9%	0,3
XIII (RM)	23	468	57,2	8,2%	457,7	9,6%	0,1

## **4.2 Lineamientos para una Política Nacional de Drenaje en Chile**

## **4.3 Antecedentes Generales de Drenaje en Chile**

### **4.3.1 Diagnóstico General de la Situación del Drenaje en Chile**

La agricultura fue durante el siglo pasado uno de los sectores más tradicionales y conservadores de la economía nacional, en el sentido de las técnicas de explotación, administración, comercialización, etc. Sin embargo, en las últimas décadas, debido a la globalización e internacionalización económica nacional, se han estado produciendo nuevos requerimientos al sector agrícola, proceso que está siendo liderado por el sector frutícola y vitivinícola exportador.

Hoy en día existen numerosas áreas que no están incorporadas al proceso modernizador y requieren de apoyo estatal para enfrentar los nuevos desafíos, con posibilidades reales de alcanzar niveles superiores de eficiencia. Estos sectores son, en su mayor parte, pequeños productores agrícolas localizados en áreas marginales, que en muchos casos se encuentran en condiciones de extrema pobreza.

Dentro de las actividades agrícolas, el riego es una de las más trascendentes y de su correcto funcionamiento, depende en gran parte el resultado del proceso productivo agropecuario.

Al respecto, se debe señalar que hasta comienzos del siglo pasado, el principal desarrollo de las obras de riego fue producto del esfuerzo del sector privado. A partir de 1914 el Estado, comenzó a participar en este sector llegando a los años 60 como el principal agente inversionista en riego. Producto de ambas acciones, pública y privada, Chile vio crecer su superficie puesta en riego de 975.000 ha en 1914 a 1.800.000 ha en 1970 (FAO), en que esta última cifra se alcanzó por la Reforma Agraria de esos años. Como resultado de las políticas de ajuste anti-inflacionario y de menor intervención del Estado, el Gobierno redujo sustancialmente a partir de 1975 el presupuesto destinado al desarrollo del riego. Como consecuencia de esta medida, no se construyó obras grandes o medianas durante poco menos de 20 años, con lo que la superficie de riego se mantuvo prácticamente estancada. En esa época se dió término a obras ya iniciadas y se procedió a la reparación de sistemas de riego ya existentes. No obstante, la reducción de la participación del Estado en el período anterior condujo a un notable deterioro de las obras extraparcclarias.

A partir de octubre de 1985, con la promulgación de la Ley 18 450 de Fomento de la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, se inició una nueva política en el riego y el drenaje. Dicha ley concedía un subsidio sobre el costo de las obras y equipos de riego y drenaje que contribuyeran a incorporar nuevas superficies de riego, rehabilitar y mejorar sistemas con riego deficitario o habilitar suelos agrícolas mal drenados. En 1990 dicha ley fue modificada fruto de una nueva política nacional de fomento del riego, dirigiéndose los principales cambios a subsidiar (hasta el 75

por ciento) obras de riego en el país en favor del riego campesino con recursos complementarios, gracias al convenio entre la Comisión Nacional de Riego (CNR), el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS).

En el período 1986-1996 se habían beneficiado de las ayudas de la Ley 18.450 unas 400.000 ha, de las cuales 22.400 ha correspondieron a nueva puesta en riego. Sin embargo, se estima que la superficie real beneficiada era menor, debido a duplicidad de superficies beneficiadas, obras que no tuvieron impactos sobre la producción o superficies que no se regaron o drenaron por diferentes motivos (obras destruidas por inundaciones, pozos sin agua, fallos técnicos o de ejecución, altos costos de operación, abandono de predios, etc.).

En el período 1990-1999, con la finalidad de mejorar la seguridad en el recurso y aumentar la eficiencia en el uso del agua, el Estado programó tres grandes líneas de acción en su Política de Regadíos. Estas líneas de acción varían según la cuantía de la inversión del proyecto respectivo y se concentran en las Grandes Obras de Riego, Programa de Obras Medianas de Riego (PROMM), dirigidas a las obras de almacenamiento, captación y transporte, y el Programa de Obras Menores de Riego, para las instalaciones de distribución y prediales. En lo relativo al sector privado, su acción se limitaba a la Ley 18.450 y a las opciones de participación del sector privado en grandes obras de riego.

Gracias al Programa de Grandes Obras, se habría mejorado el riego en 12.000 ha con el embalse de Santa Juana e incrementado la superficie en riego en 11.200 ha con el canal Penciahue. De la misma forma, mediante el PROMM se mejoró la seguridad del riego de unas 85.000 ha.

Considerando los factores clima, suelo y agua, así como aspectos técnicos, económicos y ambientales, la superficie potencial de riego en Chile se estima en unos 2,5 millones de ha.

El principal impacto de la Ley 18.450 ha sido el cambio en el uso de la tierra con el crecimiento en la superficie de frutales, hortalizas, vid vinífera y remolacha azucarera en el sur, en detrimento de la superficie dedicada a cereales, cultivos industriales y pastos naturales. Este cambio, generalizado para la agricultura chilena, ha sido proporcionalmente mucho mayor en la agricultura bajo riego.

Así como respecto al riego en Chile se tiene un conocimiento bien aproximado de lo que ha sido y es su situación en el país, en cuanto al drenaje de suelos con potencial agrícola, las estadísticas del país son variadas y disímiles; sin embargo, un análisis apenas somero indica que el problema existe, es real y de magnitud, aunque aún no se le ha dado la importancia debida para incorporar nuevas áreas drenadas al desarrollo.

De acuerdo a los estudios agrológicos realizados a lo largo del país, existen del orden de 1.300.000 ha de suelos con drenaje muy pobre a imperfecto. Si se agregan a éstos aquéllos con drenaje moderado, el total de terrenos con alguna limitación por drenaje se eleva a 1.600.000 ha. Confrontando estos datos nacionales con los terrenos regados con cierta seguridad en el país, del orden de 1.200.000 ha, y con la estimación de las tierras arables, del orden de los 5.200.000 ha, se aprecia claramente la magnitud del problema. Entre las Regiones Metropolitana y Décima, se estiman unas 800.000 ha de suelos con drenajes restringidos; 554.700 ha de éstas se encuentran sólo en la X Región.

A modo de ejemplo, se puede señalar que en 1984 existían cerca de 10.000 ha en la IX Región, favorecidas por obras de saneamiento, generalmente obras sencillas de protección contra inundaciones en algunos cauces naturales. Por medio de la Ley 18.450, dentro del programa dedicado a habilitar suelos agrícolas mal drenados, durante el período 1986-1993 se beneficiaron unas 6.800 ha con obras de drenaje.

Mediante el "Programa de Recuperación y Rehabilitación de tierras con riego y drenaje en las Regiones IX y X" (1995-2000), dentro del programa de Crédito de Preinversión MIDEPLAN-BID, se identificaron en esas regiones cerca de 575.000 ha con problemas de drenaje solucionables. Con el saneamiento de dicha superficie se pretendía diversificar el uso de la tierra, pasando de los pastos naturales, dominio casi exclusivo del uso actual a pastos mejorados, frutales menores y hortalizas. Para este proyecto se contaba con los financiamientos del PROMM y la Ley N°18.450. Dentro de estas áreas se constituirían Comunidades de Drenaje, que se encargarían de la gestión técnica y administrativa de los sistemas de drenaje construidos. A partir de ese programa, la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP ha desarrollado varios estudios de ingeniería para el diseño de sistemas de drenaje, los cuales han cubierto una superficie cercana a las 20.000 ha en la X Región.

Por su parte la CNR a partir de 1986, a través de la Ley 18.450, ha tomado un rol más activo, subvencionando proyectos de obras destinados a recuperar suelos con mal drenaje. Sus esfuerzos, sin embargo, han sido insuficientes, tanto por la complejidad de los problemas y sus soluciones (p.ej. intervención de cauces), como por el aparente poco interés de los particulares, pese a que donde se aplicó, los resultados han sido relevantes. En el período 1986-2000, la superficie drenada, con apoyo de la Ley 18.450 alcanzó sólo a 17.822 ha, beneficiando a 926 agricultores.

En los proyectos llevados a construcción, si bien en la práctica se materializaron, la participación de los beneficiados no se ha podido llevar a cabalidad, debido a la imposibilidad de, por ejemplo, conseguir la recuperación de los costos de esas obras de drenaje. De esta forma, si bien la mayoría de los proyectos se encuentran en funcionamiento, con notables beneficios productivos y prediales por efecto de la construcción de los drenes, la organización de los agricultores no ha sido factible de implementar, debido esencialmente a la falta de cooperación y de

liderazgo entre ellos. Es necesario señalar que en varios de estos proyectos, los drenes construidos se encuentran obstruidos y embancados.

En otro ámbito, la mayor parte de obras de drenaje efectuadas corresponden a obras individuales y otras que agrupan a un mayor número de agricultores de menor tamaño a través de INDAP.

Según lo anterior, se puede concluir en forma general que los proyectos impulsados son de carácter estructural y carecen de un apoyo real y directo a los agricultores beneficiados. Así, principalmente en el caso de las obras efectuadas por INDAP, si no son respaldadas con apoyo directo y constante por los organismos, su futuro es de muy corta vida útil, por el mal estado que rápidamente alcanzan los drenes debido a la falta de mantenimiento.

Previo a la construcción de las obras se debería promover la organización de los agricultores en Comunidades de Drenaje. Con lo anterior, se estaría en condiciones de afrontar en mejor forma los posibles problemas que aparezcan y en forma conjunta buscar las mejores soluciones, con el objeto final de perpetuar y mantener las obras tanto en el corto como en el largo plazo.

Refiriéndose ahora a los suelos que se encuentran en condiciones extremas de mal drenaje, donde la condición de anegamiento es permanente, se debe descartar definir una política de drenaje y se debe pensar en su conservación, debido a la necesidad de que el país aborde de manera concertada, adecuada y eficiente la protección efectiva de sus espacios húmedos. En este sentido, la Estrategia Nacional de Biodiversidad, aprobada a fines del 2003, estableció que los humedales constituyen espacios donde se concentra la biodiversidad, siendo determinantes en el funcionamiento de los ecosistemas y en la vida humana.

En estos humedales se encuentra agua fresca, alimentos o lugares para crianza de animales domésticos, pesca o caza. Una parte importante de nuestra población se encuentra a lo largo de la franja costera de nuestro país, a orilla de ríos o esteros o en la desembocadura de los mismos. Hacia el interior, ocurre el mismo patrón de comportamiento, concentrándose las poblaciones en los bordes de ríos o de cuerpos de agua. Desde el extremo norte hasta cerca de Santiago, las cuencas hidrográficas son deficitarias en agua. Es decir, son zonas áridas o semiáridas, en que los humedales constituyen una situación excepcional. Más al sur los humedales son cada vez más frecuentes y continúan concentrando las actividades humanas. El aumento permanente de las actividades productivas y de población presionan esos espacios húmedos.

Debido a lo anterior, desde 1975 existe la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, comúnmente referida como la Convención Ramsar.

La Convención fue aprobada en Chile como Ley de la República en septiembre de 1980 y promulgada como tal a través del DS N° 771 de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores. A la fecha (Abril 2008), Chile cuenta con nueve humedales de importancia internacional (Sitios Ramsar), cubriendo un total de 160.154 hectáreas.

Al adherir a la Convención, el país comprometió su participación y asumió responsabilidades en torno a la protección de los humedales, compromiso al cual se han unido numerosos especialistas y representantes de instituciones, tanto del Estado como privadas.

Por otra parte, además de los humedales existen áreas protegidas, las cuales fueron establecidas principalmente durante la década del '60, pero debido a la alta competencia por los usos productivos del suelo, en la zona central de Chile se logró definir en esos años muy pocas de esas áreas protegidas, situación que no ha sido revertida hasta el día de hoy. Entre la región de Atacama y la del Bío-Bío existen actualmente treinta áreas protegidas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), que en ninguna región sobrepasa el 4% de la superficie regional. Como es lógico, la escasez de áreas protegidas en Chile redundo en que la mayor parte de sus formaciones naturales de vegetación no queden bien representadas. Existe un enorme contraste con las regiones extremas del país, como Magallanes, que posee más del 50% de su superficie protegida.

Sin embargo, existen otras áreas protegidas que permiten complementar la labor y cobertura del SNASPE, como son los Santuarios de la Naturaleza, declarados por el Consejo de Monumentos Nacionales. Éstos corresponden a sitios terrestres o marinos que ofrecen condiciones especiales para desarrollar estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas y ecológicas, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

#### **4.3.2 Breve Análisis de los Problemas de Drenaje a lo Largo del País**

Un buen ejemplo del escaso conocimiento de los problemas de drenaje a nivel de cuenca es el del valle del río Lluta. En efecto, en zonas puntuales de ese valle se han generado problemas por el desconocimiento de la dinámica de los suelos y de las aguas. En el año 1942 se inició un proceso de subdivisión de la tierra y debido al manejo inadecuado de las condiciones naturales de los suelos, se generó un grave problema de drenaje en las zonas más bajas del valle. En 1960 se construyeron colectores subterráneos que, luego de un corto tiempo dejaron de funcionar por efecto del sellado debido a sedimentos y sales, aunque también, por el desconocimiento de las características de los suelos y aguas y por haberse realizado diagnósticos equivocados sobre el problema.

En la II Región de Antofagasta, los problemas de mal drenaje se limitan en su mayoría al área de Calama, en donde la textura arcillosa de sus suelos, unido a la presencia de una estrata impermeable en profundidad, imposibilitan el lavado de las sales de los suelos y la percolación de las aguas de riego, bastante salinas, impidiendo efectuar una agricultura de alto rendimiento con carácter comercial. Esto ha significado reducir el ámbito de los rubros y especies agrícolas a aquéllos resistentes al exceso de agua y de sales.

En la III Región de Atacama se dan problemas de mal drenaje tanto en el valle del río Copiapó como en el del río Huasco. En Copiapó los problemas se deben a la presencia de sales y de una estrata impermeable en profundidad en los sectores bajos de la cuenca. En cambio en el valle del río Huasco, estos problemas se originan por depresión de los suelos y la intrusión marina, que afecta en forma notoria la productividad de los huertos olivícolas de Huasco Bajo.

Desde la Región Metropolitana a la X Región de los Lagos los problemas de mal drenaje van en aumento. En las regiones centrales el problema está dado básicamente por efecto de depresiones (ej. Batuco, Pudahuel), acompañado por presencia de texturas arcillosas y estratas impermeables en profundidad (ej. Parral, Ñiquén con suelos arroceros).

Adicionalmente a lo anterior, hacia el sur, las precipitaciones estacionales son generalmente superiores a la evapotranspiración, generando problemas de mal drenaje, que bajo ciertas condiciones naturales, propician la generación de terrenos especiales que deben ser analizados en un contexto ambiental y ecológico, como son los “ñadis” y “hualves” en las regiones IX y X, los mallines en las zonas australes y Patagonia, y las vegas a través de todo el territorio.

En la XI Región los problemas se originan esencialmente por la posición y depresión de los suelos, los cuales tienen una muy difícil solución debido a las escasas posibilidades de evacuar las aguas.

En la XII Región los suelos con mal drenaje son aquellos ubicados en riberas de ríos y cauces naturales, con alto potencial agrícola en relación a otros de esa misma zona, por sus características de textura, profundidad y morfología, o por su ubicación en fondo de valles, lo que permite que se generen condiciones microclimáticas especiales, específicamente por la reducción y protección contra el viento.

### **4.3.3 Investigación y Transferencia Tecnológica**

Las acciones que aseguren el cumplimiento de las metas de desarrollo de la agricultura requieren medidas de apoyo técnico y crediticio, investigación tecnológica, investigación agropecuaria, divulgación de métodos de riego y de drenaje, transferencia tecnológica y otras.

En el caso del apoyo técnico y crediticio, se trata de efectuar cambios, muchos de ellos importantes en el uso del suelo, en la forma de orientar y manejar la actividad agropecuaria. Esto requiere una adecuación bastante drástica de las antiguas condiciones de "operación" con problemas de drenaje a las nuevas condiciones, que si bien abren perspectivas a nivel de agricultor, presentan para él un desafío, muchas veces difícil de enfrentar. Para esto se requiere de un trabajo de motivación y preparación de los usuarios, tarea que estaría ligada a programas de asistencia técnica y otros de índole semejante, y también a la búsqueda de formas de apoyo técnico y crediticio.

En cuanto a la investigación agropecuaria y tecnológica para efectuar un cambio en el uso del suelo y, en general, a causa del cambio efectuado en las condiciones de drenaje y de riego de los suelos, se requiere de experiencias validadas. Estas experiencias referentes al tratamiento que se le debe dar a los suelos, a la tecnología a utilizar en el desarrollo de los diferentes rubros agropecuarios, a especies y variedades a manejar y otras de índole semejante, actúan como incentivo al agricultor para efectuar los cambios e innovaciones requeridas.

Se debe señalar que en el valle del río Lluta, la Universidad de Tarapacá en conjunto con el INIA, efectuaron años atrás investigaciones referidas al riego de olivos en suelos con aguas de alta salinidad, no logrando los objetivos perseguidos y, por lo tanto, dejando abandonadas dichas instalaciones.

Por otra parte, existe en la actualidad la parcela demostrativa del proyecto de drenaje "Los Pellines" ubicado en la Comuna de Frutillar. Este proyecto, que fue gestionado por el INIA Remehue, en conjunto con la DOH del MOP, se inició como un proyecto experimental a gran escala, el cual ha sido la base para el análisis y evaluación de los efectos producidos por las obras de drenaje en los suelos ñadi de la región. Posteriormente, debido a la imposibilidad de conseguir de los agricultores el pago de las obras de drenaje efectuadas, el proyecto pasó a manos de la CNR, efectuándose la construcción de las obras a través la Ley 18.450.

Otro proyecto que cuenta con parcelas demostrativas se ubica en la localidad de Quilaco, X Región, y está orientado al apoyo de las actividades de drenaje, pero no se ha reforzado ni motivado a la organización de los agricultores.

En el caso del resto de las regiones, si bien existen parcelas demostrativas, no están orientadas al proceso de drenaje, sino a la investigación, innovación y promoción del riego.

Según lo anterior, se puede concluir que los escasos proyectos de drenaje impulsados en Chile, son de carácter estructural, careciendo de un apoyo real y directo a los agricultores beneficiados. De esta forma, principalmente en el caso de las obras efectuadas por el INDAP, si éstas no son respaldadas por un apoyo directo

y constante por los organismos, el futuro de ellas es de muy corta vida útil, debido al mal estado en que se encuentran los drenes.

Una de las principales falencias que presentan estos proyectos es la escasa a nula promoción que se hace a los beneficios del drenaje y a la falta de apoyo técnico en cuanto a operación y mantención de las obras. Es por ello que resulta imprescindible fortalecer a las Comunidades de Drenaje, puesto que se considera que, involucrando a los potenciales beneficiarios, es la única forma de dar seguridad al funcionamiento de los proyectos de drenaje.

Es por ello que, previo a construir las obras, se debería promover la organización de los agricultores en Comunidades de Drenaje. Con lo anterior se estaría en condiciones afrontar en mejor forma los problemas que pudieran aparecer y en forma conjunta buscar las mejores soluciones, con el objeto final de perpetuar y mantener las obras tanto en el corto como en el largo plazo.

Para los efectos de constituir Comunidades de Drenaje, el Código de Aguas tiene establecidos los procedimientos necesarios, no obstante que en el caso de un proyecto específico, sus beneficiarios forman una Comunidad de Drenaje por el solo ministerio de la ley. Sin perjuicio de eso, se recomienda que se organicen por convención expresa de las partes, mediante escritura pública o bien judicialmente, rigiendo para ellas las normas de las Comunidades de Aguas y de las Asociaciones de Canalistas.

#### **4.3.4 Gestión de los Sistemas de Drenaje**

El desarrollo de una agricultura sustentable, rentable y competitiva, requiere de una administración eficiente de los recursos en las actividades asociadas al drenaje. El análisis de la realidad organizacional de los usuarios que participan directamente en proyectos de drenaje, demuestra la necesidad de fomentar la constitución de Comunidades de Drenaje, para fortalecer sus procedimientos administrativos y tecnológicos y lograr que los sistemas construidos funcionen correctamente a lo largo del tiempo.

En la gestión de estos sistemas debe considerarse en forma muy especial todo lo relacionado con los problemas del medio ambiente en cuanto a los efectos que su operación pueden generar sobre suelos, humedales y cauces naturales.

En cuanto a los cauces naturales, dado que son la vía de evacuación de los sistemas de drenaje prediales requieren ser intervenidos para mejorarlos, buscando conseguir que las condiciones de esa evacuación sea la adecuada y no se produzcan problemas en los cauces mismos. Puesto que el Estado tiene la tuición y responsabilidad sobre los cauces, por ser bienes nacionales de uso público, su misión debe ser la de definir los procedimientos administrativos y legales que aseguren que sea posible intervenir los cauces, lo cual en este momento es labor de

la DGA. La diferencia con lo que actualmente ocurre, estaría en que, así no se preserven totalmente las condiciones ambientales en cuanto medio natural, se logre asegurar el buen funcionamiento de lo que sería el sistema drenajes-cauce receptor.

#### **4.3.5 Financiamiento de Proyectos de Drenaje e Institucionalidad**

El financiamiento del subsector debe comprometerse para las obras medianas y pequeñas, y para el desarrollo agropecuario, en todas las áreas beneficiadas por la construcción de obras de infraestructura.

Sin perjuicio de la responsabilidad que le corresponde al Estado de disponer de los recursos y establecer mecanismos de financiamiento adecuados, se debe destacar los esfuerzos del sector privado y de unas pocas agrupaciones de agricultores en esta materia, a través de la Ley 18.450.

La posibilidad de utilizar los mecanismos de financiamiento de la Ley 1.123 para servir a un mayor número de agricultores es una alternativa que, en caso de disponer de los recursos para su aplicación, permitiría el saneamiento de áreas más amplias para beneficiar a un mayor número de agricultores que lo que ofrece y permite la Ley de Fomento al Riego y Drenaje.

Considerando el importante papel que le corresponde a las Instituciones del Estado vinculadas al desarrollo del subsector, es importante racionalizar, fortalecer y mejorar las funciones y atribuciones de los organismos encargados de la definición e implementación de una Política de Drenaje.

#### **4.4 Lineamientos para una Política Nacional de Drenaje**

##### **4.4.1 Importancia de una Política Nacional de Drenaje**

Chile dispone de lo que se ha denominado Política de Riego y Drenaje, aprobada por el Consejo de Ministros, en la cual el énfasis ha sido puesto en los temas relativos al riego, con claras orientaciones y definiciones que permiten regir la actividad, pero tocándose escasamente lo relacionado con el Drenaje. En efecto, los escasos alcances sobre el tema que han sido incluidos en el documento, resultan totalmente insuficientes para poder aplicar una política nacional, o al menos local, en el tema del drenaje de áreas potencialmente aprovechables en agricultura.

Del diagnóstico general desarrollado precedentemente se puede apreciar la existencia de graves problemas en el desarrollo del sector, cuya solución deberá enmarcarse en una clara política nacional. Basta con señalar, entre otros, que existen importantes áreas con suelos cuya capacidad de uso podría mejorar notablemente con sólo drenarlos e incorporarse a la agricultura, que los intentos de formar comunidades se han visto limitados por la falta de normas claras que

aseguren su buen funcionamiento, que los efectos sobre el medio ambiente de estos proyectos pueden llevarlos al fracaso antes de su implementación, que un gran número de sistemas ya construidos no funcionan por el escaso o nulo mantenimiento que tienen, que no ha habido esfuerzos sistemáticos de investigación y de transferencia tecnológica en drenaje.

La institucionalidad del sector público requiere de importantes ajustes. Aunque recientemente se ha progresado en la coordinación de las principales instituciones que se desempeñan en el mismo, es urgente avanzar más en dicho sentido. Es importante disponer de instituciones ágiles, modernas, que puedan contribuir más eficientemente, en conjunto con el sector privado, al desarrollo del sector.

#### **4.4.2 Marco General de la Política de Drenaje**

La política de riego y drenaje está inserta en el marco de la Política de Estado para la Agricultura Chile y en la Política Nacional de Recursos Hídricos. Sin embargo, respecto al caso específico del drenaje, no ha considerado los temas que han sido identificados en el diagnóstico del sector.

Un elemento fundamental que es de carácter transversal y es preciso tener presente, es que el drenaje agrícola lleva aparejado el desarrollo de nuevas áreas para al agricultura, incluso de riego, lo que comprende no sólo la construcción o habilitación de una determinada obra de infraestructura, sino además el desarrollo agropecuario de las áreas que están involucradas.

De la misma manera, la participación de los productores y beneficiarios de los proyectos de drenaje debe estar presente en todas las etapas del proceso, dentro de lo cual la transferencia tecnológica y la creación de las comunidades de drenaje deben jugar un rol primordial.

La inexistencia de una normativa que regule, tanto desde el punto de vista institucional como de la gestión del recurso, influye negativamente en el accionar coordinado y eficiente entre las instituciones competentes y los beneficiarios de los proyectos, de modo que es imprescindible ordenar o modificar el marco normativo e institucional, a objeto de definir claramente ámbitos de competencia y funciones asociadas.

#### **4.4.3 Objetivos de la Política de Drenaje**

El objetivo general de la Política de Drenaje es aportar al crecimiento del sector agropecuario en un marco de equidad social y de sustentabilidad ambiental.

Los objetivos específicos que orientan la Política de Drenaje se plantean en concordancia con la Estrategia Nacional de Desarrollo, la Política Agrícola, la Política

Nacional de Aguas y Recursos Hídricos y la Ley de Medio Ambiente. Dichos objetivos se señalan a continuación.

- Fomentar el desarrollo de proyectos de drenaje para el saneamiento de grandes áreas, buscando aumentar las superficies agrícolas productivas.
- Generar las condiciones a fin de proveer de la infraestructura de drenaje necesaria para la agricultura en un marco de apertura de los pequeños agricultores al mercado nacional.
- Establecer reglas legales claras para la formación y funcionamiento de las Comunidades de Drenaje a fin de asegurar el éxito de los proyectos y la recuperación de los costos en que pudiera incurrir el Estado al invertir en ellos.
- Incentivar la creación de Comunidades de Drenaje en proyectos que estén operando y en aquéllos que postulen a financiamiento a través de los instrumentos existentes, de modo de conseguir respaldo legal a la gestión que se haga de ellos.
- Conciliar el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje con las exigencias ambientales que surgen de la necesidad de respetar la situación y condiciones de los sistemas hídricos receptores de los excesos de agua drenados.
- Promover la investigación y transferencia tecnológica, para motivar y preparar a los usuarios a fin de que la implementación de los proyectos sea exitosa.
- Fomentar la gestión eficiente y moderna de los sistemas de drenaje por parte de los agricultores.
- Fortalecer y mejorar la institucionalidad pública y privada del drenaje, en función de los desafíos que requiere el desarrollo dinámico de la agricultura y favorecer la coordinación de las instituciones relacionadas.

#### **4.4.4 Estrategias de la Política de Drenaje**

Las estrategias a desarrollar guardan estrecha relación con los objetivos específicos y se han agrupado en cuatro áreas temáticas: del Desarrollo de la Infraestructura de Drenaje; de la Gestión de los Sistemas de Drenaje; del Financiamiento de los Sistemas de Drenaje; de la Institucionalidad Pública.

#### **4.4.4.1 Del Desarrollo de la Infraestructura de Drenaje**

La política de drenaje en el país, debe considerar una estrategia que promueva el desarrollo de la infraestructura de drenaje, y para ello es necesario que se contemple actividades como las siguientes:

- Desarrollar obras de infraestructura de riego y drenaje socioeconómicamente rentables, en el marco de la Política Agrícola.
- Incentivar la participación de los agricultores beneficiarios en el desarrollo de los proyectos.
- Fomentar la investigación, innovación y transferencia tecnológica en el desarrollo de la infraestructura de riego y drenaje.
- Considerar en el diseño y operación de los proyectos, los efectos que estos pudiesen tener sobre el Medio Ambiente, de forma de implementar las medidas de prevención y/o mitigación que corresponda, en el momento oportuno.

Respecto a las estrategias para fomentar el desarrollo de la infraestructura de drenaje, se recomienda que se considere las diferencias en los proyectos atendiendo a sus diferentes ubicaciones geográficas.

Esto dado que la naturaleza de los problemas que afectan a las distintas zonas es muy disímil y por lo tanto las soluciones planteadas y los efectos que ellas producen no debieran evaluarse con un criterio único. Esto porque al hacerlo, dependiendo del criterio utilizado, un proyecto puede aparecer como factible o no. De hecho, los criterios de evaluación que considera la Ley de Fomento, como número de beneficiarios y superficie que se habilita, genera buenas evaluaciones para los proyectos de la zona sur (Regiones de Los Ríos y de Los Lagos), mientras que si se aplica un criterio basado principalmente en los resultados de la evaluación económica, como se ha hecho en este estudio, los proyectos de dichas zonas no compiten con los de la zona central.

Frente a esta situación, se propone una sectorización del territorio nacional para efectos tanto de definir criterios de evaluación, como para realizar las comparaciones entre proyectos que sean relativamente comparables.

Atendiendo a la naturaleza de los problemas observados y de los efectos que el saneamiento puede tener en cuanto a aumento en la productividad agrícola, se estima que una sectorización debiera considerar las zonas que se presenta en la Tabla siguiente.

Tabla 4.4.4.1-1  
Sectorización Para Evaluación y Comparación de Proyectos de Drenaje

Sector	Regiones
1	I, II y XV
2	III y IV
3	V, VI y RM
4	VII y VIII
5	IX, X y XIV
6	XI
7	XII

La proposición presentada en la tabla anterior se plantea como elemento de debate y para que luego de discutir el tema con los actores relevantes se pueda disponer de una sectorización definitiva que permita comparar los proyectos de drenaje que postulen a financiamiento en un marco de mayor equilibrio relativo entre los mismos.

#### 4.4.4.2 De la Gestión de los Sistemas de Drenaje

Entre las actividades que se debe contemplar para mejorar la gestión de los sistemas de drenaje, se puede señalar:

- Fomentar la constitución de organizaciones de usuarios funcionales a una mejor gestión de los sistemas de drenaje.
- Modernizar y fortalecer los procedimientos de administración de las organizaciones de usuarios.
- Desarrollar acciones, instrumentos y herramientas que faciliten la gestión del riego en la pequeña agricultura.
- Promover la gestión de los sistemas de drenaje siguiendo prácticas que sean amigables con el medio ambiente, de forma de minimizar los efectos nocivos que estos sistemas pudiesen generar en su entorno más cercano.

#### 4.4.4.3 Del Financiamiento de los Sistemas de Drenaje

En el área del financiamiento de los proyectos de saneamiento, se debe implementar medidas que tiendan a:

- Mejorar, por parte del Estado, los mecanismos de financiamiento para la realización de la infraestructura de drenaje y del desarrollo agrícola, estimulando la participación de los propios beneficiarios.

- Coordinar la disponibilidad y oportunidad del uso de los recursos económicos y financieros de las distintas instituciones relacionadas con el drenaje, para una gestión eficiente de planes, programas y proyectos.
- Desarrollar la aplicación de sistemas adecuados para el financiamiento equitativo de infraestructura de drenaje y desarrollo agrícola, de acuerdo a los distintos tipos de beneficiarios de los proyectos.
- Considerar la proposición de sectorización del territorio (presentada en el capítulo 16.2.4.1) u otra que se estime más apropiada, para efectos de comparar las bondades de los proyectos y la posterior asignación de los recursos.

#### **4.4.4.4 De la Institucionalidad Pública**

Finalmente, en el tema de la institucionalidad pública, se requiere implementar las medidas necesarias para:

- Fortalecer y mejorar las funciones y atribuciones de las instancias de coordinación encargadas de la definición e implementación de la Política de Riego y Drenaje.
- Fortalecer la institucionalidad existente creando, por ejemplo, una unidad técnica dependiente de (o perteneciente a) la Comisión Nacional de Riego, para la implementación, regulación y control de las acciones, programas y proyectos de drenaje que se deriven de la Política Agrícola.
- Mejorar la institucionalidad y legislación respecto a las Comunidades de Drenaje.