



**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO**

**ESTUDIO BÁSICO  
DIAGNÓSTICO PARA MICROPROYECTOS  
DE RIEGO EN REGIONES XIV Y X**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**OCTUBRE 2017**

**H<sub>2</sub> CUENCA Ingenieros Consultores Ltda.  
Padre Mariano 391, Of. 704, Sucursal María Luisa Santander 0231,  
Providencia, Santiago, Chile.**

---

**Fono 22341 48 00 Fax 22274 5023 e-mail: [oficina@h2cuenca.cl](mailto:oficina@h2cuenca.cl)**



## Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones XIV y X"

### REGISTRO DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS

Felipe Espinoza Contreras	Jefe de Proyecto
José Lagos Rehfeld	Coordinador de Proyecto
Wilson Ureta Parraguez	Especialista en Evaluación y Priorización de Proyectos
Rodrigo Alvear Contreras	Especialista en Transferencia y Seguimiento de Proyectos
Francisco Alamo Jadue	Especialista en Ley 18.450
Cristian Schmitt Magasich	Especialista Legal
Diego Mena Pardo	Especialista en ERNC
Andrés Contreras López	Asesor en ERNC
José Astudillo Henríquez	Encargado Trabajos de Terreno
Carlos Torres Barraza	Encargado de Cartografía y Planos
Denisse Santibañez Flores	Ingeniera de Proyecto
Cristóbal Mosqueira Baird-Kerr	Ingeniero de Proyecto
Mario Gómez Sol	Especialista en Diseño de Obras
Valeska Cárcamo Azócar	Especialista SIG
Claudia Lizana Zapata	Especialista en PAC
Luis Hernández Astudillo	Profesional Apoyo PAC

# Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones XIV y X"

## Resumen Ejecutivo

### ÍNDICE

Acápites	Descripción	Pág.
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
1.2.1.	Objetivo General	3
1.2.2.	Objetivos Específicos	3
1.3.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	3
1.3.1.	Aspectos Generales	3
1.3.2.	Políticas de la Comisión Nacional de Riego	4
1.3.3.	Justificación del Estudio	5
1.4.	ALCANCE DEL ESTUDIO	5
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>5</b>
2.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	5
2.2.	DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA	7
2.2.1.	Región de Los Ríos	7
2.2.2.	Región de Los Lagos	8
<b>3.</b>	<b>TIPOLOGÍA DE PROYECTOS</b>	<b>9</b>
3.1.	INTRODUCCIÓN	9
3.2.	TIPOS DE OBRAS A DESARROLLAR	10
3.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	10
3.3.1.	Obras de Captación: Elevación Mecánica	10
3.3.2.	Conducción Entubada	13
3.3.3.	Obras de Regulación: Estanques Acumuladores	15
3.3.4.	Revestimiento de Tranques con Geomembrana	19
3.3.5.	Sistemas de Riego por Goteo	20
3.3.6.	Sistemas de Bombeo con Energías Renovables: Sistema Fotovoltaico	22
3.3.7.	Sistemas de Recolección de Aguas Lluvias	26
<b>4.</b>	<b>PRESELECCIÓN DE POTENCIALES BENEFICIARIOS</b>	<b>27</b>
4.1.	ASPECTOS GENERALES	27
4.2.	PROGRAMA DE DESARROLLO LOCAL (PRODESAL)	27
4.3.	PROGRAMA DE DESARROLLO TERRITORIAL INDÍGENA (PDTI)	28
4.4.	UNIVERSO BASE	29
<b>5.</b>	<b>SELECCIÓN FINAL DE PROYECTOS</b>	<b>31</b>
5.1.	INTRODUCCIÓN	31
5.2.	DISTRIBUCIÓN FINAL DE PROYECTOS	32
<b>6.</b>	<b>CARPETAS DE PROYECTOS</b>	<b>33</b>
6.1.	INTRODUCCIÓN	33

# Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones XIV y X"

## Resumen Ejecutivo

### ÍNDICE

<b>Acápite</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
6.2.	ANTECEDENTES LEGALES	33
6.2.1.	Aspectos Generales	33
6.2.2.	Metodología	34
6.3.	Diseño de Proyectos	35
6.3.1.	Aspectos Generales	35
6.3.2.	Metodología	35
<b>7.</b>	<b>PROYECTOS PILOTOS</b>	<b>36</b>
<b>8.</b>	<b>PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y SEGUIMIENTO</b>	<b>40</b>
8.1.	INTRODUCCIÓN	40
8.2.	NECESIDADES DE TRANSFERENCIA Y SEGUIMIENTO	40
8.2.1.	Necesidades de los Agricultores	40
8.2.2.	Necesidades de los Agentes de Transferencia	41
8.3.	LÍNEAS DE ACCIÓN	42

# Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones XIV y X"

## Resumen Ejecutivo

### ÍNDICE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.1-1	Contexto Político-Administrativo	8
2.2.2-1	Contexto Político-Administrativo	8
3.2-1	Tipología de Proyectos a Diseñar	10
3.3.1-1	Elementos de una Elevación Mecánica	12
3.3.2-1	Elementos de una Conducción Entubada	14
3.3.3-1	Elementos de un Estanque	17
3.3.5-1	Esquema de un Sistema de Riego por Goteo	22
3.3.6-1	Esquema de un Sistema Fotovoltaico	25
4.4-1	Usuarios PRODESAL y PDTI Región de Los Ríos	30
4.4-2	Usuarios PRODESAL y PDTI Región de Los Lagos	31
5.2-1	Distribución Definitiva Proyectos Región de Los Ríos	32
5.2-2	Distribución Definitiva Proyectos Región de Los Lagos	32
6.2.1-1	Antecedentes Legales y Administrativos Requeridos	33
6.3.1-1	Anexos Técnicos Requeridos	35
6.3.2-1	Instructivos Técnicos de Tecnificación ITT 2015	36
6.3.2-2	Documentos Técnicos DT 2015	36

# Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones XIV y X"

## Resumen Ejecutivo

### ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1-1	Mapa Área de Estudio	2
2.1-1	Área de Estudio Región de Los Ríos	6
2.1-2	Área de Estudio Región de Los Lagos	7
3.3.1-1	Esquema de una Elevación Mecánica	11
3.3.2-1	Instalación de una Conducción Entubada	14
3.3.3-1	Esquema de un Estanque Rígido	16
3.3.3-2	Ejemplos de Tipos de Estanques	16
3.3.4-1	Ejemplos de Revestimientos con Geomembranas	19
3.3.5-1	Esquema de un Sistema de Riego por Goteo	21
3.3.5-2	Ejemplos de Sistema de Riego por Goteo	21
3.3.6-1	Esquema de un Sistema Fotovoltaico	24
3.3.6-2	Ejemplo de un Sistema Fotovoltaico	24
3.3.7-1	Elementos de un Sistema de Recolección de Aguas Lluvias	27
7-1	Visita a Terreno Proyecto Los Lagos 09	38
7.3-1	Visita a Terreno Proyecto Osorno 17	39

## RESUMEN EJECUTIVO

### 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

El presente Resumen Ejecutivo forma parte del estudio básico "**Diagnóstico Para Microproyectos de Riego en Regiones XIV y X**" de la Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura.

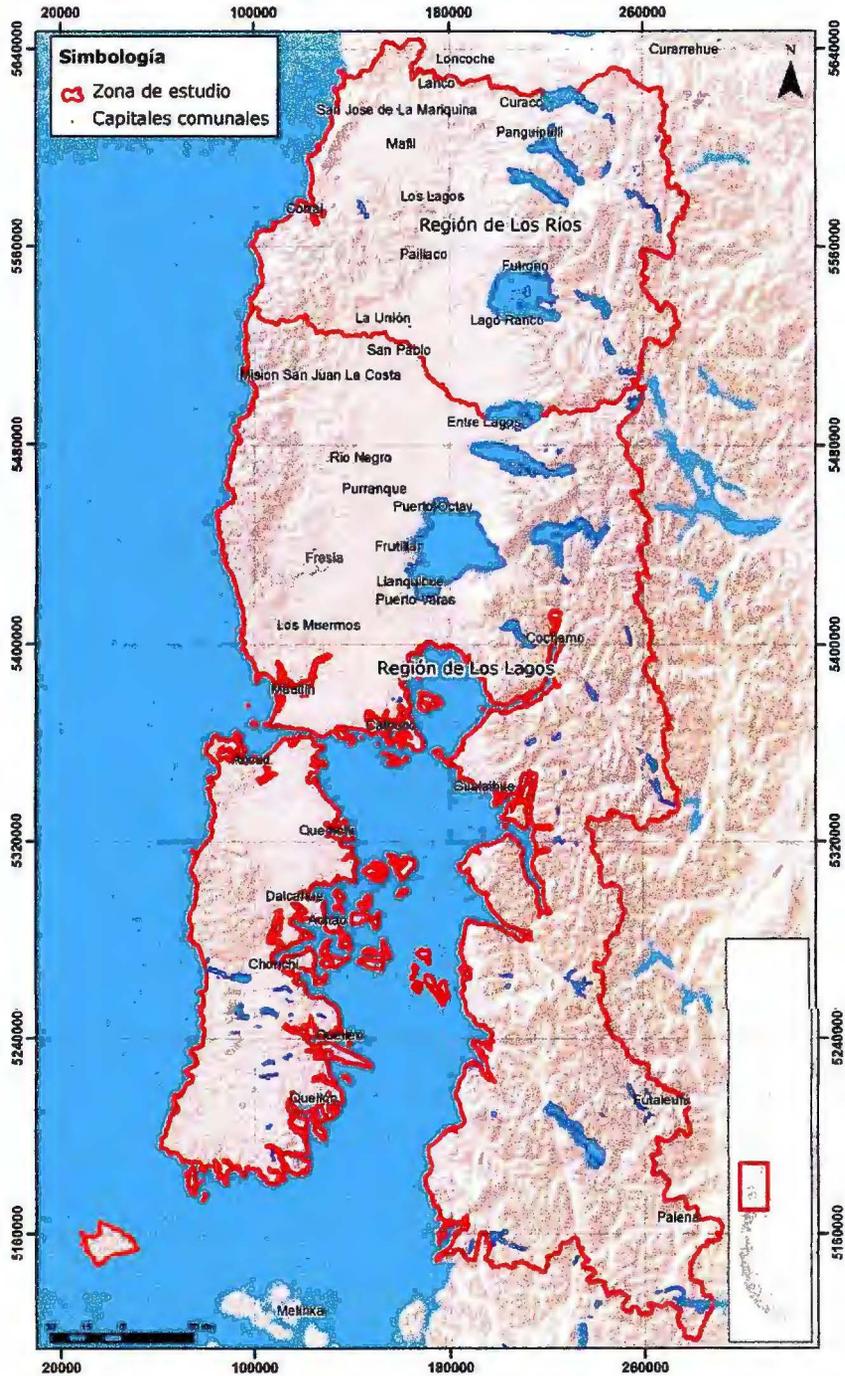
Uno de los aspectos más limitantes para el desarrollo de las actividades productivas de los pequeños productores agrícolas es la escasez en la disponibilidad del agua en relación al periodo de desarrollo del cultivo o bien una ineficiente utilización de ella. Esta situación ha sido crítica en el país, donde durante los últimos 5 a 6 años se ha evidenciado un periodo de bajas precipitaciones, impactando fuertemente en el sector agrícola, especialmente de secano, provocando pérdidas en empleos, volúmenes y calidad de producción, etc. Esto ha llevado al Estado, a través del Ministerio de Agricultura y sus servicios, a declarar emergencia agrícola en una cantidad importante de comunas a nivel país y desembolsar mayores recursos para apoyar al sector, específicamente a los pequeños agricultores.

La combinación de una agricultura con una capacidad productiva limitada, bajos niveles de capital social, dificultades al acceso a financiamiento de inversiones más estructurales y la escasez de oferta y/o acumulación del agua, configuran condiciones de precariedad productiva, social y económica que en muchos casos situaciones de pobreza y/o marginalidad.

El presente estudio pretende identificar y priorizar soluciones para el mejor aprovechamiento del agua a nivel intrapredial, en ámbitos tales como el mejoramiento de las captaciones, acumulación en pequeñas estructuras, distribución a los sectores de riego y su eficiente aplicación a los cultivos, instrucción en operación de los equipos y en buenas prácticas agrícolas, entre otras.

En la Figura 1.1-1 se presenta el mapa regional de cada región en estudio.

**FIGURA 1.1-1  
MAPA ÁREA DE ESTUDIO**



Fuente: IGM

## **1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **1.2.1. Objetivo General**

El objetivo del presente estudio es generar una cartera de pequeños proyectos de riego con una inversión de hasta 400 U.F. cada uno, que permita determinar, priorizar y diseñar soluciones que contribuyan a mejorar la gestión del riego para pequeños productores agrícolas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Teniendo en cuenta el objetivo general, los objetivos específicos de la consultoría son los siguientes:

- Caracterizar los potenciales beneficiarios, por tenencia de tierra, derechos de aguas, tamaño de explotación, tipo de proyecto, ubicación geográfica, desagregados por sexo y otros.
- Levantar e identificar necesidades de mejoramiento de obras ya existentes y/o proposición de nuevas ideas de proyectos individuales y/o colectivos.
- Identificar las barreras y brechas que limitan su desarrollo.
- Establecer priorización de los proyectos de riego a desarrollar.
- Elaborar 100 proyectos de riego (50 proyectos por región), que incluyan los aspectos técnicos y legales, pre-aprobados por CNR, en condiciones de ser postulados a programas especiales de la Ley de Fomento 18.450.
- Construir 2 (dos) Unidades Demostrativas, a modo de Piloto, en el ámbito de las energías renovables no convencionales (ERNC) a partir de los proyectos diseñados, cuyo costo es de menos de 400 UF.
- Desarrollar una propuesta de transferencia tecnológica y seguimiento para la mejor gestión de estos proyectos.

## **1.3. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.3.1. Aspectos Generales**

La agricultura en la zona del secano, al no disponer de fuentes hídricas que permitan entregar seguridad de riego en el desarrollo de cultivos permanentes o no permanentes, carece de las herramientas básicas para estimular el desarrollo del potencial de suelos aptos para la agricultura presentes en la zona.

Por lo anterior, es que la posibilidad de embalsar los recursos excedentarios de las lluvias de invierno, las cuales en la actualidad escurren al océano Pacífico y que por tanto se

pierden, abre una alternativa para incrementar el potencial agrícola de la zona, entregando a los futuros usuarios, el insumo que durante décadas no han podido capturar: el agua.

Si a lo anterior se suma el interés del Comité de Ministros y de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego por potenciar el desarrollo de la agricultura del seco, el resultado es la motivación e interés por la realización del presente Estudio.

### **1.3.2. Políticas de la Comisión Nacional de Riego**

La Comisión Nacional de Riego ha definido sus líneas estratégicas para el desarrollo de proyectos y acciones en base a los siguientes lineamientos: Competitividad; investigación e innovación; sustentabilidad; transparencia y acceso a mercados; modernización institucional y estilo y; compromiso interministerial.

El estudio motivo de la presente Consultoría, enmarca cada una de estas exigencias estratégicas, en los siguientes aspectos:

- a) **Competitividad:** La agricultura en la zona del seco, requiere de elementos técnicos y administrativos, que permitan hacerla más competitiva en relación a cultivos de zonas que históricamente cuentan con seguridad de riego; una de estas herramientas es la facultad de incorporar riego con seguridad en sus procesos productivos, a través de una serie de acumuladores o microtranques.
- b) **Investigación e innovación:** En Chile, históricamente los estudios dirigidos hacia el seco se basan en el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo, o bien en embalses de tamaño importante para una comunidad en particular. Pero hasta la fecha, no se ha propuesto realizar un estudio de microtranques emplazados estratégicamente, de forma de abastecer puntualmente a predios o pequeñas comunidades, con la ventaja de poder financiarlas mediante diversos mecanismos.
- c) **Sustentabilidad:** Con el presente estudio, la Comisión Nacional de Riego pretende definir políticas de apoyo a los agricultores del seco, mediante la realización de la ingeniería y estudio agroeconómico de proyectos de acumuladores o microtranques.
- d) **Transparencia y acceso a mercados:** La producción de sectores en la actualidad improductivos, le permitirá a los pequeños agricultores tener acceso a mercados que hoy sólo son ocupados por agricultores de sectores con determinada seguridad de riego, fomentando una mayor competencia del sector.
- e) **Modernización institucional y estilo:** Mediante una modernización en la conceptualización de los proyectos pequeños, que implica evitar un ciclo de vida de proyecto extenso, se pretende entregar herramientas de apoyo a los

agricultores del secano.

- f) Compromiso interministerial: Este tipo de proyectos, que permiten mejoras en la productividad de los campos del secano, requerirán apoyo de las diversas instituciones públicas que participan de la economía de la zona (por ejemplo: Vialidad, DGA, INDAP, etc.), por lo cual se pretende efectuar a través de reuniones informativas, la difusión de esta iniciativa.

### **1.3.3. Justificación del Estudio**

Parte de la solución al problema, radica en no concentrar todos los esfuerzos en grandes obras de riego, que involucren una importante inversión y complicados mecanismos de postulación y financiamiento (DFL 1.123); sino que en entregar herramientas de apoyo a los pequeños agricultores y a la AFC, para que puedan postular **microproyectos** a los distintos beneficios que entrega el Estado en lo que a impulso de la agricultura refiere (Ley de Fomento al Riego, INDAP, etc.).

Por lo anterior, es necesario el desarrollo de un estudio que permita en primer lugar definir claramente la demanda de estos microproyectos y, que entregue todos los antecedentes técnicos y económicos necesarios, para ser presentados en los distintos concursos que se efectúan tanto por la CNR como otros organismos del Estado.

## **1.4. ALCANCE DEL ESTUDIO**

El presente estudio entrega, como producto final por región, 50 microproyectos, con todos los antecedentes necesarios que permitirán su posterior postulación a los concursos de la Ley de Riego 18.450. Además, se entrega una unidad demostrativa.

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El área de estudio está constituida por las Regiones de Los Ríos y Los Lagos. La primera se encuentra entre los 39° 16' y 40° 41' de latitud Sur y desde los 71° 35' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico, extendiéndose en una superficie total de 18.429 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 2,45% de la superficie de Chile continental (INE, 2007).

Por su parte, la Región de los Lagos, esta se ubica entre los 40° 14' y 44° 04' de latitud Sur y desde los 71° 35' de longitud Oeste hasta el Océano Pacífico; tiene una superficie aproximada de 48.583,6 km según mediciones planimétricas efectuadas por el INE, cifra que representa el 6,43% de Chile Americano e Insular (INE, 2007).

En las Figuras 2.1-1 y 2.1-2 se muestra un mapa de ubicación geográfica de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, respectivamente.

**FIGURA 2.1-1  
AREA DE ESTUDIO  
REGIÓN DE LOS RÍOS**



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional (2007).

**FIGURA 2.1-2  
ÁREA DE ESTUDIO  
REGIÓN DE LOS LAGOS**



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional (2007).

## 2.2. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

### 2.2.1. Región de Los Ríos

La Región de los Ríos se encuentra dividida administrativamente en la Provincias de Valdivia y Ranco, las que a su vez agrupan en conjunto a un total de 12 comunas, 8 en la Provincia de Valdivia y 4 en la Provincia de Ranco. En el Cuadro 2.2.1-1 se presenta el detalle de la división provincial y comunal de la Región.

**CUADRO 2.2.1-1**  
**CONTEXTO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO**

Provincia	Comuna
Valdivia	Valdivia
	Corral
	Lanco
	Los Lagos
	Máfil
	Mariquina
	Paillaco
	Panguipulli
Ranco	La Unión
	Futrono
	Lago Ranco
	Río Bueno

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2. Región de Los Lagos

La Región de Los Lagos se encuentra dividida administrativamente en 4 Provincias: Llanquihue, Chiloé, Osorno y Palena, las que en conjunto abarcan un total de 30 comunas: 9 en la Provincia de Llanquihue, 10 en la Provincia de Chiloé, 7 en la Provincia de Osorno y 4 en la Provincia de Palena. En el Cuadro 2.2.2-1 se presenta el detalle de organización administrativa de la Región.

**CUADRO 2.2.2-1**  
**CONTEXTO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO**

Provincia	Comuna	Provincia	Comuna
Llanquihue	Puerto Montt	Chiloé	Castro
	Calbuco		Ancud
	Cochamó		Chonchi
	Fresia		Curaco de Vélez
	Frutillar		Dalcahue
	Los Muermos		Puqueldón
	Llanquihue		Queilén
	Mauilín		Quellón
	Puerto Varas		Quemchi
Osorno	Osorno		Quinchao
	Puerto Octay	Palena	Chaitén
	Purranque		Futaleufú
	Puyehue		Hualaihué
	Río Negro		Palena
	San Juan de la Costa		
San Pablo			

Fuente: Elaboración propia.

### 3. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En este acápite se presentan los antecedentes y metodologías específicas para el desarrollo de los proyectos de las regiones de los Lagos y Los Ríos.

En general, los regantes seleccionados de ambas regiones extraen el agua de norias o vertientes, recursos que en una proporción importante no poseen derechos de aprovechamiento de aguas constituidos, ya sea porque el afloramiento nace y muere en el mismo predio, los recursos son para uso doméstico o por prácticas arraigadas bajo las concepciones de tierra y agua integradas (pueblos originarios) o de recursos hídricos de libre disposición, ambas incompatibles con el sistema de derechos de propiedad excluyente sobre el agua. En la práctica, los regantes se limitan a acondicionan el sector de apozamiento del agua con una captación más eficiente a través de emboquillados y estructuras, comúnmente de madera, que permiten decantar y bombear el agua.

En concordancia con lo anterior, los proyectos corresponden en su mayoría a impulsiones de agua desde la noria o vertiente a un estanque en altura que de la presión suficiente para regar una superficie inferior a 1 ha, las que se dividen en los siguientes tipos:

- **Para pozos norias y vertientes con derecho de aprovechamiento de aguas inscrito.**
- **Para pozos norias sin derecho de aprovechamiento de aguas inscrito:** Para pequeñas captaciones identificadas en las visitas técnicas, se definió un uso doméstico del proyecto (cultivos sin destino comercial), de acuerdo al Artículo 56 del Código de Aguas. Además, en concordancia con las indicaciones de la CNR, en este tipo de proyectos el caudal de diseño se determinó en base al cálculo de su capacidad de extracción, con un valor máximo permitido de 0,9 L/s.
- **Para vertientes que nacen y mueren en el mismo predio:** Se aplicó el Artículo 20 del Código de Aguas que permite su uso sin un derecho de aprovechamiento constituido. El caudal de diseño se determinó de la misma forma que en el caso anterior.
- **Otras situaciones:** En el caso de pozos de mayores dimensiones o vertientes que nacen o mueren en otros predios y cuyos derechos de aprovechamiento de aguas no se encuentran constituidos se consideró el diseño de un proyecto a partir de la recolección de aguas lluvia desde los techos de las casas o bodegas, conducidos por las canaletas de las mismas y almacenados en estanques desde los cuales se impulsa el agua a la zona de riego.

Además, existe un número reducido de obras que captan sus recursos de fuentes superficiales, cuyos derechos de aprovechamiento se encuentran debidamente constituidos.

Se debe destacar que, debido a que los proyectos deben tener costos de operación bajos, se optó por utilizar energías renovables no convencionales (ERNC), a través de paneles fotovoltaicos, para alimentar las impulsiones para acumulación y riego tecnificado.

### 3.2. TIPOS DE OBRAS A DESARROLLAR

Los proyectos típicos a ejecutar se muestran el Cuadro 3.2-1.

**CUADRO 3.2-1  
TIPOLOGÍA DE PROYECTOS A DISEÑAR**

<b>Obras de Captación</b>	Captación con Aguas Lluvias
	Elevación mecánica
<b>Canales y Obras de Arte</b>	Conducción entubada
<b>Obras de Regulación</b>	Estanques
<b>Sistemas de Riego</b>	Sistema de riego por goteo
	Sistema de riego por cintas
	Sistema de riego por Aspersión
<b>Sistemas de Bombeo Con Energías Renovables</b>	Sistema fotovoltaico

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.3.1. Obras de Captación: Elevación Mecánica

La elevación mecánica es una obra de impulsión de agua mediante bombeo desde una fuente hídrica ubicada bajo el nivel de los terrenos a regar. Esta situación ocurre en todos los casos de captación de aguas subterráneas y cuando el bombeo se efectúa desde un canal o tranque para regar terrenos ubicados en una cota superior.

En la mayoría de los casos, el agua bombeada se descarga directamente a un canal o acequia de distribución del agua de riego, que se encuentra a una cota más elevada. En otros casos, el sistema de elevación mecánica se utiliza para llenar un tranque acumulador ubicado en una ladera alta, con el cual se riega por gravedad los terrenos que se encuentran bajo cota de la obra de toma. Una tercera posibilidad es que el agua depositada en un tranque (después de la elevación mecánica) sea reimpulsada a presión con otra motobomba para regar terrenos sobre la cota del tranque o, simplemente, para operar un sistema de riego localizado.

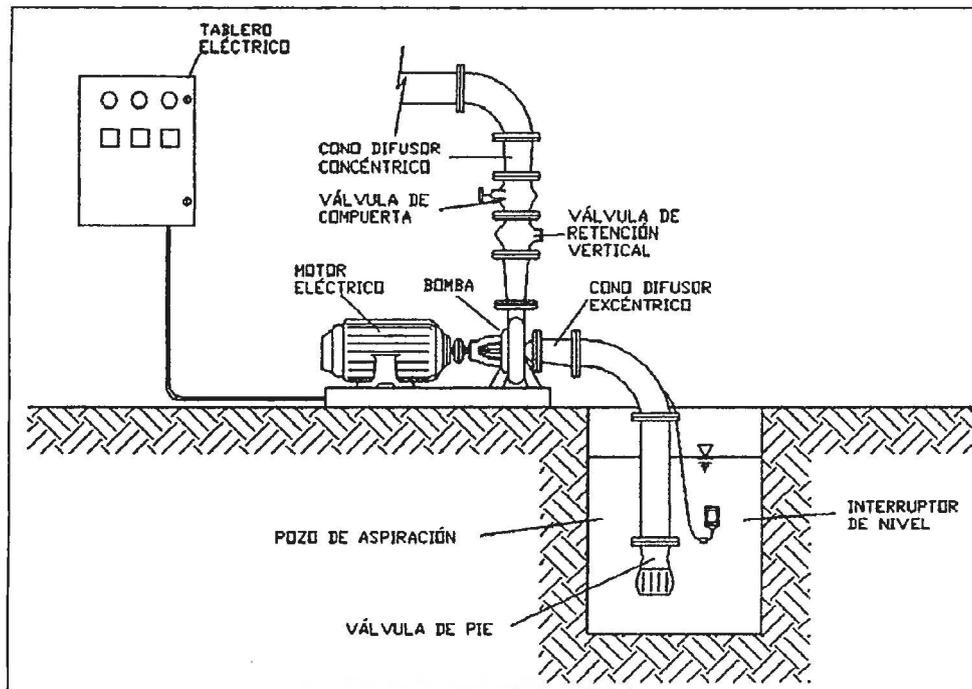
En general, se habla de equipos de impulsión cuando los equipos de bombeo están diseñados para entregar el agua a presión en una red de tuberías, como es el caso de los sistemas de goteo y aspersión, sin importar el nivel o cota de los terrenos que se riegan.

Se denomina sistema de riego mecánico a la combinación de una obra de captación e impulsión del agua mediante bombeo, no importando si existe desnivel

topográfico entre la fuente y la superficie de riego. Para los fines del Manual, en este capítulo se analizará lo referido al segundo componente, es decir, impulsión.

La obra de impulsión o elevación mecánica propiamente tal consiste básicamente en una cámara de aspiración, una unidad de bombeo diseñada para cubrir los requerimientos de caudal y presión del sistema, y una tubería de impulsión hasta el punto de toma o de derivación (Figura 3.3.1-1).

**FIGURA 3.3.1-1  
ESQUEMA DE UNA ELEVACIÓN MECÁNICA**



Fuente: Manual de Pequeñas Obras de Riego en la Agricultura Familiar Campesina (INDAP, 2010).

El sistema de riego con elevación mecánica consiste en los Elementos mostrados en el Cuadro 3.3.1-1.

**CUADRO 3.3.1-1  
ELEMENTOS DE UNA ELEVACIÓN MECÁNICA**

<b>Obra de Captación</b>	Estas obras pueden ser pozos profundos, norias, acumulación de vertientes o drenes. En el caso de aguas superficiales (ríos, esteros, canales), se construye una cámara de aspiración para el equipo de bombeo, construida directamente sobre la fuente, o bien conectada a ella mediante una tubería de aducción o tomas laterales.
<b>Caseta de Bombas</b>	Ésta es una construcción destinada a proteger el equipo de elevación mecánica, válvulas, piezas especiales de acoplamiento, tableros eléctricos y otros elementos y accesorios contra la intemperie y acción de terceros (vandalismo). Este recinto debe ser ventilado y mantenerse limpio para evitar que se acumulen humedad, polvo, aceite, etc., que deterioran la maquinaria en breve plazo. Dependiendo de la disponibilidad de materiales y costo de la mano de obra, la caseta puede ser de madera, de ladrillo, de estructura metálica con malla, etc.
<b>Equipo de Elevación Mecánica</b>	<p>Es el componente principal en este tipo de obras. El equipo de elevación mecánica está compuesto básicamente de dos elementos: bomba hidráulica y motor. Las bombas que se utilizan en la elevación mecánica son de dos tipos: Bombas centrífugas de eje horizontal y bombas de pozo profundo.</p> <p>Dentro de las bombas centrífugas de eje horizontal se encuentran las bombas de alta presión, que impulsan bajos caudales a gran altura y las bombas de baja presión (conocidas como bombas de caudal), que impulsan grandes caudales a baja presión.</p> <p>En el riego mecánico se emplean dos tipos de motores: los accionados por electricidad y los de combustión interna. Los motores eléctricos de baja potencia (hasta 2 HP), pueden funcionar con la corriente eléctrica domiciliaria (monofásica de 220 voltios); los motores de mayor potencia (sobre 3 HP), funcionan con corriente trifásica de 380 voltios. Los motores de combustión interna de baja potencia funcionan con gasolina; los de potencia media a alta funcionan con petróleo diesel. También existen bombas centrífugas especialmente diseñadas para ser acopladas al eje toma fuerza del tractor.</p> <p>El mercado ofrece una gran variedad de marcas y modelos de bombas, con distintas combinaciones de motores, diámetro de rodete<sup>6</sup> y número de etapas<sup>7</sup>. Siendo éste un tema técnico muy especializado, hemos preferido describir y caracterizar los equipos de bombeo, agrupándolos en tres categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo I: Bombas centrífugas con motor de combustión interna</li> <li>- Grupo II: Bombas centrífugas con motor eléctrico</li> <li>- Grupo III: Bombas de pozo profundo con motor sumergido</li> </ul>
<b>Interconexiones Hidráulicas</b>	Las interconexiones hidráulicas consisten en los siguientes elementos: Cañería de aspiración; válvula de pie; curvas y terminales; válvula de retención; válvula de corta; y cañería de impulsión.
<b>Instalaciones Eléctricas</b>	<p>Las instalaciones eléctricas necesarias para operar una obra de elevación mecánica, con bombas centrífugas y motores eléctricos, son las siguientes: Extensión de línea de alta tensión; subestación eléctrica y transformador; empalme aéreo, equipos de medida y línea de enlace; tablero de comando de fuerza; y líneas de alimentación del motor.</p> <p>En motores de combustión interna habrá que disponer de tambores para el almacenamiento de combustible.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

### 3.3.2. Conducción Entubada

Estas obras consisten en la utilización de tuberías para la conducción y distribución de agua. Es una tecnología muy difundida entre los pequeños productores, utilizando materiales como la tubería de polietileno de alta densidad y los tubos de PVC, que se comercializan en todo el país, en diámetros y espesores normalizados, lo cual facilita la instalación de válvulas, piezas especiales y derivaciones, con fittings del mismo material o de otros materiales (bronce, hierro fundido, fierro galvanizado, por ejemplo).

Este tipo de obras ofrece múltiples ventajas sobre las conducciones abiertas, entre ellas se puede mencionar las siguientes:

- Prevención de la contaminación emitida por el ser humano (desechos, basuras y aguas servidas arrojados a los canales de regadío).
- Reducción en los costos de mantenimiento (se evita la caída de material y se inhibe la existencia de algas).
- Se eliminan las pérdidas por evaporación e infiltración.
- Permite medir y controlar la entrega de agua a nivel predial.
- Además, si los sistemas son presurizados, se reducen o eliminan los costos energéticos para los regantes y abren posibilidades para realizar proyectos de generación hidroeléctrica.

Existen dos variantes de conducción entubada, la conducción presurizada y la conducción gravitacional:

- a) Conducción en presión:** Este tipo de conducción tiene la ventaja de no necesitar un trazado con pendiente uniforme, ya que la tubería a presión puede seguir las irregularidades del terreno. En este tipo de conducción se aprovecha la presión que trae el fluido para reducir el gasto energético en sistemas de riego presurizado, por ejemplo aspersion o goteo.
- b) Conducción gravitacional entubada:** Consiste en transportar agua por medio de un acueducto o canal entubado con el fin de evitar pérdidas excesivas por filtraciones, cuando existe peligro constante de derrumbe de las paredes o en el caso en que la contaminación y desechos arrojados al canal provoquen severos problemas a la calidad de las aguas. En este tipo de conducción el agua no llena totalmente la tubería, de manera que ésta no queda sometida a presión hidrostática, además se requiere una pendiente regular del terreno.

En la Figura 3.3.2-1 se puede observar la instalación de una conducción entubada.

**FIGURA 3.3.2-1  
INSTALACIÓN DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA**



Fuente: Elaboración propia.

La obra de conducción entubada puede presentar todos o algunos de los siguientes componentes: Obra de toma, Tubería de conducción, Cámaras y Válvulas, que se detallan en el Cuadro 3.3.2-1.

**CUADRO 3.3.2-1  
ELEMENTOS DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA**

<p><b>Obra de Toma</b></p>	<p>La obra de toma es una obra civil, normalmente en hormigón armado, o estructura metálica con compuertas, diseñada para derivar el agua de riego desde un canal o tranque hacia la cámara de entrada de la tubería. En obras de menor envergadura (conducción simple, por ejemplo), esta estructura no existe, y entonces la tubería se conecta directamente a la fuente (tranques, canales o acequias), pasando a través de un simple pretil de tierra. En otros casos la toma puede ser una válvula de compuerta o válvula de mariposa que regula el flujo desde una tubería matriz. Para impedir el paso de objetos que puedan bloquear el ducto, es recomendable la instalación de rejillas de protección a la entrada de estas obras.</p>
<p><b>Tubería de Conducción</b></p>	<p>La tubería de conducción es el componente principal de este tipo de obras. En el mercado existen tuberías fabricadas para su uso en conducción presurizada y tuberías destinadas exclusivamente a la conducción gravitacional.</p>

**CUADRO 3.3.2-1  
ELEMENTOS DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA**

<b>Cámaras</b>	<p>Las cámaras se construyen normalmente en albañilería de ladrillo estucado, y llevan una tapa de hormigón tipo alcantarillado (caso de acueducto o tubería sin presión). Cuando la tubería está sometida a presión, las cámaras se construyen en acero o polietileno de alta densidad, ya que estos materiales cumplen mejor el requisito de estanqueidad. Según la posición en que están ubicadas y la función que cumplen, estas cámaras reciben distintos nombres: cámara de entrada (al inicio de la conducción); de entrega (para la distribución predial); de vaciado (se ubica en el punto más bajo de la conducción); y de registro (para la inspección y limpieza de la tubería en los tramos intermedios, normalmente cada 200-400 m). Los sistemas de conducción simple no llevan cámaras.</p>
<b>Válvulas</b>	<p>Las válvulas son dispositivos que permiten el control y regulación del flujo de agua en una red hidráulica. En los sistemas de conducción entubada, es común la utilización de los siguientes tipos de válvulas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Válvula de corta o llave de paso. En conducciones de pequeño diámetro se emplean válvulas de bola y de compuerta. En sistemas de gran diámetro se emplean válvulas Meplat y de mariposa.</li> <li>b) Válvula de seguridad. Permite la salida automática de cierta cantidad de agua, con el fin de evitar un aumento excesivo de la presión.</li> <li>c) Válvula reductora de presión. Produce una pérdida de carga localizada cuando la presión en la red sobrepasa el valor previsto.</li> <li>d) Válvula de flotador. Sirve para cortar el paso del agua en un depósito cuando el nivel del agua en el mismo alcanza una determinada altura.</li> <li>e) Ventosa. Las ventosas son válvulas que permiten la salida del aire presente en las conducciones de agua. Como regla general se debe tomar los siguientes criterios: instalar ventosas en todos los puntos altos del trazado; en los cambios de pendiente; y a lo menos cada 400 m. El diámetro de entrada de la ventosa no debe ser inferior al 25% del diámetro interior de la tubería.</li> </ul>

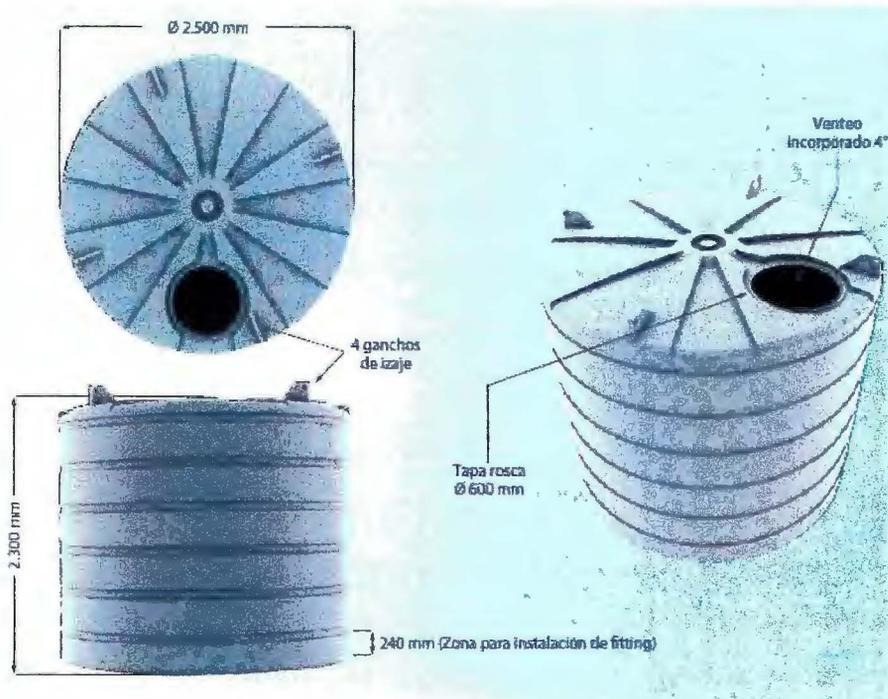
Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

**3.3.3. Obras de Regulación: Estanques Acumuladores**

Los estanques son un tipo de depósito de agua, con capacidad inferior a 500 m<sup>3</sup>, de variadas formas, construidos en albañilería de ladrillo, mampostería de piedra, hormigón armado, polietileno, planchas de fibrocemento o planchas de acero corrugado galvanizado.

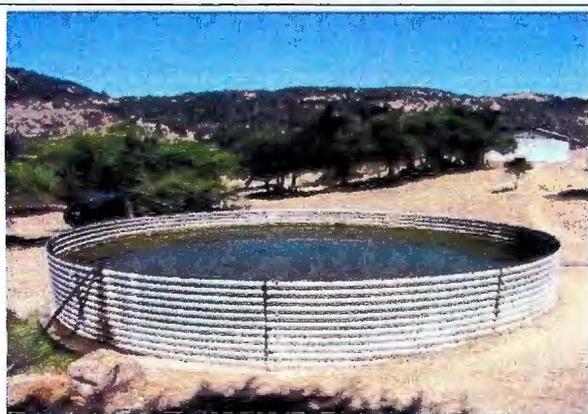
Los depósitos más pequeños corresponden a estanques hechos con fibra de vidrio, corrientemente con tapa, y una capacidad de 500 a 2.500 L (Figura 3.3.3-1). Es frecuente que estos estanques se instalen sobre una torre de estructura metálica o de madera (copa de agua), ubicada en el sector más alto del predio, con el objeto de almacenar agua con la presión suficiente para el funcionamiento de un sistema de riego por goteo. El desnivel mínimo que se requiere en estos casos es de 10 a 12 m con respecto a un sistema de goteo tradicional. En la Figura 3.3.3-2 se muestran algunos ejemplos.

**FIGURA 3.3.3-1  
ESQUEMA DE UN ESTANQUE RÍGIDO**



Fuente: Catálogo del producto.

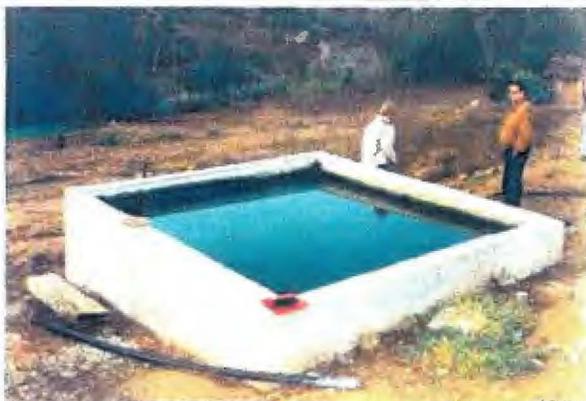
**FIGURA 3.3.3-2  
EJEMPLOS DE TIPOS DE ESTANQUES**



Estanques australianos son utilizados para la acumulación de agua, tanto de lluvia como de pequeños pozos-noria o vertientes, son ampliamente utilizados en los sectores de secano, principalmente en sectores sin acceso a agua de riego permanente, pudiendo acumular hasta 1500 m<sup>3</sup>. Son fabricados en base a acero galvanizado, de alta resistencia, durabilidad y no requieren mantención.

Estos estanques son utilizados tanto en agricultura, ganadería (abrevaderos o acumuladores de purines), minería (almacenamiento de aguas industriales) y piscicultura (piscinas para salmones).

**FIGURA 3.3.3-2  
EJEMPLOS DE TIPOS DE ESTANQUES**



Estanque de hormigón armado en lechos permeables con alimentación desde quebrada.



Estanque autosoportante (tarpulin). Estanque flexible – Colapsable y enrollable, con boca de carguío superior abierta, sin estructura metálica de soporte, adquiriendo su forma final tipo pera a medida que se llena.

Fuente: Elaboración propia y manuales CNR.

Los componentes principales de este tipo de obra son los siguientes: Base estabilizada, Piso, Muros o paredes del estanque, Obra de entrega y Obra de toma. Su detalle se presenta en el Cuadro 3.3.3-1.

**CUADRO 3.3.3-1  
ELEMENTOS DE UN ESTANQUE**

<b>Base estabilizada</b>	Se construye haciendo un escarpe sobre el suelo de fundación, nivelándolo, compactándolo en húmedo y rellenando con ripio en una capa mínima de 7 cm. En el caso de depósitos sobre torre, se construyen sólo poyos de hormigón para sostener la estructura en cuatro puntos.
<b>Piso</b>	El piso del estanque se construye normalmente en hormigón armado. No se aplica a los depósitos de fibra de vidrio, que se apoyan en una plataforma metálica o de madera.
<b>Muros</b>	Éste es el componente que define el tipo de estanque. Se emplean una gran variedad de materiales de construcción.

**CUADRO 3.3.3-1  
ELEMENTOS DE UN ESTANQUE**

<b>Obra de entrega</b>	Como se trata de estanques de muy reducido tamaño, la obra de entrega es corrientemente una tubería de PVC de diámetro adecuado al caudal de llenado (típicamente en tubo de PVC de 75 a 110 mm o PE de 2" a 4"). En otros casos se utiliza una acequia revestida que descarga el agua directamente en el piso del estanque. En los depósitos sobre torre, se utiliza cañería de fierro galvanizado entre 1" y 2" o tubería de PVC en diámetros entre 25 a 50 mm.
<b>Obra de toma</b>	La descarga en los estanques puede ser mediante compuerta de hoja y tornillo; tubería de acero y válvula Meplat; tubería de PVC y válvula de compuerta.

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

Los estanques se utilizan en la regulación de turnos de riego (agua de canal), como acumuladores en los sistemas de riego por goteo y también para optimizar el funcionamiento de la bomba tanto en las norias como en los pozos profundos. Es una obra de gran demanda en todas las zonas de riego del país.

Las variantes están referidas principalmente a los materiales de construcción.

- **Estanque Australiano de Fibrocemento:** Depósito cilíndrico formado por planchas lisas de fibrocemento de 1.200 x 2.400 x 10 mm (57,6 kg/plancha), de diferentes radios de curvatura, unidas entre sí mediante pernos galvanizados. Permite almacenar agua sin alterar su calidad. Su capacidad de almacenamiento es desde 6,5 m<sup>3</sup> hasta 493 m<sup>3</sup>, siendo los tamaños de mayor aplicación: 14, 25, 39, 76 y 127 m<sup>3</sup>. Las planchas son de bajo costo; lo que encarece esta solución es el radier de hormigón.
- **Estanque Australiano de Acero Corrugado:** Depósito cilíndrico formado por planchas de acero corrugado galvanizado. Pueden almacenar entre 4,5 m<sup>3</sup> y 200 m<sup>3</sup>. La unión de las planchas es mediante pernos de 1/2n x 1 y sello butilo.
- **Estanque de Albañilería de Ladrillo:** Depósito de forma rectangular, altura máxima 2 m, pilares cada 3 m, armadura en piso y cadenas. Normalmente se construye en excavación o semienterrado. El piso es de hormigón armado. Requiere un estuco con tratamiento para su impermeabilización. Reducida capacidad de embalse.
- **Estanque de Mampostería de Piedra:** Depósito de forma rectangular y altura máxima de 1,5 m. Normalmente se construye como estanque enterrado. Capacidad muy reducida.
- **Estanque de Hormigón Armado:** Depósito de forma rectangular, altura máxima 3 m. Piso y paredes llevan enfierradura. Corrientemente se construyen sobre el terreno, como una estructura autosoportante, sin necesidad de refuerzos en la cara exterior de los muros.

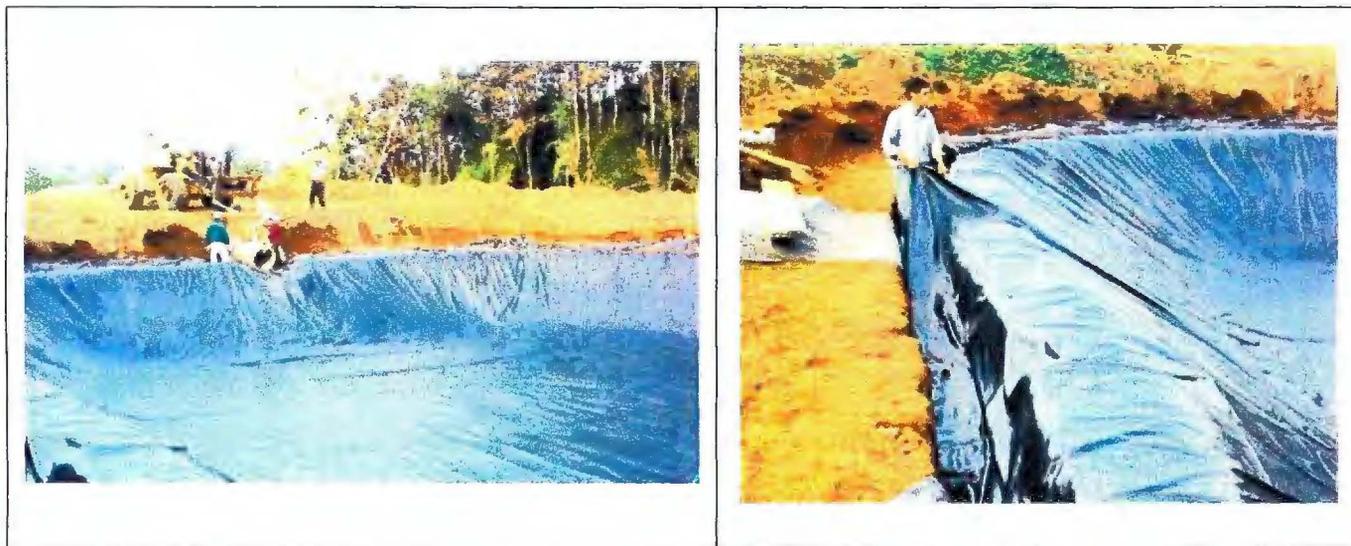
- **Estanque Plástico Reforzado en Fibra de Vidrio:** Existe en el mercado una gran gama de este tipo de estanques, con capacidades que van desde los 200 hasta los 30.0000 L de capacidad. Se caracterizan por ser autosoportantes y su instalación no requiere pesadas estructuras soportantes. Se pueden instalar tanto en superficie como enterrados, los de menor capacidad, hasta 2.500 L, se emplean corrientemente como estanque regulador montado sobre una torre (copa de agua) en los sistemas de riego basado en captación de napas subterráneas de muy bajo caudal.

Para una correcta instalación se recomienda consultar los manuales de instalación del fabricante.

### 3.3.4. Revestimiento de Tranques con Geomembrana

La obra consiste en el suministro, colocación y anclaje de una lámina confeccionada con materiales de distinta naturaleza orgánica con el propósito de impermeabilizar un tranque ya construido (reparación o mejoramiento) o como parte del proyecto de construcción de un tranque cuando el suelo es muy permeable. Con esta técnica se procura eliminar la posibilidad de fugas y filtraciones importantes a través del piso y muros del tranque, las que aparte de reducir el volumen efectivo de embalse diario o semanal, podrían poner en riesgo la obra de acumulación. Un ejemplo se muestra en la Figura 3.3.4-1.

**FIGURA 3.3.4-1  
EJEMPLOS DE REVESTIMIENTOS CON GEOMEMBRANAS**



Fuente: Elaboración propia.

Esta obra incluye las partidas:

- Preparación y afinamiento de taludes y piso del tranque, hasta obtener superficies limpias, libres de piedras y de raíces.

- Excavación de las zanjas de anclaje a lo largo del muro.
- Suministro de paños preconfeccionados de la geomembrana seleccionada.
- Instalación de la geomembrana, mediante soldadura de los paños.
- Tensión y anclaje de la lámina.

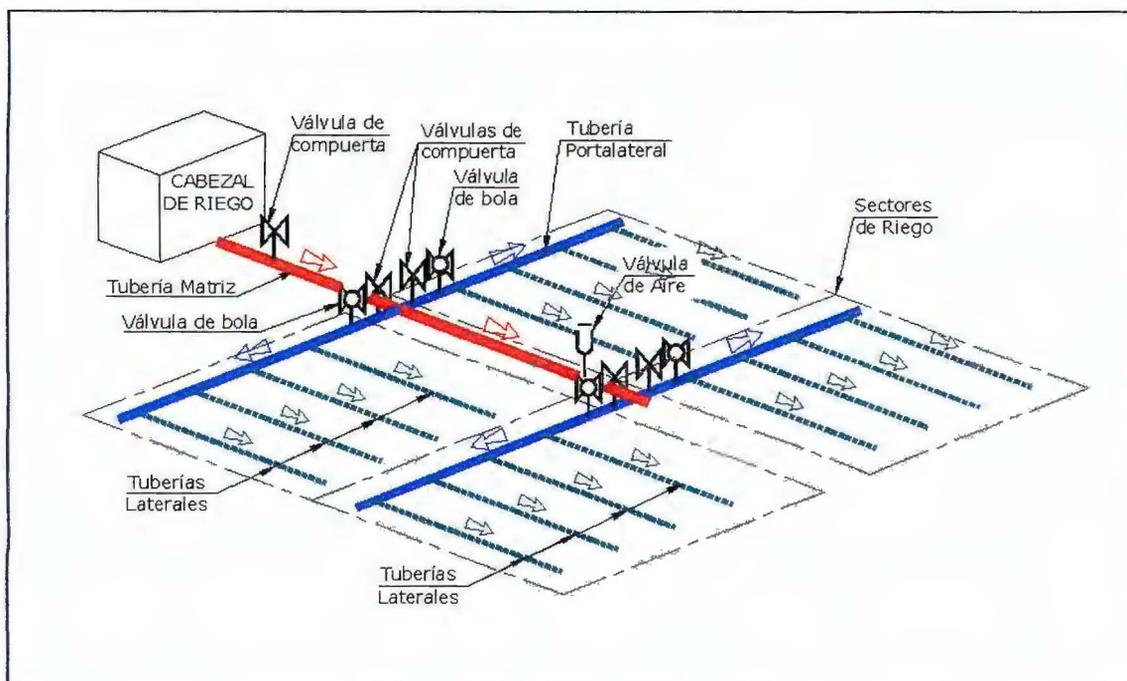
### **3.3.5. Sistemas de Riego por Goteo**

El riego por goteo es un sistema de riego localizado que permite aplicar agua gota a gota sobre la superficie del suelo en el que se desarrolla la planta, produciendo una zona de humedad constante y localizada (Figuras 3.3.5-1 y 3.3.5-2). El agua se vierte a baja presión mediante emisores o goteros, ubicados a lo largo de una tubería, con caudales pequeños que van desde 1 a 8 litros por hora. Este sistema no moja toda la superficie del suelo, por lo cual las raíces de las plantas crecen y se concentran en la zona de mayor humedad ("bulbo húmedo"). En este método de riego, la importancia del suelo como reserva de humedad para las plantas es muy pequeña si lo comparamos con el riego por gravedad o el riego por aspersión.

Entre las principales ventajas de este método de riego cabe mencionar las siguientes:

- Ahorro entre el 40 y el 60% de agua respecto a los sistemas tradicionales de riego.
- Una adaptación más fácil en terrenos pedregosos o con fuertes pendientes.
- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- Aumento de los rendimientos del cultivo y mejor calidad de los productos, por efecto del riego programado de acuerdo a las necesidades de las plantas y del fertirriego (aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego).

**FIGURA 3.3.5-1  
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 3.3.5-2  
EJEMPLOS DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el orden desde la fuente de agua, los componentes de un sistema de riego por goteo son: Bomba o fuente de agua a presión, Cabezal de control, Red de tuberías, Emisores. El detalle se muestra en el Cuadro 3.3.5-1.

**CUADRO 3.3.5-1  
ESQUEMA DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

<b>Bomba o Fuente de Agua a Presión</b>	Este elemento se instala junto a la fuente de agua (noria, estanque, canal) y suministra agua en la gama de caudales y presiones requeridos por el sistema, en cualquier punto de la red. En algunos casos, no se necesita una bomba, porque la presión generada por el desnivel topográfico es suficiente para el funcionamiento del sistema.
<b>Cabezal De Control.</b>	El cabezal de control es un conjunto de elementos destinados a regular la presión, filtrar el agua antes de que llegue a las tuberías, controlar los caudales y dosificar los fertilizantes que se aplican junto con el agua de riego. En los sistemas automáticos, se incluye un programador para el control remoto de los sectores de riego, mediante electroválvulas.
<b>Red de Tuberías</b>	Para distribuir el agua de riego en toda la superficie del cultivo, se hace circular el agua a presión desde el cabezal de control, por una red de tuberías de PVC, de diferentes diámetros, hasta llegar a las líneas de goteo, que se ubican a lo largo de las hileras de plantas. Las tuberías de PVC van enterradas y reciben el nombre de matriz, secundarias y terciarias, según la posición que ocupen en la red. Las Líneas de goteo o "laterales" son siempre de polietileno, y Llevan los goteros o emisores, que se ubican a una misma distancia sobre la Línea, por ejemplo goteros intercalados cada 50 cm. Las tuberías terciarias terminan siempre en una llave de bola, con salida al exterior, para permitir el lavado del sistema.
<b>Emisores o Goteros</b>	Éstos son los dispositivos mediante los cuales el agua pasa de la red de tuberías al suelo que se quiere regar. Su función es entregar el agua en forma lenta y uniforme, a fin de que el riego sea parejo a lo largo de cada una de las hileras de cultivo. El caudal de estos emisores varía según el tamaño del orificio de salida, y normalmente no supera los 8 litros por hora. Dentro de los sistemas de riego por goteo, existen distintos tipos de emisores, los cuales, se diferencian principalmente por la forma en que se incorporan a los laterales de riego.

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

**3.3.6. Sistemas de Bombeo con Energías Renovables: Sistema Fotovoltaico**

La obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos es una alternativa que permite utilizar más eficientemente los sistemas de riego tecnificado en la agricultura familiar campesina, especialmente para los pequeños productores de las zonas de secano cuya lejanía y dificultad de acceso a la red convencional de energía eléctrica encarecen el costo de inversión inicial de un proyecto. También se evita el transporte de combustibles y mantención de motores en el caso de trabajar con equipos de combustión interna. Los costos de operación de un sistema de bombeo fotovoltaico se reducen prácticamente a cero, ya que no incurren en gastos de pagos de energía eléctrica ni combustibles.

Los sistemas de bombeo alimentados con energía solar, a través de paneles fotovoltaicos, adoptan normalmente dos configuraciones básicas:

- Bombas en las que la alimentación del motor proviene directamente de paneles solares fotovoltaicos a través de un adaptador intermedio.
- Bombas conectadas a paneles fotovoltaicos más un conjunto de baterías que permite independizar la operación del sistema de bombeo de la existencia o no de radiación solar.

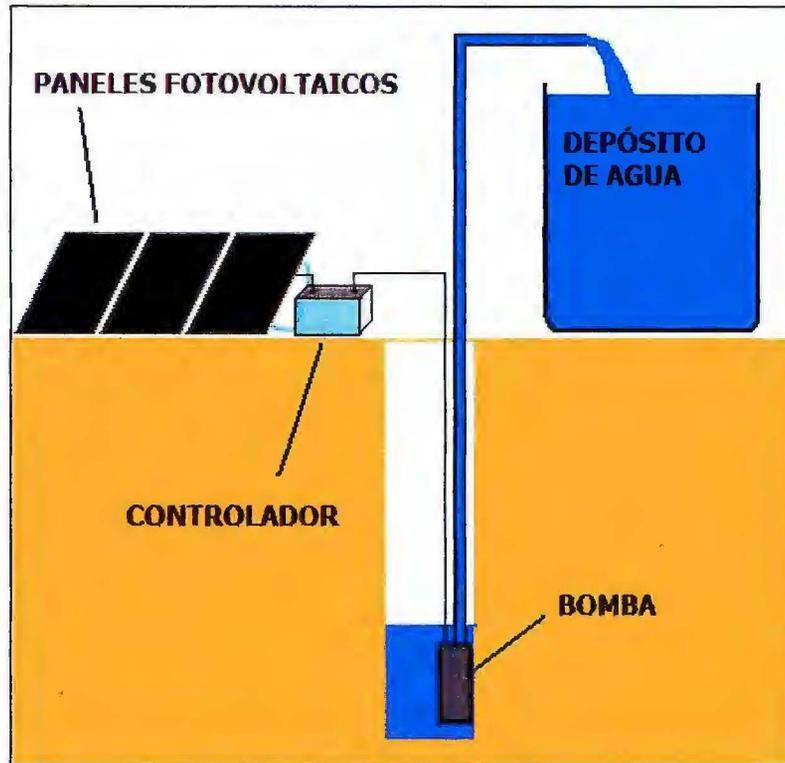
En el primer caso se estaría hablando de bombas, tanto en corriente continua como en corriente alterna, conectadas a paneles mediante diferentes tipos de dispositivos electrónicos capaces de acoplar los requerimientos mecánicos de las bombas a las capacidades de alimentación ofertadas por el generador fotovoltaico en los distintos momentos del día, y de transformar, si es necesario, la corriente continua suministrada por los paneles en corriente alterna, si ésta es la requerida por el motor de la bomba. En estas condiciones sólo existirá posibilidad de impulsión mientras se sobrepase cierto nivel de radiación solar, debiendo diseñarse el almacenamiento energético requerido para hacer frente a períodos nublados o de insuficiente luminosidad, en forma de estanques de agua a cierta altura.

La segunda opción consiste en remplazar la red eléctrica convencional por una red totalmente equivalente pero alimentada por un generador fotovoltaico, al que se le debe añadir el correspondiente sistema de almacenamiento eléctrico y el convertidor CC/CC o CC/CA adecuado para la carga constituida por el motor de la bomba. La garantía de suministro ofrecida por las baterías permite abordar programas específicos de operación del sistema de bombeo que no son posibles en el caso anterior, tal como ocurre en los sistemas de riego por goteo, con demandas de caudal, presión y tiempo de riego establecidas estrictamente.

Ambas opciones representan dos casos extremos, existiendo en la práctica soluciones mixtas según la instalación. Así, por ejemplo, es habitual emplear una bomba solar para extraer agua de un pozo y de esta manera mantener la capacidad mínima para un depósito y, posteriormente, utilizar una bomba, convencional o no, acoplada a una batería para regar en forma independiente a la radiación.

A continuación se muestra el esquema típico instalación para bombeo solar con conexión directa (Figura 3.3.6-1) y un ejemplo de un sistema instalado (Figura 3.3.6-2).

**FIGURA 3.3.6-1**  
**ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 3.3.6-2**  
**EJEMPLO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**



Fuente: Elaboración propia.

Considerando las dos configuraciones básicas de los sistemas de bombeo fotovoltaico, se puede distinguir los elementos mostrados en el Cuadro 3.3.6-1.

**CUADRO 3.3.6-1  
ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**

<p align="center"><b>Sistema de Generación Eléctrica (Paneles Fotovoltaicos)</b></p>	<p>El sistema de generación eléctrica es un conjunto de paneles fotovoltaicos cuyo número, inclinación y conexionado en serie-paralelo, estará determinado por la configuración y prestaciones requeridas por el equipo de bombeo. La capacidad de generar energía va a depender de dos factores principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La cantidad de radiación incidente sobre el panel, siendo mayores las prestaciones eléctricas del mismo cuanto mayor sea dicho valor de radiación solar.</li> <li>• La temperatura del panel, cuyo incremento hará disminuir el rendimiento general del proceso de conversión.</li> </ul>
<p align="center"><b>Sistema de Impulsión (Motor-Bomba)</b></p>	<p>El sistema de impulsión está compuesto por el motor eléctrico y la bomba. Al igual que en los sistemas convencionales se debe diseñar el equipo de impulsión de acuerdo a las necesidades de caudal y presión necesarios para la correcta operación del equipo, teniendo en cuenta los inconvenientes asociados al uso de la radiación solar como fuente de energía. Esto resulta importante, ya que, por ejemplo, un sistema de impulsión convencional puede ser muy eficiente en condiciones normales de operación y, sin embargo, necesitar una elevada potencia al momento de partida, lo cual hace imposible iniciar la impulsión del agua porque el generador fotovoltaico o el sistema de adaptación eléctrica son incapaces de hacer frente a esa demanda de potencia inicial.</p>
<p align="center"><b>Sistema de Adaptación Eléctrica</b></p>	<p>Sistema de adaptación eléctrica. La conexión más simple entre el sistema de generación eléctrica y el sistema de impulsión es la conexión directa. Este tipo de acoplamiento, aunque simple y en algunas ocasiones relativamente eficaz, tiene una serie de desventajas que hacen necesario considerar la inclusión de dispositivos intermedios de acondicionamiento eléctrico, con el fin de incrementar las prestaciones del sistema de bombeo. Estas desventajas son básicamente tres:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los motores a considerar deben ser solamente de corriente continua.</li> <li>• Se pierde capacidad de impulsión para momentos de baja intensidad de radiación.</li> <li>• No se puede garantizar de forma estricta el que las condiciones de carga del sistema de bombeo sean las correspondientes a las de potencia máxima ofertada por el generador fotovoltaico.</li> </ul> <p>Los dispositivos de acoplamiento eléctrico entre el sistema de generación y el sistema moto-bomba son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Regulador de carga.</b> El regulador de carga es utilizado para cumplir las siguientes funciones: a) Proteger a la batería frente a sobrecargas y descargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas, b) Voltaje de desconexión de las cargas de consumo. Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo. c) Voltaje final de carga. Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.</li> </ul>

**CUADRO 3.3.6-1  
ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**

<p align="center"><b>Sistema de Adaptación Eléctrica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inversor CC/CA (corriente continua / corriente alterna).</b> Es un dispositivo electrónico cuya función es transformar la CC de la instalación fotovoltaica en CA (220-380 V) para la alimentación de los motores de las bombas, que trabajan con CA y permiten por tanto: a) Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red. b) Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.</li> </ul>
<p align="center"><b>Sistema de Almacenamiento</b></p>	<p>El sistema de almacenamiento está compuesto por una o más baterías cuya función prioritaria en un sistema de generación fotovoltaico es la acumulación de la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de nubosidad. Otra función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento de la partida puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

**3.3.7. Sistemas de Recolección de Aguas Lluvias**

Este sistema se basa en recoger el agua lluvia caída en los techos y conducirla a través de canaletas y tuberías hasta un estaque recolector para luego ser utilizada en labores de riego de alguna huerta o invernadero, este sistema no acumula grandes cantidades de agua y está supeditado especialmente al área de techo aportante (A) y a la distribución de lluvias en el año. Ya se han tenido experiencias exitosas en la región de O'Higgins entre los años 2008 y 2010, gracias al apoyo del PNUD, el INIA junto al PRODESAL de Navidad de INDAP, desarrollaron proyectos de captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias para pequeños productores. En la Figura 3.3.7-1 se muestran los principales elementos de estos sistemas.

**FIGURA 3.3.7-1**  
**ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS**



Fuente: Elaboración propia.

#### **4. PRESELECCIÓN DE POTENCIALES BENEFICIARIOS**

##### **4.1. ASPECTOS GENERALES**

El universo de análisis del presente estudio corresponde a los usuarios del Programa de Desarrollo Local PRODESAL y el Programa de Desarrollo Territorial Indígena PDTI (ambos programas de INDAP) es decir, el requisito fundamental que debe cumplir es ser beneficiario de alguno de dichos programas y por ende cumplir con los requisitos que estos exigen.

Particularidades como la propiedad de la tierra, la tenencia del agua y otros antecedentes productivos específicos del agricultor fueron evaluados luego de la visita y utilizados al momento de clasificar y seleccionar los proyectos.

##### **4.2. PROGRAMA DE DESARROLLO LOCAL (PRODESAL)**

El PRODESAL es un programa de INDAP ejecutado preferentemente a través de las Municipalidades a las que INDAP transfiere recursos por medio de un convenio de colaboración, los que se complementan con los recursos que aportan dichas entidades ejecutoras y tiene como objetivo "apoyar a los pequeños productores agrícolas y sus familias que desarrollan actividades silvoagropecuarias, para fortalecer sus sistemas productivos y actividades conexas, procurando aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida".

Los Equipos Técnicos realizan un diagnóstico de cada agricultor, en base a los cuáles segmentan a los agricultores y elaboran un plan de intervención. Los segmentos se encuentran definidos en la Resolución Exenta N°85014, del 17 de junio de 2014 emitida por INDAP (Aprueba y modifica Normas técnicas y procedimientos operativos del Programa de Desarrollo Local, PRODESAL) y se rigen por las siguientes descripciones:

- **Segmento uno, Autoconsumo y subsistencia:** el objetivo de la intervención es desarrollar capacidades para generar y/o recolectar productos silvoagropecuarios, procurando satisfacer las necesidades básicas de las familias, generar eficiencia en la producción, mantener o mejorar su sistema de producción y potenciar la venta de sus excedentes.
- **Segmento dos, Producción de excedentes para la venta y/o desarrollo de competencias emprendedoras:** el objetivo de la intervención es desarrollar capacidades técnicas y de gestión que permitan mejorar sus sistemas productivos, y orientar su producción a diversos mercados, en base a una estrategia comercial que potencie las oportunidades de los agricultores. (En este segmento se agrupan los antiguos segmentos 2 y 3).

Para ser beneficiario de este Programa, y por consecuencia ser candidato para participar en este Estudio los requisitos a cumplir son:

- Ser pequeño productor agrícola,
- No explotar más de 5 ha de riego básico
- Que más del 50% de sus ingresos provengan de la actividad agrícola.

#### **4.3. PROGRAMA DE DESARROLLO TERRITORIAL INDÍGENA (PDTI)**

El Programa tiene por finalidad apoyar a los pequeños productores agrícolas, pertenecientes a familias indígenas, a Comunidades, Asociaciones o Grupos de Hecho, para fortalecer sus actividades silvoagropecuarias y actividades conexas respetando su cosmovisión y procurando aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida. Para estos efectos, se entenderá por familia a "una o más personas que unidas o no por relación de parentesco, habitan la misma vivienda o parte de ella y que tienen la calidad de indígena de acuerdo a la Ley N° 19.253, que establece normas sobre protección, fomento y desarrollo de los indígenas y crea la CONADI".

Este Programa está dirigido a las familias indígenas, pertenecientes a Comunidades, Asociaciones o Grupos de Hecho, la que deberá contar con al menos un integrante que califique como beneficiario de INDAP, el cual actuará como su representante en el Programa.

Los requisitos para ser parte del Programa son los siguientes:

- Cumplir los requisitos para ser beneficiario, según la Ley Orgánica de INDAP N°18.910, modificada por la Ley N°19.213.
- El postulante debe ser indígena.
- No estar recibiendo simultáneamente otro(s) incentivo(s) regulado(s) por el Reglamento General para la Entrega de Incentivos Económicos de Fomento Productivo, para cofinanciar un mismo apoyo con el mismo objetivo, salvo en situaciones de emergencia calificadas por el Instituto u otras situaciones excepcionales, tales como emergencias, emergencias agrícolas o catástrofes calificadas por otras autoridades de Gobierno y que afectan la actividad económica silvoagropecuaria y/o agroindustrial.
- No tener deudas morosas con INDAP, adquiridas en forma directa o en calidad de aval o codeudor solidario, tanto al postular como cuando INDAP constata las condiciones de admisibilidad para acceder al Programa. Este requerimiento es exigible tanto para los beneficiarios como para las organizaciones formadas mayoritariamente por ellos. Se precisa que el aval o codeudor solidario queda impedido de acceder a los recursos de incentivos, a partir de la misma fecha en que cae en mora el deudor principal.
- Suscribir una Carta Compromiso demandando el Programa, de acuerdo al formato provisto por INDAP.

#### **4.4. UNIVERSO BASE**

Se utilizaron bases de datos de los usuarios/as de los PRODESAL y PDTI de cada comuna de la región, las que fueron proporcionadas por la CNR.

Para las regiones en estudio, la base de datos consta de la siguiente información que caracteriza a cada usuario, información que es recabada por los técnicos PRODESAL y PDTI respectivos en base a encuestas:

- Área INDAP.
- Comuna.
- Unidad Operativa PRODESAL o PDTI.
- Identificación del Usuario: Nombre y sexo.
- Identificación del Predio: Id del predio y Rol SII.
- Ubicación geográfica UTM.

- Características del Predio: Superficie y tenencia.
- Segmento Usuario PRODESAL.
- Característica del agua: Tenencia de derechos de aprovechamiento, fuente, situación jurídica y suficiencia del recurso.
- Existencia de beneficio por proyectos: En caso de existir nombre del proyecto y tipo de obra.

La distribución de los usuarios por provincia y comuna se presenta en los Cuadros 4.4-1 y 4.4-2 para cada región.

**CUADRO 4.4-1  
USUARIOS PRODESAL Y PDTI  
REGIÓN DE LOS RÍOS**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Ranco	Futrono	470
	La Unión	692
	Lago Ranco	697
	Río Bueno	631
	Total Ranco	2.490
Valdivia	Corral	264
	Lanco	654
	Los Lagos	481
	Máfil	307
	Mariquina	874
	Paillaco	599
	Panguipulli	1.773
	Valdivia	341
	Total Valdivia	5.293
<b>Total General</b>		<b>7.783</b>

Fuente: Bases de datos INDAP.

**CUADRO 4.4-2  
USUARIOS PRODESAL Y PDTI  
REGIÓN DE LOS LAGOS**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Chiloé	Ancud	843
	Castro	527
	Chonchi	608
	Curaco de Vélez	595
	Dalcahue	606
	Puqueldón	338
	Queilén	371
Chiloé	Quellón	957
	Quemchi	488
	Quinchao	876
	Total Chiloé	6.209
Llanquihue	Calbuco	615
	Cochamó	381
	Fresia	287
	Frutillar	220
	Llanquihue	125
	Los Muermos	303
	Mauñín	398
	Puerto Montt	339
	Puerto Varas	58
	Total Llanquihue	2.726
Osorno	Osorno	438
	Puerto Octay	316
	Purranque	449
	Puyehue	540
	Río Negro	701
	San Juan de la Costa	1.194
	San Pablo	810
	Total Osorno	4.448
Palena	Chaitén	338
	Futaleufú	118
	Hualaihué	274
	Palena	124
	Total Palena	854
<b>Total General</b>		<b>14.237</b>

Fuente: Bases de datos INDAP.

## 5. SELECCIÓN FINAL DE PROYECTOS

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Luego de la preselección de potenciales beneficiarios, la confección del listado definitivo de beneficiarios para el diseño de microproyectos de riego se realizó en 4 Etapas:

1. Visitas Iniciales a los agricultores preseleccionados desde las bases de datos de INDAP y las recomendaciones de los equipos técnicos de PRODESAL-PDTI en cada comuna.
2. Priorización de proyectos a partir de la información recopilada en las visitas iniciales.
3. Segunda visita a terreno con el fin de evaluar la factibilidad técnica y recopilar la información legal de cada proyecto priorizado. En esta actividad también se incluyen los trabajos topográficos.
4. Reemplazo de usuarios renunciados o de proyectos no factibles técnica o legalmente.

## 5.2. DISTRIBUCIÓN FINAL DE PROYECTOS

Luego de las actividades mencionadas, se logró confeccionar el listado definitivo de agricultores y proyectos del presente estudio, los que se presentan resumidos por región, en los Cuadros 5.2-1 y 5.2-2.

**CUADRO 5.2-1  
DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA PROYECTOS  
REGIÓN DE LOS RÍOS**

Comuna	Nº de Proyectos
La Unión	9
Lanco	10
Los Lagos	9
Mariquina	7
Paillaco	6
Panguipulli	9
<b>Total</b>	<b>50</b>

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 5.2-2  
DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA PROYECTOS  
REGIÓN DE LOS LAGOS**

Comuna	Nº de Proyectos
Osorno	11
Puerto Octay	3
Puyehue	7
San Juan de la Costa	14
San Pablo	15
<b>Total</b>	<b>50</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CARPETAS DE PROYECTOS

### 6.1. INTRODUCCIÓN

En el presente acápite se presentan los avances de las carpetas de documentación legal y diseño de los proyectos seleccionados en cada una de las regiones consideradas en el estudio.

### 6.2. ANTECEDENTES LEGALES

#### 6.2.1. Aspectos Generales

Como se señala en los términos de referencia del estudio, los proyectos diseñados deberán contener todos los antecedentes administrativos necesarios que sirvan de base para la presentación a los distintos mecanismos que el Estado dispone para fomentar la pequeña agricultura (Ley 18.450, INDAP, Gobierno Regional, etc.).

Por ello se debe abordar la factibilidad no sólo técnica sino también legal para la ejecución de los proyectos seleccionados, es decir, que los agricultores cuenten con la documentación específica solicitada por la Ley 18.450.

En el sistema de sistema de postulación electrónico de la Ley 18.450, la información legal y administrativa debe clasificarse tal como se muestra en el Cuadro 6.2.1-1. La necesidad de incorporar cada antecedente varía dependiendo del tipo de proyecto, las características del postulante y del régimen de propiedad del predio y el agua.

**CUADRO 6.2.1-1  
ANTECEDENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVOS  
REQUERIDOS**

Nombre de Documentos
AL 1 Formulario de postulación
AL-3.3 Certificado INDAP
AL-7 Acta Constitución Comunidad No Organizada (incluye poder representante y estado de tramitación)
AL-7.1 Estado de avance ante la DGA
AL-8 Acta Asamblea Org. de usuarios constituida, (incluye estatutos)
AL-9 Listado de beneficiarios organizaciones de usuarios
AL-19 Autorización arrendatarios
AL-20 Carta de Retiro
AL-25 RUT solicitante
AL-26 RUT representante
AL-27 Poder representante
AL-28 Acreditación predios
AL-29 Acreditación de Derechos de Agua
AL-30 Certificado del Registro Público de Derechos de Aprovechamiento
AL-31 Certificado inscripción registro DGA de Organizaciones de Usuarios
AL-32 Certificado Consultor MOP

**CUADRO 6.2.1-1**  
**ANTECEDENTES LEGALES Y ADMINISTRATIVOS**  
**REQUERIDOS**

Nombre de Documentos
AL-33 Servidumbres
AL-34 Permisos y autorizaciones (incluye medioambientales)
AL-35 Constitución Sociedades y documentos relacionados. (8. 1. 2. b)
AL-38 Certificado de avalúo del SII
AL-39 Certificado Art. 19º del Reglamento
AL-40 Certificado de Art. 4º de la Ley N° 18.450
AL-41 Cambio consultor
AL-42 Acreditación de calidad de beneficiario
AL-43 Declaración de proyecto colectivo

Fuente: Sistema Electrónico de Postulación Ley 18.450.

**6.2.2. Metodología**

La recopilación de la documentación necesaria para la presentación de los proyectos, se divide en tres etapas:

- **Elaboración del listado de documentos a solicitar.** Se consideró lo señalado por los documentos de la Comisión Nacional de Riego: Bases 23-2014 Tecnificación y acumulación Pequeños y Medianos Zona Centro Sur y Bases 03-2015 Tecnificación Pequeños y Medianos Zona Centro, antecedentes con los cuales se elaboró un instructivo de documentación necesaria a presentar dependiendo de los distintos tipos de tenencia del predio y el agua existentes.
- **Entrega del listado de antecedentes requeridos.** Una vez seleccionados los beneficiarios, se les comunicó telefónicamente de ello y se les consultó si contaban con dirección (electrónica o postal) para el envío del listado de documentos a recopilar. Además, se tomó contacto con las correspondientes oficinas de PRODESAL, a quienes se solicitó la posibilidad de contar con copias de este listado ante los requerimientos de algunos usuarios de poder retirarlo en sus oficinas. En aquellos casos en que no se contó con la colaboración de PRODESAL o PDTI, la entrega de este instructivo. Finalmente, en la visita técnica se hizo entrega directa del instructivo a los beneficiarios, se revisaron los antecedentes con que ya cuenta el beneficiario y se aclararon las dudas que se presentaron.
- **Recolección de la documentación solicitada.** La documentación disponible de cada beneficiario se obtuvo de tres formas: a) directamente en la visita técnica, b) Desde la oficina de PRODESAL o PDTI respectiva, bajo autorización del agricultor y c) envío por correo electrónico o convencional.

### 6.3. DISEÑO DE PROYECTOS

#### 6.3.1. Aspectos Generales

Los resultados de los trabajos de terreno y el diseño estructural, hidráulico y agronómico de los proyectos se presenta en las carpetas técnicas de los mismos. Estas carpetas son, junto con los antecedentes legales, el insumo para la postulación a futuros programas y concursos de fomento al riego y drenaje.

En forma análoga a la documentación legal, la información técnica requerida por los proyectos se encuentra clasificada en una serie de anexos, los que son ingresados en el sistema de postulación electrónico de la Ley 18.450 (Cuadro 6.3.1-1).

**CUADRO 6.3.1-1  
ANEXOS TÉCNICOS REQUERIDOS**

Nombre Anexo
Anexo 8.1 Plano de ubicación del proyecto
Anexo 8.2 Identificación del área de riego
Anexo 8.4 Análisis hidrológico
Anexo 8.4.2 Pruebas de bombeo
Anexo 8.5 Diseño y cálculos hidráulicos
Anexo 8.6 Estudios y diseños complementarios
Anexo 8.8 Especificaciones técnicas de construcción e instalación
Anexo 8.9 Cubicaciones
Anexo 8.10.1 Presupuesto detallado de obras y Análisis de Precios Unitarios
Anexo 8.10.2 Presupuesto detallado electrificación
Anexo 8.10.4 Cotizaciones
Anexo 8.10.5 Declaración No Contribuyente IVA
Anexo 8.11 Certificado Corfo (PIR)
Anexo 8.12.1.1 Planos Proyectos Tecnificación
Anexo 8.12.1.2 Planos Obras Civiles proyecto de tecnificación (caseta, electrificación, embalse, etc.)
Anexo 8.13.1 Memoria de cálculo de superficies
Anexo 8.13.2 Estudio de suelo - Informe de asimilación

Fuente: Sistema Electrónico de Postulación Ley 18.450.

#### 6.3.2. Metodología

La metodología utilizada se encuentra descrita en forma detallada en los Manuales, Instructivos y Documentos Técnicos disponibles por la CNR y actualizados cada año para tecnificación, obras civiles, acumulación, conducción, drenaje, ERNC y obras de arte. Este material bibliográfico presenta los pasos y resultados esperados para cada aspecto de un proyecto, dejando en algunos casos la opción de utilizar otros métodos cuando existan particularidades que lo ameriten y sean plenamente justificados.

Para el presente estudio se han utilizado los Manuales Técnicos de Tecnificación 2015 y ERNC 2014, Instructivos Técnicos de Tecnificación ITT 2015 y Documentos técnicos DT 2015 (Cuadros 6.3.2-1 y 6.3.2-2).

### CUADRO 6.3.2-1 INSTRUCTIVOS TÉCNICOS DE TECNIFICACIÓN ITT 2015

Instructivo Técnico
ITT-01 Disponibilidad de Aguas de Proyectos de Tecnificación
ITT-02 Cálculo de Superficies Tecnificación
ITT-03 Diseño de Obras de Tecnificación
ITT-04 Presupuesto para Obras de Tecnificación

Fuente: CNR (2015)

### CUADRO 6.3.2-2 DOCUMENTOS TÉCNICOS DT 2015

Documentos Técnicos (DT)
DT-01 Caudales 85% de seguridad
DT-02 Estaciones fluviométricas SIIR (ex AT-08)
DT-03 Pautas para estudios de suelo (ex AT-07)
DT-04 Pauta para cálculo de eficiencia ponderada (ex AT-11)
DT-05 Rangos de valores de Kc (ex AT-13)
DT-06 Especificaciones técnicas generales y especiales
DT-09 Proyectos eléctricos
DT-11 Ejemplos prácticos civiles de cálculo de superficies
DT-12 Ejemplos prácticos tecnificación de cálculo de superficies
DT-13 Ejemplos prácticos cálculo de superficies de drenaje
DT-14 Análisis de Precios Unitarios de Drenaje
DT-15 Guía metodológica de evaluación social de proyectos
DT-16 Diagnóstico perfil agroeconómico mediante estándares de producción
DT-18 Precios Unitarios Mínimos y Máximos para todo el país
DT-19 Requisitos Técnicos Informe Asimilación
DT-20 Manual de especificaciones técnicas de buenas prácticas de manejo de suelos en laderas.

Fuente: CNR (2015)

## 7. PROYECTOS PILOTOS

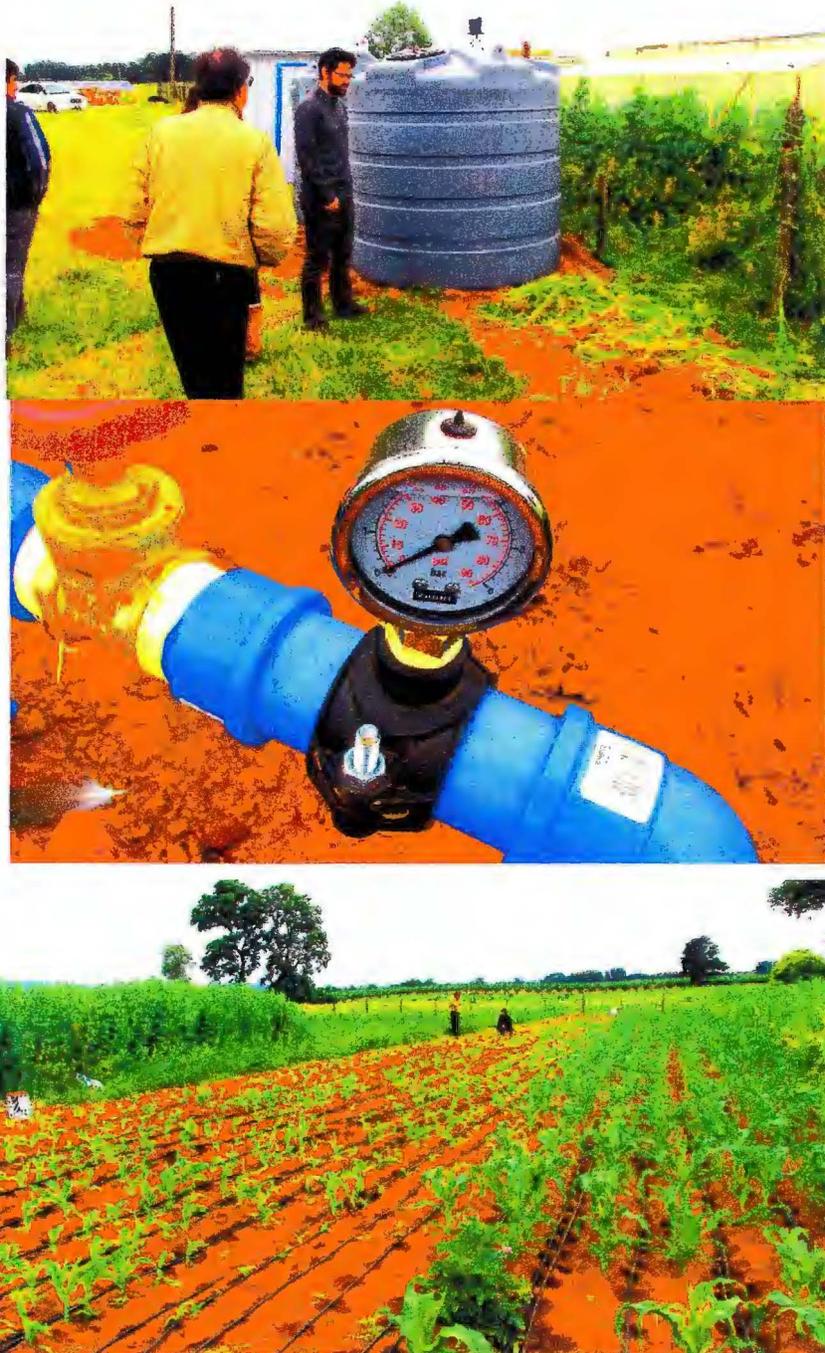
Se presentan los diseños de los dos proyectos pilotos de las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

- Región de Los Ríos: El seleccionado corresponde a la Sra. Marcela Neguiman Castillo (Los Lagos 09), usuaria PRODESAL, cuyo predio tiene una superficie de 0,5 ha y se encuentra ubicado en el sector de Bellavista El Salto, comuna de Los Lagos. Se proyecta en primer lugar, un sistema de impulsión de agua, compuesto por una bomba eléctrica abastecida con energía solar y una nueva matriz de impulsión, desde una noria de 7 m de profundidad hasta dos estanques verticales rotoplástico de 5 m<sup>3</sup> cada uno. Desde los estanques, se contempla un sistema de riego por cintas, presurizado con una segunda bomba eléctrica abastecida con

energía solar, para una superficie de 0,147 ha de hortalizas al aire libre y en un invernadero existente. La Figura 7-1 muestra imágenes de la visita.

- Región de Los Lagos: El seleccionado corresponde al Sr. Jaime Hernández Stamm (Osorno 17), usuaria PRODESAL, quien hace usufructo del predio, propiedad de su padre, Felizardo Hernández Moreira, ubicado en la localidad de Pocolhue Alto, comuna de Osorno, y cuya superficie es 6,2 ha. Se proyecta un sistema de riego, presurizado con una bomba eléctrica abastecida con energía solar, desde dos estanques verticales rotoplástico de 5 m<sup>3</sup> cada uno, para una superficie de 0,26 ha de frambuesas (goteo) y frutillas (cintas autocompensadas) al aire libre y de hortalizas en un invernadero existente (cintas). La Figura 7-2 muestra imágenes de la visita.

**FIGURA 7-1**  
**VISITA A TERRENO PROYECTO LOS LAGOS 09**



Fuente: Equipo Consultor.

**FIGURA 7.3-1**  
**VISITA A TERRENO PROYECTO OSORNO 17**



Fuente: Equipo Consultor.

## **8. PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y SEGUIMIENTO**

### **8.1. INTRODUCCIÓN**

En concordancia con lo solicitado en los términos de referencia, en el presente capítulo se exponen los principales alcances del Programa de Transferencia Tecnológica y Seguimiento para la operación, mantención y reparación de las obras.

### **8.2. NECESIDADES DE TRANSFERENCIA Y SEGUIMIENTO**

#### **8.2.1. Necesidades de los agricultores**

Durante las campañas en terreno y el proceso de diseño de cada proyecto el Consultor mantuvo un contacto permanente con los agricultores, identificando y registrando los principales requerimientos técnicos y dudas con respecto a los proyectos propuestos.

De manera general, las necesidades de transferencia tecnológica identificadas para los equipos PRODESAL-PDTI y los agricultores, en términos de las temáticas a tratar, son las siguientes:

- Conocer los distintos sistemas de riego y metodologías de riego tecnificado.
- Conocer las actividades necesarias para un uso eficiente de los sistemas de riego tecnificado. En este sentido cobra especial relevancia el comprender conceptos tales como tiempo de riego y demandas de agua de los cultivos en distintos periodos de desarrollo, junto con los factores que los determinan.
- Mantención de los sistemas de riego para optimizar su funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos
- Conocer y valorar las potencialidades y limitaciones del uso de Energías Renovables No Convencional (ERNC) en proyectos de riego.

Si bien los agricultores identifican y tienen conocimientos generales acerca de los tipos de sistemas de riego localizados, requieren una capacitación técnica sobre el reconocimiento, operación y mantención de los elementos involucrados. En términos prácticos, las principales dudas o inquietudes de los agricultores se centraron en los siguientes tópicos, los que fueron abordados en el instructivo presente en el Anexo 8-1:

- Tiempo de riego de los cultivos.
- Caudales a aplicar según temporada.
- Regulación de las presiones del sistema.
- Mantenimiento de los equipos, especialmente con respecto a la limpieza de filtros, tuberías y líneas de riego.

- Operación de los sistemas fotovoltaicos.
- Limpieza de otros elementos, tales como los paneles fotovoltaicos y bombas.

### **8.2.2. Necesidades de los Agentes de Transferencia**

Al igual que en el caso de los agricultores, durante el estudio se mantuvo un contacto permanente con los equipos de PRODESAL y PDTI que colaboraron en la identificación de proyectos en cada comuna. Dado su rol en las zonas beneficiadas y su relación con los agricultores, se identificaron los principales ámbitos en los que podrían existir falencias para asesorar a los usuarios con respecto a la agricultura de riego y, en específico, la operación y mantención de los sistemas de riego localizados.

Dado lo anterior, es clave que exista una capacitación técnica continua en temas relacionados con la agricultura de riego, con énfasis en la determinación de soluciones técnicas ajustadas a la realidad de cada usuario que atiende y en la operación y programación eficiente de los sistemas. De esta forma, el profesional podrá elaborar recomendaciones tanto productivas (que ya realizan) como de riego propiamente tal, que ayuden de forma integral a los agricultores que atiende.

Para el seguimiento de la operación de los sistemas de riego por parte de PRODESAL y CNR, es necesario considerar:

- Generar un mecanismo, que puede ser a través de un convenio con el PRODESAL-PDTI respectivo, para el monitoreo sistemático (mensual o semestral) del estado y buen uso de los equipos de los componentes del proyecto.
- En los contratos establecidos en el concurso de la Ley 18.450 con el constructor, además de cualquier contratista que contemple el proyecto (por ejemplo, eléctrico y/o de los equipos fotovoltaicos) se propone exigir que se cumpla con una inducción sobre el funcionamiento de cada componente del sistema instalado.
- En los mismos contratos se propone solicitar un número de revisiones mínimas posteriores a la construcción. Estas deben ser al menos dos veces al año por dos años.
- Programas de transferencias locales llevados a cabo por la CNR a nivel local, preferentemente en convenio con las instituciones ligadas a las labores productivas de los pequeños agricultores, a quienes se encuentra dirigido el presente Estudio, principalmente INDAP y PRODESAL-PDTI, que les permitan tener conocimiento acerca de las herramientas e iniciativas que dicha entidad ofrece a la pequeña y mediana agricultura. Lo cual permitirá potenciar el rubro e intensificar su grado de productividad y rentabilidad, a través del acceso a nuevas tecnologías de riego y energías renovables no convencionales (ERNC)

- Información constante sobre líneas de financiamientos para obras o equipos de complemento con proyectos de infraestructura (invernaderos y bodegas), de tipo productivos y con créditos para la compra de insumos agrícolas ad hoc a los sistemas de riego tecnificado).

### **8.3. LÍNEAS DE ACCIÓN**

En términos generales, el Programa a aplicar en el presente estudio se compone de los siguientes elementos:

1. La elaboración de un manual sobre operación, mantención y reparación de las obras de riego, dirigido a los profesionales de PRODESAL y PDTI.
2. Un día de campo en cada uno de los proyectos pilotos, dirigido a los beneficiarios del estudio. Esta actividad se acompaña de la entrega de un instructivo para el uso de las obras de riego.
3. Una Jornada de capacitación sobre operación, mantención y reparación de las obras de riego, dirigida a los profesionales de PRODESAL y PDTI.