



COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

**ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO PARA MICROPROYECTOS
DE RIEGO EN REGIONES IV Y V**

RESUMEN EJECUTIVO

OCTUBRE 2017

Arrau Ingeniería SpA
María Luisa Santander 0231, Providencia, Santiago, Chile.

Fono 22341 48 00 Fax 22274 5023 e-mail: oficina@arrauingenieria.cl





COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

**ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO PARA MICROPROYECTOS
DE RIEGO EN REGIONES IV Y V**

RESUMEN EJECUTIVO

OCTUBRE 2017

Arrau Ingeniería SpA
María Luisa Santander 0231, Providencia, Santiago, Chile.

Fono 22341 48 00 Fax 22274 5023 e-mail: oficina@arrauingenieria.cl



Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

REGISTRO DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS

José Lagos Rehfeld	Jefe de Proyecto
Felipe Espinoza Contreras	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 IV y V"

Resumen Ejecutivo

ÍNDICE

Acápites	Descripción	Pág.
1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
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
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
2.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	5
2.2.	DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA	7
2.2.1.	Región de Coquimbo	7
2.2.2.	Región de Valparaíso	8
3.	TIPOLOGÍA DE PROYECTOS	9
3.1.	INTRODUCCIÓN	9
3.2.	TIPOS DE OBRAS A DESARROLLAR	10
3.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	11
3.3.1.	Obras de Captación: Elevación Mecánica	11
3.3.2.	Conducción Entubada	14
3.3.3.	Obras de Regulación: Estanques Acumuladores	16
3.3.4.	Revestimiento de Tranques con Geomembrana	20
3.3.5.	Sistemas de Riego por Goteo	21
3.3.6.	Sistemas de Bombeo con Energías Renovables: Sistema Fotovoltaico	23
4.	PRESELECCIÓN DE POTENCIALES BENEFICIARIOS	27
4.1.	ASPECTOS GENERALES	27
4.2.	PROGRAMA DE DESARROLLO LOCAL (PRODESAL)	27
4.3.	PROGRAMA AGROPECUARIO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS PEQUEÑOS CAMPESINOS DEL SECANO (PADIS)	28
4.4.	UNIVERSO BASE	29

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Resumen Ejecutivo

ÍNDICE

Acápite	Descripción	Pág.
5.	SELECCIÓN FINAL DE PROYECTOS	32
5.1.	INTRODUCCIÓN	32
5.2.	DISTRIBUCIÓN FINAL DE PROYECTOS	32
6.	CARPETAS DE PROYECTOS	33
6.1.	INTRODUCCIÓN	33
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	36
7.	PROYECTOS PILOTOS	37
8.	PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y SEGUIMIENTO	39
8.1.	INTRODUCCIÓN	39
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	40
8.3.	LÍNEAS DE ACCIÓN	41

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Resumen Ejecutivo

ÍNDICE CUADROS

Cuadro	Descripción	Pág.
2.2.1-1	Contexto Político-Administrativo	8
2.2.2-1	Contexto Político-Administrativo	9
3.2-1	Tipología de Proyectos a Diseñar	11
3.3.1-1	Elementos de una Elevación Mecánica	13
3.3.2-1	Elementos de una Conducción Entubada	15
3.3.3-1	Elementos de un Estanque	18
3.3.5-1	Esquema de un Sistema de Riego por Goteo	23
3.3.6-1	Esquema de un Sistema Fotovoltaico	26
4.4-1	Usuarios PRODESAL y PADIS Región de Coquimbo	30
4.4-2	Usuarios PRODESAL y PADIS Región de Valparaíso	31
5.2-1	Distribución Definitiva Proyectos Región de Coquimbo	32
5.2-2	Distribución Definitiva Proyectos Región de Valparaíso	33
6.2.1-1	Antecedentes Legales y Administrativos Requeridos	34
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	37

Estudio Básico "Diagnóstico para Microproyectos de Riego en Regiones IV y V"

Resumen Ejecutivo

ÍNDICE FIGURAS

Figura	Descripción	Pág.
1.1-1	Mapa Área de Estudio	2
2.1-1	Área de Estudio Región de Coquimbo	6
2.1-2	Área de Estudio Región de Valparaíso	7
3.3.1-1	Esquema de una Elevación Mecánica	12
3.3.2-1	Instalación de una Conducción Entubada	15
3.3.3-1	Esquema de un Estanque Rígido	17
3.3.3-2	Ejemplos de Tipos de Estanques	17
3.3.4-1	Ejemplos de Revestimientos con Geomembranas	20
3.3.5-1	Esquema de un Sistema de Riego por Goteo	22
3.3.5-2	Ejemplos de Sistema de Riego por Goteo	22
3.3.6-1	Esquema de un Sistema Fotovoltaico	25
3.3.6-2	Ejemplo de un Sistema Fotovoltaico	25
7-1	Visita a Terreno Proyecto Canela 07	38
7-2	Visita s Terreno Proyecto Catemu 30	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 IV y V"** de la Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura.

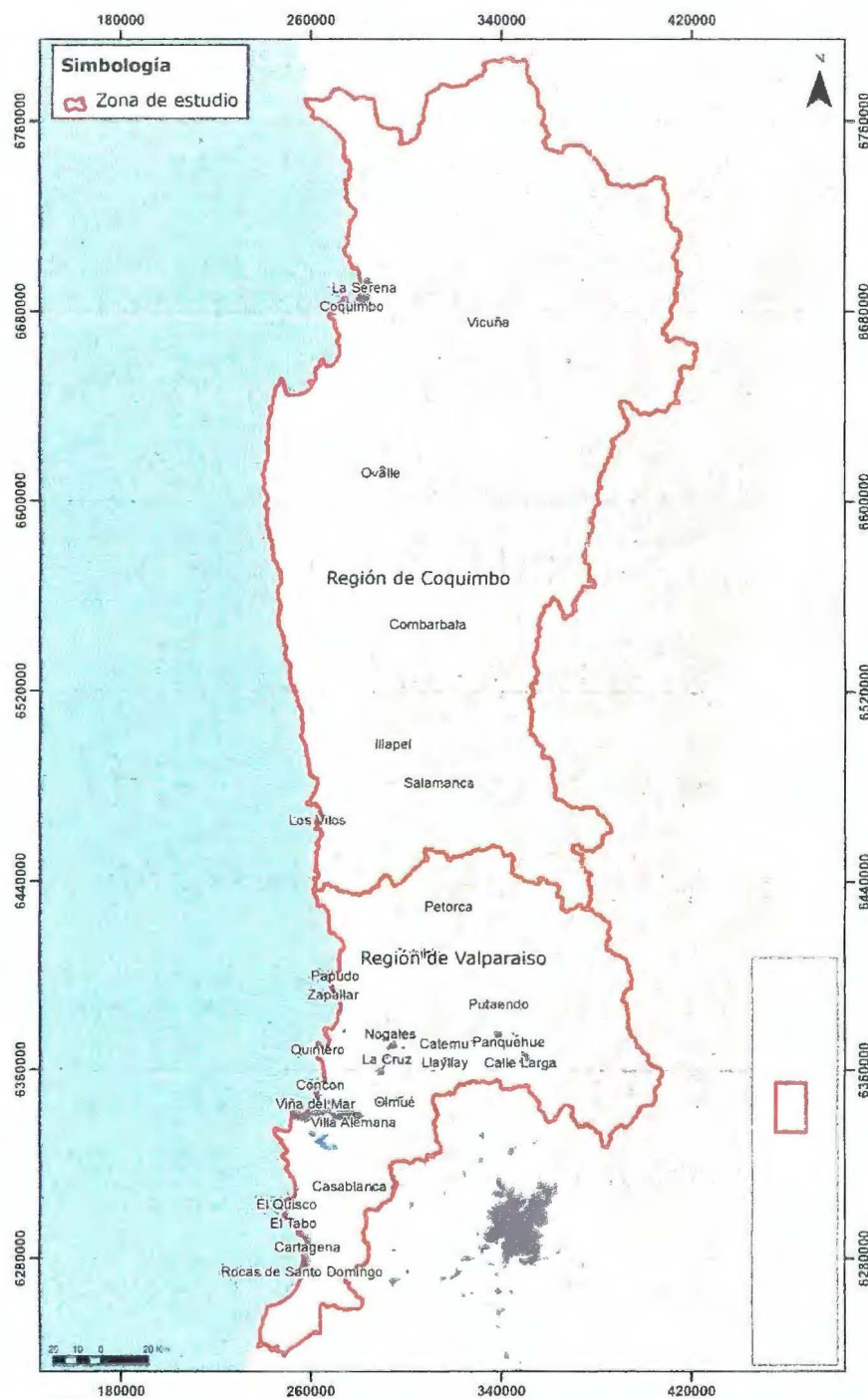
Uno de los aspectos más limitantes para el desarrollo de las actividades productivas de los pequeños productores agrícolas es la escasez en la disponibilidad del agua en relación al periodo de desarrollo del cultivo o bien una ineficiente utilización de ella. Esta situación ha sido crítica en el país, 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 secano, 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 secano, 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 secano 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 secano, 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 Coquimbo y Valparaíso. La primera de estas se ubica entre los 29° 02' y 32° 16' de latitud Sur y desde los 69° 49' de longitud hasta el Océano Pacífico y cuenta con una superficie de 40.579,9 km², lo que representa el 5,37% de Chile Americano e Insular (INE, 2007).

En cuanto a la Región de Valparaíso, su parte continental se ubica entre los 32° 02' y 33° 57' de latitud Sur y entre los 70° de longitud Oeste y el Océano Pacífico. Incluye, además, islas esporádicas como Isla de Pascua, Salas y Gómez, San Félix, San Ambrosio y el archipiélago Juan Fernández. Su superficie aproximada es de 16.396,1 km², incluidas las islas esporádicas. La superficie regional representa el 2,17% de Chile Americano e Insular.

En las Figuras 2.1-1 y 2.1-2 se muestra un mapa de ubicación geográfica de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, respectivamente.

ÁREA DE ESTUDIO REGIÓN DE COQUIMBO



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional (2007).

FIGURA 2.1-2
ÁREA DE ESTUDIO
REGIÓN DE VALPARAÍSO



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional (2007).

2.2. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

2.2.1. Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo de acuerdo a su división político administrativa mantiene 3 Provincias: Elqui, Limarí y Choapa, las que en conjunto contienen 15 comunas, 6 en la Provincia del Elqui, 5 en la provincia de Limarí y 4 en la provincia de Choapa.

En el Cuadro 2.2.1-1 se presenta el detalle de las comunas ubicadas en cada división provincial de la Región.

CUADRO 2.2.1-1
CONTEXTO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO

Provincia	Comuna
Choapa	Canela
	Illapel
	Los Vilos
	Salamanca
Elqui	Andacollo
	Coquimbo
	La Higuera
	La Serena
	Paihuano
	Vicuña
Limarí	Combarbalá
	Monte Patria
	Ovalle
	Punitaqui
	Río Hurtado

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Región de Valparaíso

La Región de Valparaíso en tanto, posee territorio tanto continental como insular, conformado por las siguientes Provincias: Isla de Pascua, Los Andes, Marga Marga, Petorca, Quillota, San Antonio, San Felipe de Aconcagua y Valparaíso, las que en conjunto contienen un total de 39 comunas. En el Cuadro 2.2.2-1 se presenta el detalle de las comunas ubicadas en cada división provincial de la Región.

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

Provincia	Comuna	Provincia	Comuna
Isla de Pascua	Isla de Pascua	San Antonio	Algarrobo
Los Andes	Calle Larga		Cartagena
	Los Andes		El Quisco
	Rinconada		El Tabo
	San Esteban		San Antonio
			Santo Domingo
Marga Marga	Limache	San Felipe de Aconcagua	Catemu
	Olmué		Llay Llay
	Quilpué		Panquehue
	Villa Alemana		Putendo
Petorca	Cabildo		San Felipe
	La Ligua		Santa María
	Papudo		Casablanca
Quillota	Petorca	Valparaíso	Concón
	Zapallar		Juan Fernández
	Hijuelas		Puchuncaví
	La Calera		Quintero
	La Cruz		Valparaíso
	Nogales		Viña del Mar
	Quillota		

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 Coquimbo y Valparaíso.

En general se puede destacar que los regantes seleccionados en ambas regiones tienen la particularidad que la mayoría de ellos extrae recursos hídricos de fuentes superficiales, que en este caso de canales de regadío. En este caso el proyecto típico corresponde a una captación desde el canal con un acumulador dependiendo del balance oferta/demanda y los turnos de riego que exista en la organización de usuarios de agua (OUA) respectiva. Cabe destacar que actualmente existen canales en los cuales los turnos entre un riego y el siguiente incluso sobrepasan los 15 días.

Un aspecto destacable es que, por lo general, los canales en estas regiones transitan por laderas de cerro, dejando la superficie a riego bajo cota de canal con un desnivel de varios metros, lo que, dependiendo de cada caso, podría sustentar la presión a

un sistema de riego tecnificado solo por la carga gravitacional y, por ende, prescindir del uso de una bomba de impulsión.

Por otra parte, existen agricultores cuyos recursos disponibles son fuentes subterráneas o de vertientes, existiendo un tratamiento distinto para cada tipo detectado, en base a lo descrito a continuación:

- **Pozos norias y vertientes con derecho de aprovechamiento de aguas inscrito.**
- **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.

Para estos tipos la solución propuesta es una elevación mecánica desde la noria o vertiente a un estanque en altura que de la presión suficiente para regar una superficie inferior a 1 ha.

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

Obras De Captación	Elevación mecánica
Canales Y Obras De Arte	Conducción entubada
Obras De Regulación	Estanques
Sistemas De Riego	Sistema de riego por goteo
	Sistema de riego por cintas
	Sistema de riego por Aspersión
Sistemas De Bombeo Con Energías Renovables	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.

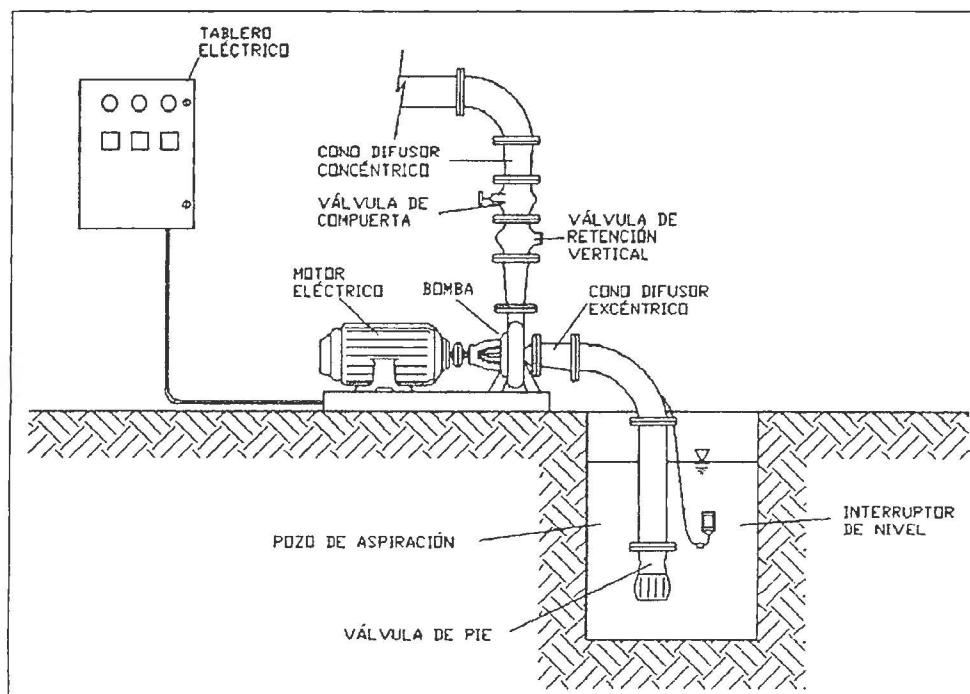
En la mayoría de los casos, el agua bombeada se descarga directamente a un canal o acequia de distribución del agua de riego, que se encuentra a una cota más elevada. En otros casos, el sistema de elevación mecánica se utiliza para llenar un tranque acumulador ubicado en una ladera alta, con el cual 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**

Obra de Captación	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.
Caseta de Bombas	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.
Equipo de Elevación Mecánica	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. 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. 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 V); los motores de mayor potencia (sobre 3 HP), funcionan con corriente trifásica de 380 V. 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. El mercado ofrece una gran variedad de marcas y modelos de bombas, con distintas combinaciones de motores, diámetro de rodete⁶ y número de etapas⁷. Siendo éste un tema técnico muy especializado, hemos preferido describir y caracterizar los equipos de bombeo, agrupándolos en tres categorías: - Grupo I: Bombas centrífugas con motor de combustión interna - Grupo II: Bombas centrífugas con motor eléctrico - Grupo III: Bombas de pozo profundo con motor sumergido
Interconexiones Hidráulicas	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.
Instalaciones Eléctricas	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. En motores de combustión interna habrá que disponer de tambores para el almacenamiento de combustible.

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:

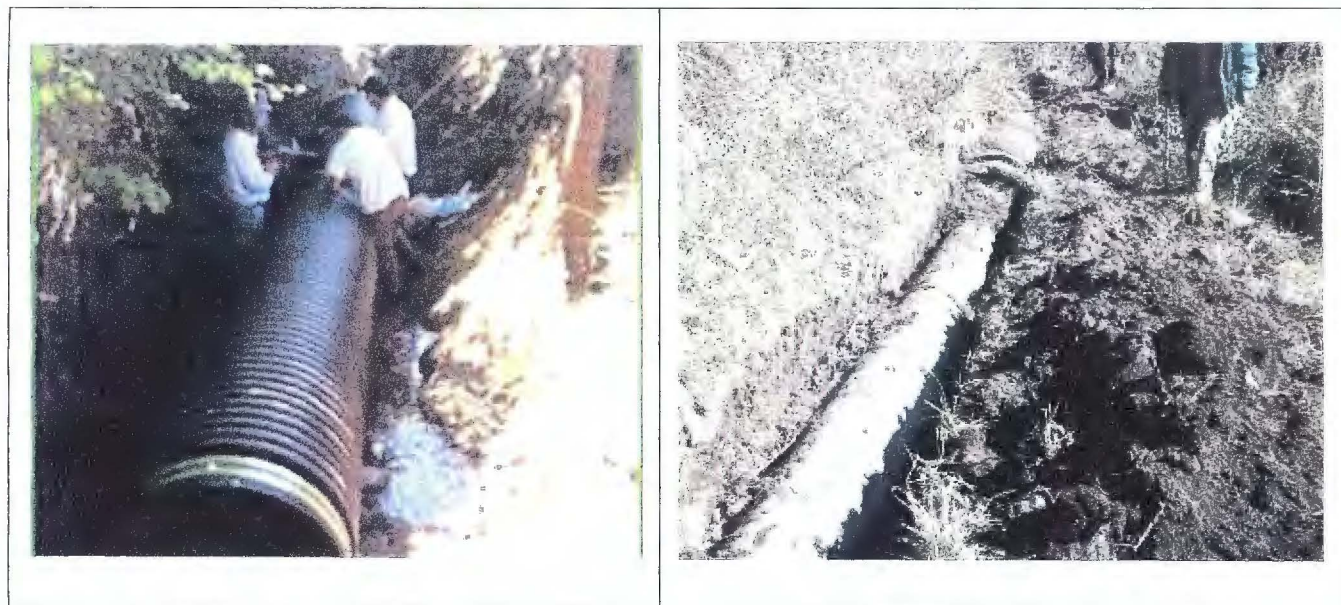
- Prevención de la contaminación emitida por el ser humano (desechos, basuras y aguas servidas arrojados a los canales de regadío).
- Reducción en los costos de mantenimiento (se evita la caída de material y se inhibe la existencia de algas).
- Se eliminan las pérdidas por evaporación e infiltración.
- 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 aspersión 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

Obra de Toma	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.
Tubería de Conducción	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.

CUADRO 3.3.2-1 ELEMENTOS DE UNA CONDUCCIÓN ENTUBADA

Cámaras	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.
Válvulas	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: 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. b) Válvula de seguridad. Permite la salida automática de cierta cantidad de agua, con el fin de evitar un aumento excesivo de la presión. c) Válvula reductora de presión. Produce una pérdida de carga localizada cuando la presión en la red sobrepasa el valor previsto. 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. 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.

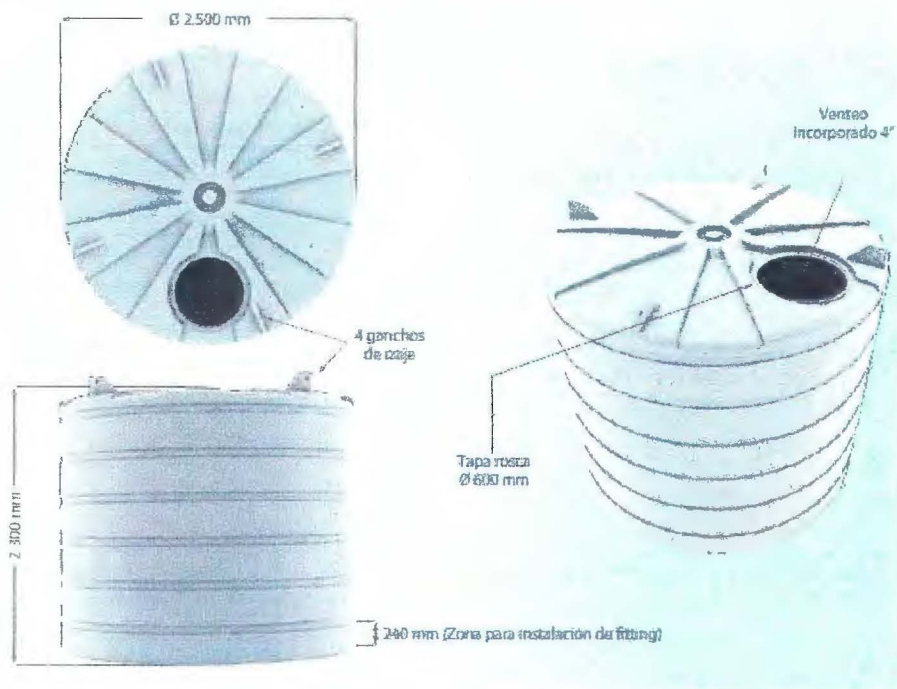
Fuente: Elaboración propia a partir de manuales CNR y catálogos de equipos.

3.3.3. Obras de Regulación: Estanques Acumuladores

Los estanques son un tipo de depósito de agua, con capacidad inferior a 500 m³, de variadas formas, contruidos 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 seco, principalmente en sectores sin acceso a agua de riego permanente, pudiendo acumular hasta 1500 m^3 . 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

Base estabilizada	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.
Piso	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.
Muros	Éste es el componente que define el tipo de estanque. Se emplean una gran variedad de materiales de construcción.
Obra de entrega	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

CUADRO 3.3.3-1 ELEMENTOS DE UN ESTANQUE

	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.
Obra de toma	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 m³ hasta 493 m³, siendo los tamaños de mayor aplicación: 14, 25, 39, 76 y 127 m³. 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 m³ y 200 m³. 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.

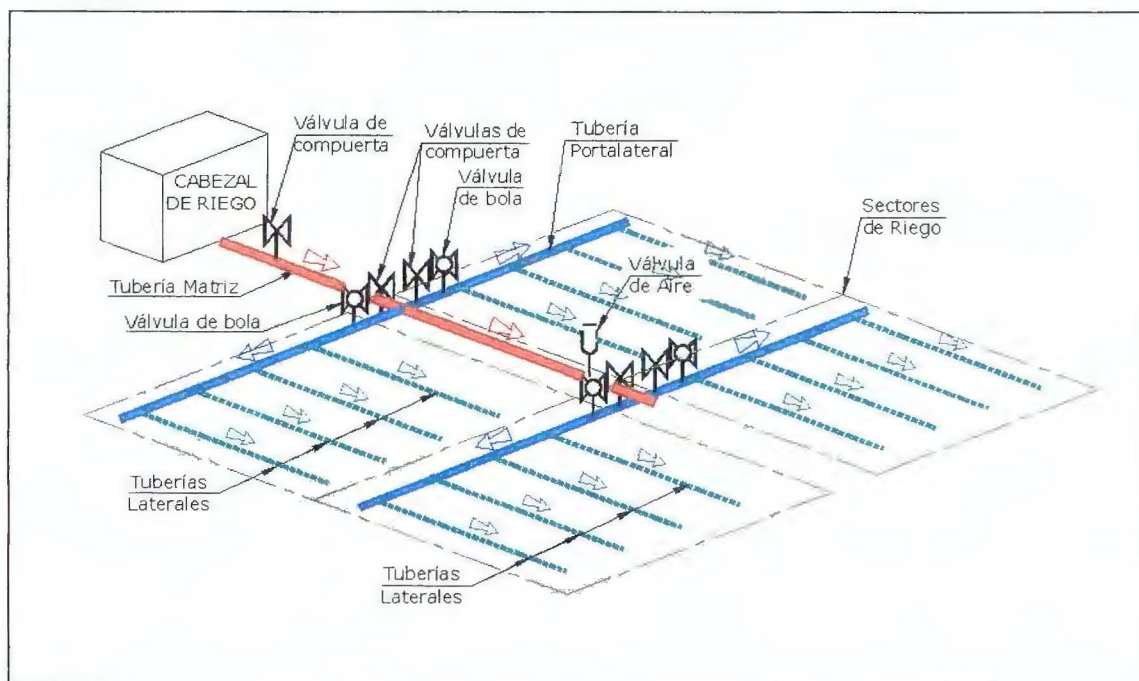
3.3.5. Sistemas de Riego por Goteo

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**

Bomba o Fuente de Agua a Presión	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.
Cabezal de Control	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.
Red de Tuberías	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.
Emisores o Goteros	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.

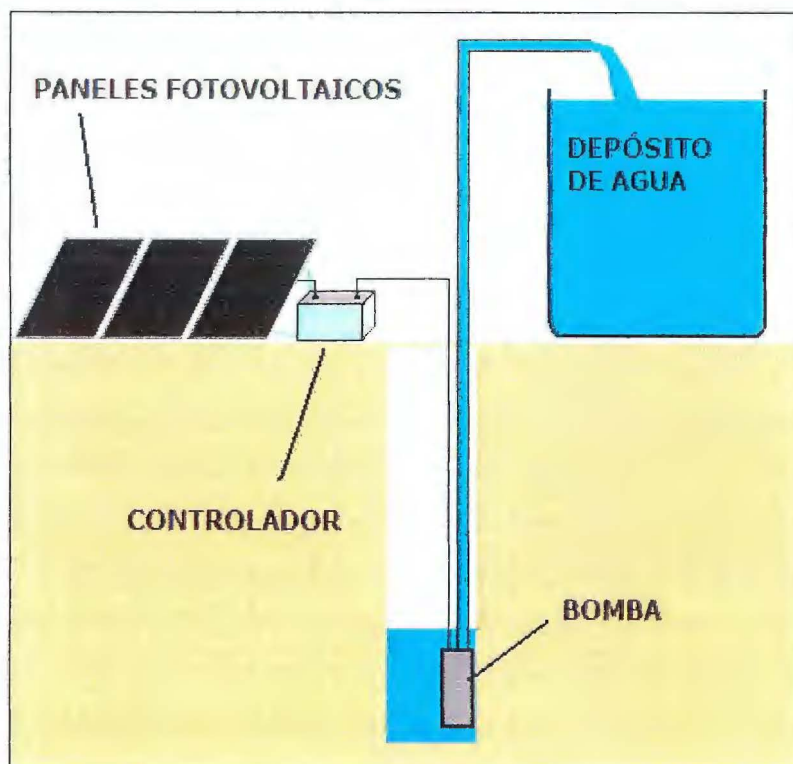
En el primer caso se estaría hablando de bombas, tanto en corriente continua como en corriente alterna, conectadas a paneles mediante diferentes tipos de dispositivos electrónicos capaces de acoplar los requerimientos mecánicos de las bombas a las capacidades de alimentación ofertadas por el generador 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

Sistema de Generación Eléctrica (Paneles Fotovoltaicos)	El sistema de generación eléctrica es un conjunto de paneles fotovoltaicos cuyo número, inclinación y conexión 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: • La cantidad de radiación incidente sobre el panel, siendo mayores las prestaciones eléctricas del mismo cuanto mayor sea dicho valor de radiación solar. • La temperatura del panel, cuyo incremento hará disminuir el rendimiento general del proceso de conversión.
Sistema de Impulsión (Motor-Bomba)	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.
Sistema de Adaptación Eléctrica	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: • Los motores a considerar deben ser solamente de corriente continua. • Se pierde capacidad de impulsión para momentos de baja intensidad de radiación. • 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. Los dispositivos de acoplamiento eléctrico entre el sistema de generación y el sistema moto-bomba son los siguientes: • Regulador de carga. 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. • Inversor CC/CA (corriente continua / corriente alterna). 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.

CUADRO 3.3.6-1 ESQUEMA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Sistema de Almacenamiento	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.
---	---

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

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 Agropecuario para el Desarrollo Integral de los Pequeños Campesinos del Secano de la región de Coquimbo PADIS (en la región de Coquimbo), ambos del INDAP. De este modo, el requisito fundamental que debe cumplir es ser beneficiario 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 AGROPECUARIO PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS PEQUEÑOS CAMPESINOS DEL SECANO (PADIS)

El PADIS busca apoyar a las familias rurales de la región de Coquimbo para fortalecer sus actividades silvoagropecuarias y asociadas, a través de la entrega de asesoría técnica y fondos de inversión, permitiéndoles aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida. Está orientado a apoyar a los pequeños productores agrícolas, campesinos, sus familias y organizaciones, entregando incentivos económicos destinados a cofinanciar asesorías técnicas, inversiones y capital de trabajo en los ámbitos de la producción silvoagropecuaria y actividades conexas, atendiendo a sus objetivos de desarrollo, intereses y necesidades.

Los usuarios se organizan en Unidades Operativas Comunes, la que estará conformada por un número variable de Grupos organizados territorialmente por localidades, homogeneidad y criterios de afinidad de sus actividades. Estas agrupaciones, junto con compartir una cierta vecindad geográfica y similitud en cuanto a estrategias de desarrollo, servirá además como espacio de participación, coordinación y diálogo entre los usuarios, en la perspectiva de ampliar el capital social y económico de los territorios.

El Programa entrega de manera articulada y diferenciada asesorías técnicas orientadas hacia los siguientes ámbitos de apoyo:

- Desarrollo de capacidades productivas.
- Incubación y mejoramiento de emprendimientos económicos y vinculación al mercado,

- Articulación con otros programas de financiamiento a través de incentivos y/o créditos.
- Mejoramiento del capital social, la asociatividad y la participación en las comunidades rurales.
- Articulación con la red pública y privada.
- Promoción de un desarrollo sustentable.

El Programa PADIS 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 las entidades ejecutoras.

4.4. UNIVERSO BASE

Se utilizaron bases de datos de los usuarios/as de los PRODESAL y PADIS 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 PADIS respectivos en base a encuestas:

- Área INDAP.
- Comuna.
- Unidad Operativa PRODESAL.
- 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 PADIS
REGIÓN DE COQUIMBO**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Choapa	Canela	327
	Illapel	183
	Los Vilos	185
	Salamanca	356
	Total Choapa	1.051
Elqui	Andacollo	104
	Coquimbo	222
	La Higuera	60
	La Serena	180
	Vicuña	111
	Total Elqui	677
Limarí	Combarbalá	361
	Monte Patria	228
	Ovalle	402
	Punitaqui	217
	Río Hurtado	175
	Total Limarí	1.383
Total General		3.111

Fuente: Bases de datos INDAP.

**CUADRO 4.4-2
USUARIOS PRODESAL Y PADIS
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

Provincia	Comuna	N° Usuarios
Los Andes	Calle Larga	152
	Los Andes	104
	Rinconada	109
	San Esteban	221
	Total Los Andes	586
Marga Marga	Limache	248
	Olmué	128
	Quilpué	146
	Total Marga Marga	522
Petorca	Cabildo	299
	La Ligua	435
	Papudo	157
	Petorca	290
	Zapallar	174
	Total Petorca	1.355
Quillota	Calera	69
	Hijuelas	266
	La Cruz	126
	Nogales	159
	Quillota	288
	Total Quillota	908
San Antonio	Cartagena	141
	San Antonio	141
	Santo Domingo	238
	Total San Antonio	520
San Felipe de Aconcagua	Catemu	309
	Llay Llay	217
	Panquehue	72
	Putendo	251
	San Felipe	264
	Santa María	186
	Total San Felipe de Aconcagua	1.299
Valparaíso	Algarrobo	116
	Casablanca	276
	Puchuncaví	118
	Quintero	114
	Total Valparaíso	624
Total General		5.814

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-PADIS 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 COQUIMBO**

Comuna	Nº de Proyectos
Canela	14
Ovalle	8
Río Hurtado	19
Salamanca	9
Total	50

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5.2-2
DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA PROYECTOS
REGIÓN DE VALPARAÍSO

Comuna	Nº de Proyectos
Catemu	16
Hijuelas	9
La Cruz	8
La Ligua	2
Llay Llay	7
Quillota	8
Total	50

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
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. 19° del Reglamento
AL-40 Certificado de Art. 4° 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 PADIS, 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 PADIS 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,

CUADRO 6.3.1-1
ANEXOS TÉCNICOS REQUERIDOS

Nombre Anexo
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 Coquimbo y Valparaíso.

- **Región de Coquimbo:** El seleccionado corresponde al Sr. Enrique Tapia León (Canela 07), agricultor de 66 años, usuario de PRODESAL perteneciente al segmento 1, cuyo predio tiene una superficie de 4,6 ha y se encuentra ubicado en la localidad de El Durazno en la Comuna de Canela. Actualmente el agricultor cultiva 1,5 ha de superficie con tomates, porotos y sandías en invernaderos y tiene una pequeña plantación de nogales. Aunque cuenta con agua de riego, proveniente de una noria inscrita a nombre de la Comunidad Agrícola de Canela Alta, este es insuficiente. El proyecto comprende el suministro de una impulsión con una bomba solar, desde un pozo al interior de la propiedad hasta un estanque australiano existente, el que posee un volumen de 42 m³. La Figura 7-1 muestra imágenes de la visita.
- **Región de Valparaíso:** El seleccionado corresponde al Sr. José Miguel Suarez Bruna (Catemu 30), usuario de PRODESAL perteneciente al segmento 1, propietario de un predio de 5 ha ubicado en la comuna de Catemu, específicamente en la localidad de Santa Rosa. Se cuenta con derechos de aprovechamientos de agua inscritos a su nombre en el Canal Pepino. Actualmente cultiva almendros y alfalfa, utilizando 1,5 ha de la propiedad. Debido a las dificultades de abastecer de buena forma los cultivos que se encuentran sobre la cota del canal, se proyecta un sistema de riego por goteo, abastecido con una bombeo solar (no posee electricidad

en el predio) desde un tranque existente en el predio para una superficie de 0,44 ha de sus almendros. La Figura 7-2 muestra imágenes de la visita.

FIGURA 7-1
VISITA A TERRENO PROYECTO CANELA 07



Fuente: Equipo Consultor.

FIGURA 7-2
VISITA A TERRENO PROYECTO CATEMU 30



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-PADIS 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.
- Mantenimiento 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 mantenimiento 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 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 mantenimiento 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 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, 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.
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.