



Capítulo III

Lo que hay que saber para invertir en un sistema de riego tecnificado

Para obtener los mejores resultados productivos y económicos en el uso integrado del agua y la energía en sistemas tecnificados, como el riego por goteo, todos los elementos que intervienen tienen que ser óptimos. Los subtítulos del capítulo muestran las preguntas que hay que hacerse y responder para tener éxito en cada caso particular. A lo largo del capítulo se entregan las claves para responderlas.

3.1. ¿Con qué fuentes de agua cuento en el predio?

3.1.1. Identificar la fuente de agua: es vital identificar las fuentes de agua disponibles en el predio; en la cuenca del río Loa se encontrarán aguas superficiales provenientes de ríos o canales y aguas subterráneas, resultantes de pozos, norias o vertientes.

3.1.2 Distancia entre la fuente de agua y el sector de riego: es importante relacionar la ubicación de la fuente con respecto al sector a regar, observando y midiendo a qué distancia se encuentra en relación al sitio más alejado donde se desea establecer el cultivo. A mayor distancia, mayor es el esfuerzo necesario para mover el agua entre un punto y otro, y mayor es el costo en metros de tubería.

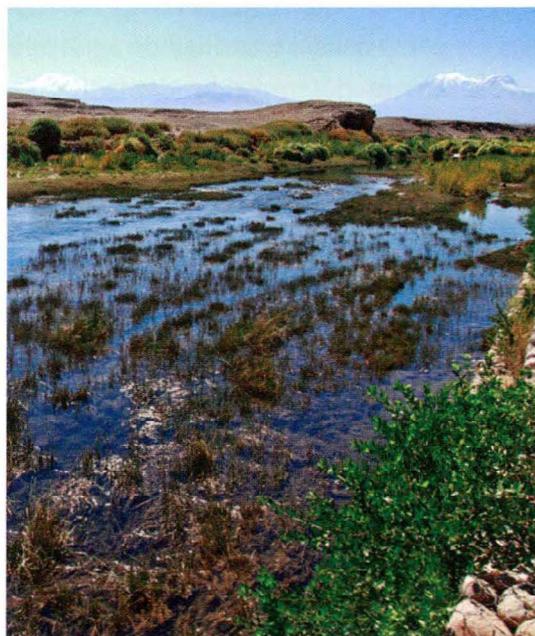


Figura 26. Río Salado, que abastece una serie de canales en la comuna de Calama.

3.1.3. Recorrido de la tubería matriz: hay que establecer el recorrido que debiera seguir la tubería que va a conducir el agua desde la fuente hasta el sector de riego.



Figura 27. Recorrido de la tubería matriz desde la fuente de agua hacia el cultivo con sistema de riego por goteo.

Es importante conocer el recorrido, ya que puede ser necesario hacer desvíos. En la medida que el trazado sea más largo, mayor será el requerimiento de energía por parte de la bomba para mover el agua y, por lo tanto, mayor será el costo por consumo de electricidad en cada riego. Por otro lado, como el valor de la inversión resulta más caro al tener que comprar más metros de tubería, es conveniente elegir el recorrido más corto posible.

3.2. ¿Cuánta agua tengo disponible en el predio?

La disponibilidad de agua en el predio se expresa como caudal (cantidad de agua que circula en un determinado tiempo) y la unidad comúnmente conocida es litros por segundo (l/s). El agua con que cuenta el predio es conferida por ley y se encuentra registrada en los títulos de dominio de la propiedad o como título aparte en el registro de propiedad de aguas del Conservador de Bienes Raíces comunal, provincial o regional. En las escrituras de propiedad de las aguas aparece la cantidad disponible expresada en litros por segundo o, cuando no están perfeccionados, se expresan como regadores, acciones o partes.

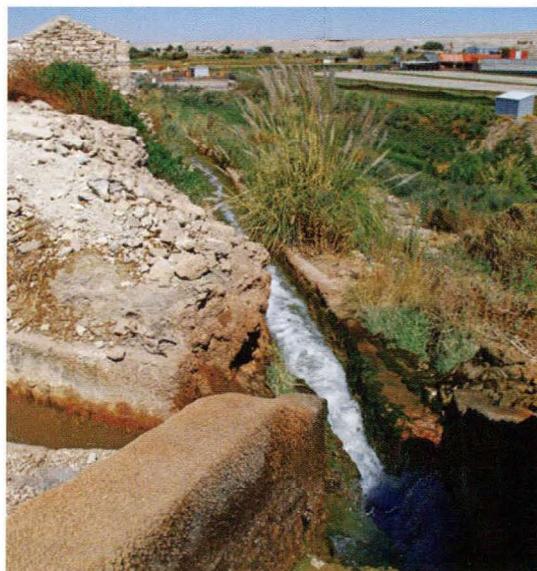


Figura 28. Agua de riego disponible en el predio.

Esta cantidad es clave para determinar la superficie posible de regar con el caudal que dispone el predio.

En la tabla siguiente se presenta la superficie de hortalizas posibles de regar con riego tendido en la provincia de Calama, en plena temporada de cultivo en el mes de diciembre, según el caudal disponible del predio.

Tabla 2. Superficie posible de regar con riego por tendido de acuerdo al caudal en Calama.

Caudal (litros por segundo)	Superficie de hortalizas posibles de regar con riego tendido (hectáreas)
0,5	0,4
1	0,8
2	1,6
3	2,4
4	3,3

Fuente: elaboración propia.

3.3. ¿Cuáles son las fuentes de energía en mi predio?

El agua requerida por los cultivos no siempre se encuentra cercana, debe movilizarse desde la fuente, que puede ser un canal cuya entrada al predio está a cierta distancia del sector a regar y, por lo tanto, es necesario conducirla desde ese punto hasta el sector de los cultivos. Para ello se requiere energía, por lo que se hace necesario observar y analizar las energías disponibles en el predio para lograr la mayor eficiencia y menor costo posibles en la conducción, en la distribución, y luego en su uso en la aplicación al agua de riego.

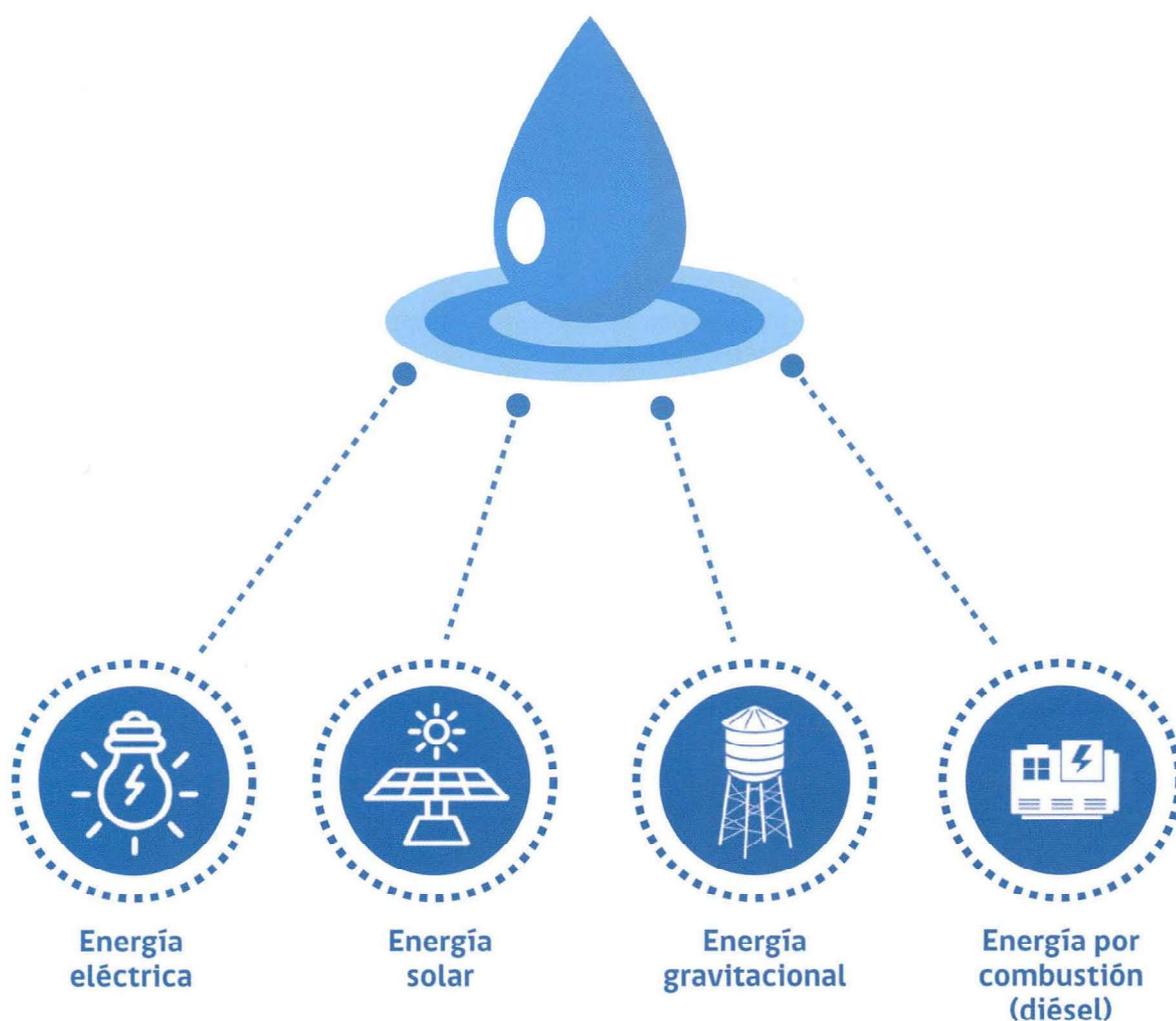


Figura 29. Energías posibles de usar para el riego tecnificado en el predio.

Las energías disponibles a nivel predial son las que se observan en la figura de arriba y que se describen a continuación.

3.3.1. Energía eléctrica: está inmediatamente disponible cuando existe red eléctrica en la zona y, en este caso, es necesario tener en cuenta la distancia entre el empalme eléctrico y la fuente de agua. A mayor distancia entre ambos puntos, mayor es el costo en su habilitación para riego, especialmente por el costo del cableado eléctrico y los postes, más la mano de obra y los otros insumos.



Figura 30. Sistema de riego gravitacional, riego por inundación desde canal de regadío.

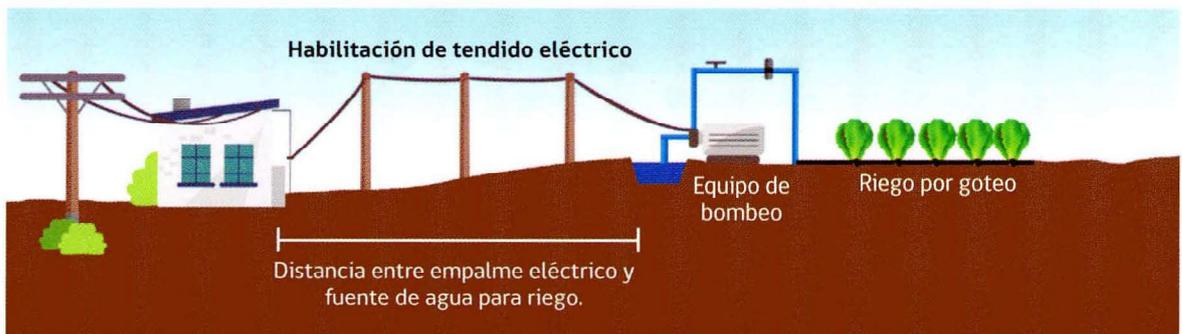


Figura 31. Habilitación de tendido eléctrico para realizar riego por goteo.

Si se desea invertir en tecnología de riego, el equipo de bombeo de agua quedará instalado junto al canal indicado en la figura y desde ahí la bomba impulsa el agua para regar el cultivo por goteo.

Se debe establecer la distancia entre el empalme eléctrico a nivel domiciliario y el punto donde se encuentra la fuente de agua (canal o pozo). En este lugar se habilitará el equipo de bombeo eléctrico que opera abasteciendo al sistema de riego por goteo. El valor de dicha distancia permite realizar una estimación preliminar de lo que significará el nivel de inversión para tecnificar el riego con una fuente de energía eléctrica.

En la siguiente tabla se muestran valores unitarios asociados a la habilitación de un tendido eléctrico monofásico, cuyo valor varía con la distancia entre el empalme y la fuente de agua.

Tabla 3. Valores asociados a la habilitación de un tendido eléctrico monofásico.

Ítem	Especificaciones técnicas	Requisitos de instalación	Valor unitario (\$)*
Postes	Poste de madera de Pino Radiata, de diámetro mínimo 6", de 6 m de largo.	El poste se instala dentro de una base de cemento de 0,50 x 0,50 x 1 m, previa aplicación de un producto impermeabilizante en su base, por una altura de 1,3 m. Distancia entre postes: 20 m.	45.000
Cable eléctrico	Alambre concéntrico, 1,5 mm de espesor tendido eléctrico monofásico.	Conductor tipo NSYA para intemperie.	45.000

*Valores a inicios de 2020.

Fuente: elaboración propia.

Un dato importante que debe ser considerado es el costo de operación del riego por goteo, producto del consumo de energía eléctrica durante el mes de mayor demanda de agua en la zona, esto es, en diciembre. Si se trabaja con un equipo de bombeo de 0,5 HP para el riego de dos invernaderos de 120 m² (20 m de largo por 6 m de ancho), asumiendo que cada invernadero se riega media hora al día durante los 31 días del mes, el consumo mensual estimado por concepto de energía eléctrica para riego es de \$3.000 (valor a inicios de 2020).

3.3.2. Energía solar: se capta mediante módulos fotovoltaicos o paneles solares y se transforma de energía eléctrica continua a energía eléctrica alterna, igual a la que proviene de la red pública. Entonces, la energía fotovoltaica soluciona el problema de abastecimiento de energía cuando no se cuenta con una red eléctrica cercana al predio.



Figura 32. Día de campo en Calama donde se explica el sistema fotovoltaico (paneles solares) para riego.

3.3.3. Energía gravitacional: esta posibilidad se hace evidente en el predio por la topografía predominante. Gracias a los desniveles, se puede implementar una serie de soluciones que permiten aprovechar la energía gravitacional para otorgar presión al agua de riego. Por ejemplo, acumular agua en estanques en altura con respecto al sector de riego.

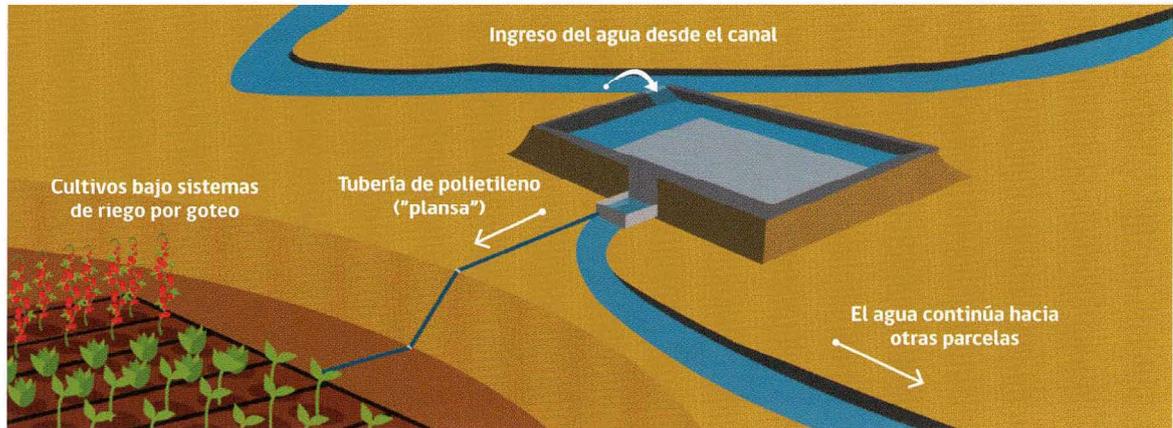


Figura 33. Riego por goteo con presión otorgada por el desnivel entre el estanque y sector de cultivos.

En riego por goteo se requiere como mínimo 12 metros de desnivel para una correcta operación.

3.3.4. Generadores diésel: es una alternativa cuando no se cuenta con energía eléctrica o cuando la habilitación de un módulo de energía solar es de muy alto costo. No es la más económica desde el punto de vista de sus costos de operación, pero puede resolver el problema de abastecimiento de energía en situaciones puntuales. También es muy útil cuando se cuenta con energía fotovoltaica y debe existir un respaldo en los eventos en que la radiación sea muy baja y resulte imprescindible continuar con el riego.



Figura 34. Generador Diesel alimentando con electricidad bomba en riego por goteo.

Un equipo generador diésel utilizado para operar una bomba de 0,5 HP que levante un caudal de 0,5 litros por segundo a una altura de 20 metros, para el riego de dos invernaderos de 120 m² cada uno, durante media hora diaria por invernadero, regando todos los días del mes, tiene un costo de operación estimado por consumo de combustible (petróleo) de \$80.000 en diciembre. Este corresponde al mes de mayor consumo de agua por parte de la planta. El equipo generador tiene un costo aproximado de \$500.000 (valores a inicios de 2020).

3.4. ¿Cuál es el cultivo que voy a regar?

Un sistema tecnificado, como el riego por goteo, implica una inversión importante y, además, coexiste un costo de operación del equipo muy relacionado con la energía que se utilizará. Por lo tanto, es necesario considerar aspectos económicos, especialmente del mercado y el precio de venta del producto que resulta de la explotación.



Figura 35. Algunas hortalizas y frutales cultivados en la cuenca del río Loa, cuyo precio justifica la inversión en riego tecnificado.

Productos de alta demanda en la zona, como las tunas, tomates y damascos, que obtienen buenos precios en el mercado local, son atractivos para ser cultivados con riego tecnificado. Desde el punto de vista agronómico, se debe considerar la distancia de plantación sobre y entre las hileras, las características de las raíces del cultivo y la susceptibilidad a enfermedades del suelo. Debe advertirse que en algunos cultivos, como praderas (alfalfa, trébol) y cereales (avena, trigo), no es conveniente regar con este método por el alto costo de inversión y manejo.

3.5. ¿Cuánta agua va a requerir mi cultivo?



Figura 36. Volumen de agua requerido para producir 16 kilos de zanahoria en Calama.

El agua es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de los cultivos y por lo tanto debe manejarse cuidadosamente. No hay duda de que se requiere para producir más alimentos, pero también es claro que hoy en día constituye un recurso cada vez más escaso.

A modo de ejemplo, para producir 16 kilos de zanahorias se requieren alrededor de mil (1.000) litros de agua por temporada en la cuenca del río Loa en la comuna de Calama, correspondientes a cerca de 112 unidades de zanahoria plantadas en un metro cuadrado.

Existe una serie de factores que determinan la demanda de agua por parte de las plantas, entre ellas están las características del cultivo, como el desarrollo de las raíces, el tipo de hojas, la época de plantación, poda, ubicación geográfica y elementos del clima, como la temperatura, el viento, la radiación solar y la humedad relativa. Estos últimos tienen una gran influencia en la cantidad de agua que consume la planta, son los que provocan que la atmósfera que rodea al cultivo actúe como una zona de alta captación de humedad.



Figura 37. Variables que determinan la demanda de agua de un cultivo.

3.6. Con el agua que tengo, ¿qué superficie puedo regar?

La superficie máxima posible de regar depende fundamentalmente de dos factores, el primero de ellos es la cantidad de agua que consume el cultivo, lo que se conoce como demanda de agua de parte de las plantas. Esta se expresa en los litros de agua que consume la planta en un día, considerando el periodo de mayor demanda de este vital elemento. En la cuenca del río Loa, por ejemplo, esto sucede en pleno verano.

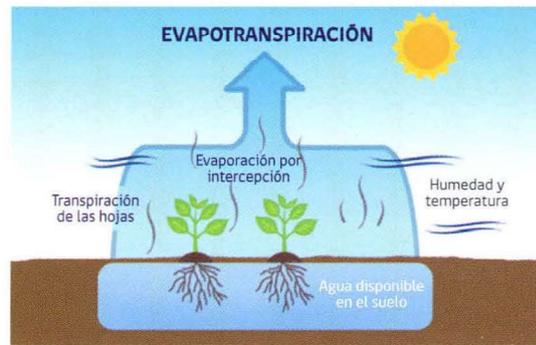


Figura 38. La demanda de agua se calcula en el periodo de mayor consumo por parte de la planta.

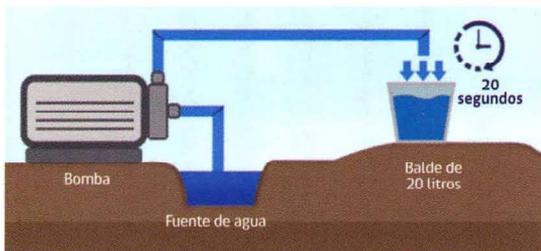


Figura 39. Determinación del caudal que entrega una bomba.

El segundo factor es el caudal, equivalente al tiempo transcurrido para llenar un balde de volumen conocido, por ejemplo, si un balde de 20 litros tarda 10 segundos en llenarse su caudal es 20 litros en 10 segundos, o lo que es lo mismo 2 litros por segundo.

Ambos valores, es decir, la demanda de agua por parte de la planta y el caudal disponible en el predio, se comparan. A partir de dicha información se puede estimar la superficie máxima posible de regar.



Figura 40. Cultivos en terrazas con distintas demandas de agua, como maíz, avena y tunas.

Por ejemplo, en el sector de Caspana, si el caudal es de un litro por segundo, lo que equivale a 3.600 litros por hora. Esa agua se almacena en un estanque acumulador durante la noche. En una hora se acumulan 3.600 litros y en cinco horas que corre agua hacia el estanque se almacenan en total 18.000 litros.



Figura 41. Estanque acumulador comunitario de Caspana.

En Caspana, el consumo de agua de una planta de tuna en el mes de diciembre es de aproximadamente dos litros por día, que corresponde al mes donde la planta consume más agua.



Figura 42. Planta de tuna y su consumo diario.

Si comparamos el agua acumulada en el estanque con el agua que consume la planta en un día, esta alcanza para abastecer a 9.000 plantas de tuna (18.000 litros en el estanque dividido por dos litros de consumo de agua por planta al día).

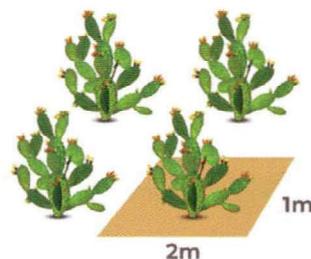


Figura 43. Superficie que ocupa una planta de tuna.

Si una planta de tuna ocupa un espacio de 2 m² (2 metros de largo por 1 metro de ancho), la superficie total plantada posible de regar en diciembre es de 18.000 m² o 1,8 hectáreas (9.000 plantas por 2 m² de espacio que ocupa cada planta).

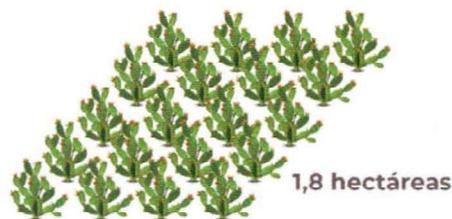


Figura 44. Superficie máxima posible de regar de acuerdo con el ejemplo descrito.

3.7. ¿Cuánto es el costo de inversión y ejecución de la obra que necesito?

Una vez definido el cultivo a establecer, la superficie total de acuerdo con la cantidad de agua disponible, el método de riego y la fuente de energía para impulsar el agua, se debe estimar el costo aproximado de la inversión. Para ello, el productor debe consultar la lista de precios de los equipos y componentes del sistema de riego con proveedores locales, y también buscar apoyo con sus asesores técnicos.

Un aspecto importante a considerar en el estudio de costos es estimar el costo de operación del sistema de riego en su conjunto. Es necesario aclarar desde el principio qué significa el valor mensual de la

operación del sistema de riego, especialmente con lo relacionado al consumo de energía. Este análisis se debe realizar considerando el funcionamiento del equipo en los meses de máxima demanda de agua que, en Calama, corresponden a diciembre y enero.

El uso de energía solar para abastecer sistemas de riego tecnificado genera un ahorro directo en la operación. Esto se da especialmente en la zona norte de nuestro país, donde se disponen de aproximadamente 6 horas de radiación solar directa en el período de máxima demanda de agua, la cual es recibida y transformada en energía eléctrica útil a costo cero.

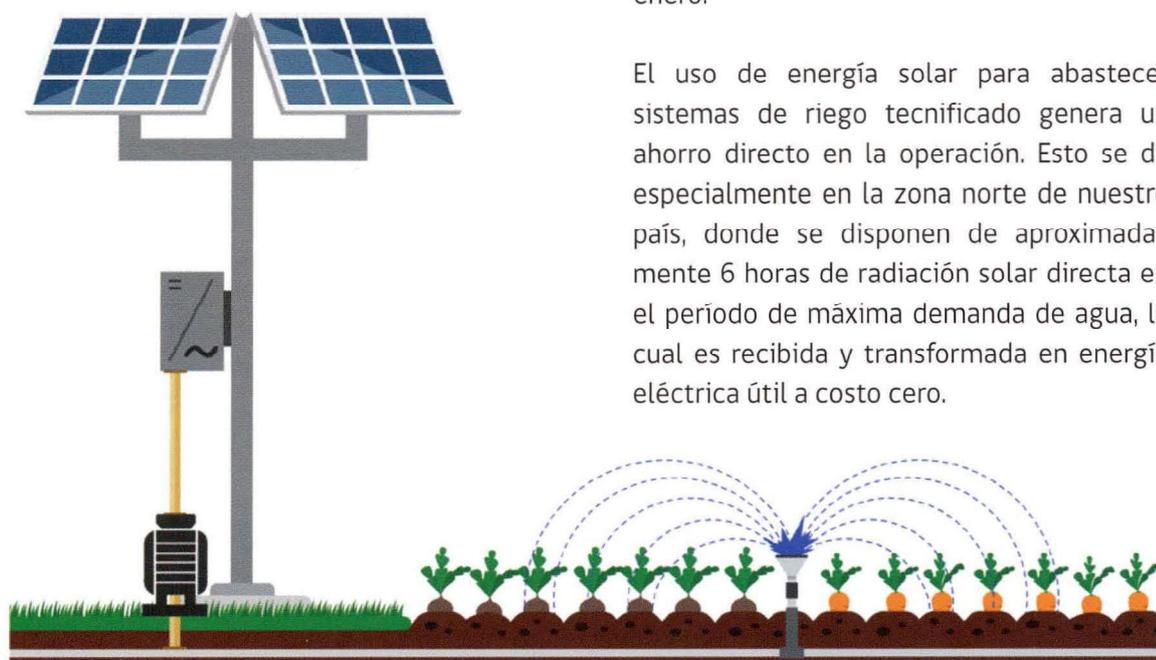


Figura 45. Esquema de sistema de riego con energía fotovoltaica (paneles solares).

La Ley 18.450, de Fomento al Riego, es un instrumento que, a través de un sistema de concursos, puede bonificar hasta un 90% de la obra de riego y drenaje en concursos para la pequeña agricultura. Permite incorporar Energías Renovables No Convencionales como la fotovoltaica a los proyectos que postulan a financiamiento como Concursos enfocados en la implementación de energías renovables, en especial microgeneración hidroeléctrica como complemento energético a proyectos de infraestructura de riego, con énfasis a proyectos que vengan de pequeña agricultura, sus organizaciones y pueblos originarios. Para mayor información, visite la página web: www.cnr.gob.cl