



96 59 24 42 08 05

## Manual de riego

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>4</b>		
<b>1. Métodos de riego</b>	<b>6</b>		
1.1 Inundación	7		
1.2 Aspersión	8		
1.2.1 Aspersores fijos	9		
1.2.2 Carros de riego	9		
1.2.2.1 Riego con carrete para la manguera	9		
1.2.2.2 Sistema de riego por pivot	9		
1.2.2.3 Sistemas de riego paralelos	10		
<b>2. Disponibilidad de agua</b>	<b>12</b>		
2.1 Agua subterránea	13		
2.1.1 Limitaciones de suministro	13		
2.1.2 Problemas del agua subterránea	15		
2.1.3 Desgaste de la bomba	16		
2.1.4 Obstrucción	18		
2.1.5 Bombeo excesivo	19		
2.2 Agua en superficie	20		
2.2.1 Diseño de la estructura de entrada	20		
2.2.1.1 Canal de asentamiento	21		
2.2.2 Temporadas de sequía	22		
2.2.2.1 Inyección a las orillas	22		
2.2.2.2 Reducción del nivel de agua por otros usuarios	22		
2.2.3 Destrucción del equipamiento por inundación	23		
2.2.4 Riesgo de robo (en zonas públicas)	23		
2.3 Aguas pluviales & NEWater (filtro purificador)	24		
2.3.1 Recogida de aguas pluviales	24		
2.3.1.1 Capacidad	24		
2.3.2 NEWater o purificación del agua	25		
2.3.3 Mejora de las fuentes de baja calidad	25		
2.4 Almacenamiento de agua	26		
2.4.1 Cubeta abierta	26		
2.4.2 Tanque de agua o sala sumergida	27		
2.4.3 Grupos de presión en paralelo	27		
<b>3. Cultivos y agua</b>	<b>28</b>		
3.1 Cantidad anual de aguas pluviales	29		
3.1.1 La necesidad de regar	30		
3.1.2 Recopilación de datos	31		
3.2 Necesidades de agua para el cultivo	32		
3.2.1 El clima	33		
3.2.2 El tipo de cultivo	34		
3.2.3 Etapa de crecimiento	35		
3.2.4 Precipitaciones efectivas	37		
3.3 Otras aplicaciones	38		
3.3.1 Control del polvo	38		
3.3.2 Prevención de incendios	38		
<b>4. Calidad del agua de riego</b>	<b>40</b>		
4.1 Filtros de membranas	41		
4.2 Carbonización	41		
4.3 Fertilización directa	41		
4.4 Intercambio iónico	42		
4.5 Ajuste del pH	43		
<b>5. Drenaje</b>	<b>44</b>		
<b>6. Catálogo de bombas</b>	<b>46</b>		
6.1 Factores que se deben considerar	47		
Productos Grundfos			
SP / SP A / SP-G	50		
SQ / SQ-N / SQE / SQE-N	52		
CR / CRI / CRN	54		
NB / NK	56		
BM / BMB	58		
DME / DMS	60		
<b>7. Acerca de Grundfos</b>	<b>62</b>		

# Introducción

Como se suele decir, la naturaleza es realmente asombrosa. Con la combinación correcta de sol, suelo, temperatura y agua se desarrolla la vida vegetal. A veces, sin embargo, podemos echarle una mano a la naturaleza.

La adición de agua mediante el riego es una técnica que se ha venido practicando durante miles de años. El riego puede mejorar tanto la calidad como la cantidad de las cosechas. Puede hacerse incluso en áreas donde las lluvias son suficientes para mantener la agricultura. Respecto a las actividades recreativas, el riego mantiene las áreas de juego verdes y atractivas.

## **Le ayudamos a hacer selecciones más cualificadas**

En este manual le presentamos algunos fundamentos de la técnica de riego: desde los diseños de instalación hasta nuestras recomendaciones sobre las bombas más adecuadas para los distintos sistemas de riego.

Ello le permitirá ofrecer a sus clientes selecciones y soluciones más cualificadas. Como siempre, antes de tomar su decisión, recomendamos consultar Grundfos WinCAPS, nuestra propia herramienta electrónica de cálculo y selección de bombas.

## **60 años de experiencia**

La experiencia de Grundfos en el campo de las bombas de suministro de agua se remonta a nuestra primera época. De hecho, la primera bomba que creamos fue una bomba de suministro de agua. Nuestra cartera de productos actual incluye bombas sumergibles, en línea y grupos de presión para todo tipo de necesidades.

## **Presencia internacional**

Grundfos está allí donde usted se encuentre, compartiendo nuestro conocimiento sobre los mercados locales respecto a ventas, servicio y asistencia técnica. Nuestras operaciones a escala mundial comprenden actividades en más de 40 países, en los que una de nuestras metas principales es mantener un estrecho contacto con nuestros clientes.

# 1. Métodos de riego

Una vez tomada la decisión sobre el método de riego a utilizar en una zona, han de tenerse en cuenta además otras consideraciones básicas.

Entre ellas:

- qué cultivos se van a plantar
- cuáles son las condiciones climáticas
- de cuánta agua se dispone
- cómo es ese agua de accesible
- si el terreno es llano o accidentado
- si el terreno es arcilloso o arenoso
- cuántos meses al año hace falta regar
- cómo se selecciona la bomba de riego
- las consecuencias si el riego falla durante un cierto periodo de tiempo

Estas consideraciones se tratan en otros capítulos de este libro.

La suma de estas consideraciones respaldará la decisión sobre qué método de riego se debe utilizar.

Lo primero y más importante, sin embargo, consiste en conseguir un permiso de las autoridades locales que le permitirá hacer uso de cierta cantidad de agua por año y que no se debe exceder. Las autoridades locales pueden utilizar enfoques diferentes para controlar el uso, y pueden necesitar diferentes tipos de equipos: caudalímetro, contador de agua, temporizador, etc.

## 1.1 Inundación

El método más sencillo de riego es la inundación, y normalmente no requiere el uso de bombas. El tipo más común de inundación es el riego con surcos, donde el agua se dirige o bombea hacia una serie de surcos que se inundan.

Esta tecnología requiere cierta inclinación del terreno, para que el agua pueda fluir fácilmente de un extremo a otro del surco, sin desbordarse por los lados. La misma cantidad de agua debe llegar a cada zona de los surcos.

El riego por inundación requiere una gran cantidad de agua y su eficacia no es muy alta ya que la mayoría del agua no se puede extraer directamente en las raíces de las plantas. Por lo tanto se suele utilizar en zonas en que se dispone de gran cantidad de agua. Además, la zona a inundar debe ser llana, si no es el caso, la zona se allana formando terrazas, algo que podemos ver en diversas zonas del mundo. La inundación se suele utilizar en las zonas tropicales.



*La inundación es sencilla, pero no muy eficaz*





## 1.2 Aspersión

Los aspersores dominan el riego tanto en la agricultura como en los jardines de todo el mundo. Gran cantidad de fabricantes los suministran y se utilizan para todo tipo de aplicaciones.

Para un funcionamiento correcto, cada aspersor necesita un mínimo de presión y de caudal, por lo que hace falta una bomba. Los aspersores de gran tamaño se denominan lanzas de riego, ya que pueden distribuir más de 100 m<sup>3</sup> por hora en un radio de hasta 70 m.

Los aspersores pueden ser giratorios o fijos. Los más sencillos son simples boquillas que “pulverizan” el agua hacia la tierra. La mayor ventaja para el usuario es el bajo coste y la ausencia de piezas móviles en la boquilla. Sin embargo, tenga en cuenta que las boquillas necesitan un mínimo de presión para funcionar correctamente, siendo necesario utilizar una bomba en la instalación.

La boquilla vaporizadora se suele utilizar cuando la necesidad de agua es relativamente baja, y cuando es importante evitar grandes gotas de agua que podrían dañar las cosechas y ensuciarlas. Las boquillas vaporizadoras alcanzan un radio de unos 5 m. Debido a su funcionalidad, no son recomendables en entornos expuestos al viento.

El riego en invernaderos es un tipo de aplicación típica para las boquillas vaporizadoras ya que no hay viento y las plantas suelen ser frágiles (por ejemplo PHB).

Los aspersores giratorios se activan con la presión del agua y pueden girar sobre los ejes verticales con un ángulo ajustable predeterminado. Así resulta más sencillo controlar la cantidad de agua en una zona específica. Los aspersores giratorios suelen activarse por impacto o mediante un engranaje interno.

Los aspersores se pueden fijar de forma permanente o instalar sobre equipos móviles.



### 1.2.1 Aspersores fijos

Estos aspersores se instalan en la tierra a lo largo de la temporada. Un cierto número de aspersores por hectárea garantizan que cada metro cuadrado de terreno recibe una cantidad mínima de agua. Este enfoque requiere el uso de muchos aspersores, y el agua no se distribuye uniformemente por los cultivos. Los aspersores fijos se suelen utilizar en terrenos inclinados y accidentados en que los sistemas de riego rodantes están restringidos.

El aspersor emergente es un tipo de aspersor fijo que se oculta bajo la superficie cuando no está funcionando, y emerge al utilizarlo. La presión del agua los hace emerger, funcionando como el resto de aspersores. Esta función los convierte en la solución ideal para el riego de zonas de recreo.

### 1.2.2 Carros de riego

Los aspersores montados en equipos móviles se denominan carros de riego. Estas unidades móviles pueden regar gran variedad de áreas.

#### 1.2.2.1 Riego con carrete para la manguera

El tipo más flexible de carro de riego es el carro con carrete para la manguera, que se puede colocar en un campo y desde allí conectarse al suministro de agua. Este sistema sólo dispone de un aspersor. Suele ser una lanza de riego capaz de cubrir una zona extensa.

#### 1.2.2.2 Sistema de riego por pivot

Un tipo de carro de riego muy popular para grandes áreas es el sistema de riego por pivot. Esta máquina gira alrededor del punto central y puede tener un diámetro de hasta 2 km. Estos sistemas giran en torno a un centro y no se pueden trasladar a otra ubicación sin desmantelarse totalmente para su transporte.

Los sistemas de riego por pivot están disponibles con un brazo (un radio del círculo) o con 2 brazos (un diámetro del círculo). Para garantizar una cantidad de agua uniforme por m<sup>2</sup>, se suele equipar a este sistema con reguladores de presión para cada aspersor, que también varían en tamaño. Cuanto mayor sea la distancia entre el aspersor y el centro, mayor será el aspersor y más presión se necesitará. Los sistemas de riego por pivot sólo se pueden utilizar en terrenos totalmente llanos.





### 1.2.2.3. Sistemas de riego paralelos

Los sistemas de riego paralelos suelen tener la misma construcción técnica que el sistema de riego por pivot, pero en lugar de girar en torno a un centro recorren toda la franja en paralelo de un extremo a otro del campo. Pueden regar una zona rectangular en lugar de circular, y por lo tanto resultan más eficaces cuando es necesario regar cada metro cuadrado.

También son más sencillos de trasladar que el sistema de riego por pivot porque no dependen de la disponibilidad de un pivot central especial.

La desventaja es que sólo la zona central del campo obtiene una cantidad de agua a intervalos regulares, mientras que a los extremos del campo llega más o menos el doble de agua con un intervalo menor. La única forma de compensar este hecho es controlar la cantidad de agua y/o controlar la velocidad a la que se mueve el aspersor.

Los sistemas de riego paralelos también necesitan un terreno llano para funcionar correctamente.

#### Consumo de agua y alcance de varios equipos de riego

	Radio (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Boquillas / aspersores	0,6 - 5,5	0,1 - 1,2
Aspersores emergentes	4 - 30	>1 - 15
Aspersores giratorios	4 - 35	>1 - 30
Lanzas de riego	30 - 70	30 - 120
Riego por goteo, por boquilla		0,001 - 0,025

### Riego por goteo

Este método (también conocido como microrriego) está ganando popularidad en todo el mundo, sobre todo por su gran eficacia. Con este método apenas se pierde agua por evaporación o por desbordamiento.

Al no haber piezas móviles para transportar el agua, no se desborda por la superficie, de modo que el riego por goteo es ideal para terrenos inclinados y accidentados.

La desventaja es que se trata de equipos cuya instalación requiere una gran inversión económica y temporal.

Además necesita un control muy preciso de la presión del agua, lo que supone un gasto añadido a la inversión.



## 2. Disponibilidad de agua

Identificar las características de su tipo de agua es vital para la calidad del riego y por supuesto, los diferentes tipos deben tratarse de forma diferente. El rendimiento de la bomba depende en gran medida de un análisis sistemático del tipo de agua, y de la selección adecuada del equipo en base a estos datos.

### 2.1 Agua subterránea

El agua subterránea supone una fuente notable de agua para el riego en todo el mundo. Posiblemente se trate del tipo de agua más fiable de que disponemos. No obstante, es importante utilizarla de forma inteligente. Debemos garantizar el suministro de agua para el futuro y proteger el entorno tan frágil en el que vivimos. El caudal de agua en superficie es relativamente fácil de comprender, porque se puede observar y medir, en cambio el caudal de agua subterránea va oculto, y su medición resulta más complicada.

Las restricciones más comunes en cuanto al suministro de agua subterránea son:

- Limitaciones de suministro
- Problemática del agua subterránea
- Desgaste de la bomba
- Obstrucción
- Bombeo excesivo

Esta sección incluye algunas soluciones a estos problemas.

#### 2.1.1 Limitaciones de suministro

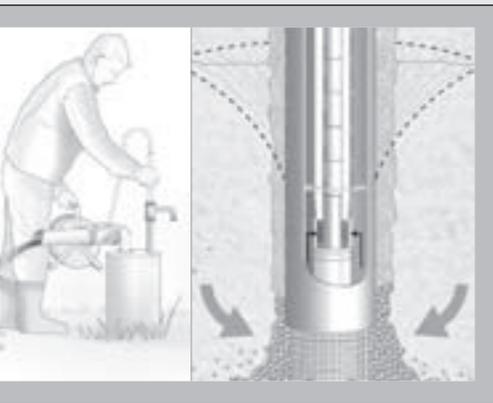
El bombeo excesivo de un pozo puede provocar un funcionamiento en seco, pudiendo dañar seriamente la bomba. El tiempo de parada resultante es costoso, tanto por los costes de reparación como por la escasa productividad.

Para proteger el sistema de bombeo del funcionamiento en seco, es sumamente importante analizar cuánta agua puede suministrar el pozo. A partir de ahí, podrá estimar la disponibilidad en función de la demanda máxima.

Antes de realizar un análisis fiable del pozo, deberá:

- Instalar una bomba con la capacidad adecuada
- Leer el descenso del nivel de agua con diferentes caudales
- Medir el caudal en diferentes posiciones de estrangulación de gases de la válvula de descarga-regulación





Comprobar la capacidad del pozo es muy importante



### Procedimiento de prueba

1. Arranque la bomba con la válvula cerrada. Registre la profundidad del nivel de agua estática.
2. Abra la válvula de regulación a aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de la demanda de carga máxima.
3. Mida la profundidad desde la superficie hasta el nivel de agua dinámica.
4. Llene una jarra de 1 litro con agua de la parte inferior del tubo de descarga.
5. Tape la jarra; etiquétela con  $\frac{1}{4}$ .
6. Realice la prueba con un  $\frac{1}{4}$  de la demanda máxima durante otros 15 minutos. Vuelva a comprobar la profundidad a nivel del agua dinámica.
7. Si ha descendido, anote cuánto.
8. Repita el proceso para  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , y  $1/1$  (demanda de carga máxima). Después de aproximadamente una hora, tendrá cuatro relaciones diferentes entre el caudal y la profundidad del nivel de agua bombeada. También dispondrá de cuatro muestras de agua:  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $1/1$ .
9. Abra la válvula reguladora completamente. Registre la capacidad de la bomba y la profundidad a nivel del agua bombeada.
10. Llene la jarra número 5, tápela y anote la capacidad real de la jarra.
11. Deje que la instalación continúe funcionando. Active todas las instalaciones de bombeo posibles en un radio de 1,5 km.
12. Al volver al sitio de prueba, anote el rendimiento y la profundidad a nivel del agua con el mismo rendimiento.
14. La prueba ha finalizado. Detenga la bomba y guarde las cinco muestras de modo que no se vean afectadas por vibraciones, el calor o la luz solar directa.

### Análisis de los resultados de la prueba:

Examine los datos de la prueba al día siguiente. Es importante que no toque las jarras, sólo obsérvelas. Debe establecer si hay arena en la parte inferior de las muestras.

1. Examine la muestra  $\frac{1}{4}$ . ¿Hay arena en el fondo?  
Calcule la capacidad específica del pozo a  $\frac{1}{4}$  de la demanda máxima:
2. Examine la muestra  $\frac{1}{2}$ . ¿Hay arena en el fondo?  
Calcule la capacidad específica del pozo a  $\frac{1}{2}$  de la demanda máxima:
3. Realice el mismo proceso para  $\frac{3}{4}$  de la demanda de carga máxima y para el caudal completo (1/1).  
Comparando los cálculos de las capacidades de bombeo específicas podrá decidir si extraer la capacidad con los mismos m<sup>3</sup>/h por metro de descenso de nivel.

### 2.1.2 Problemática del agua subterránea

Situación	Motivo	Solución
Hay arena en el fondo de la jarra a una capacidad específica.	Está bombeando el pozo en exceso.	Si su objetivo es el bombeo sostenible, nunca bombee a más de la capacidad media de expulsión de la arena.
La capacidad específica decae, produciendo una reducción del m <sup>3</sup> /h por metro de descenso del nivel.	Ha superado el límite de caudal de bombeo sostenible a largo plazo.	Reduzca el caudal.
El nivel de agua bombeada desciende durante los periodos de bombeo con el mismo caudal.	Sus recursos de agua son limitados.	Capacidad de almacenamiento adicional para el suministro de riego con la máxima demanda.
El nivel de agua bombeada desciende al arrancar las estaciones de bombeo circundantes, bombeando al mismo caudal.	Las estaciones de bombeo compiten por una cantidad de agua limitada.	Capacidad de almacenamiento adicional para el suministro de riego con la máxima demanda.
La eficacia total es inferior al 50%.	Desgaste de la bomba o selección incorrecta de la misma.	Sustituya la bomba por una de un material más apropiado.
Consumo energético excesivo o capacidad de riego insuficiente.	La bomba puede estar obstruida con arena, barro u óxido, provocando fricción que limita el caudal.	Nivele la sección de las tuberías al mayor caudal posible creando al menos una velocidad de 5-6 m/s.  O  Introduzca una esponja para crear la velocidad de limpieza/enjuague.  Instale una malla ciclón para arena o filtros de membranas en la boca del pozo para evitar obstrucciones en el futuro.



La corrosión puede ser devastadora



### 2.1.3 Desgaste de la bomba

La selección errónea del material de la bomba y el desgaste resultante es un problema muy común que reduce la capacidad del pozo. La selección de las bombas adecuadas con componentes vitales de bronce o de acero inoxidable desde el principio garantizarán una solución de bombeo de agua subterránea fiable, rentable y sin necesidad de mantenimiento.

El óxido de las bombas de fundición se crea en el impulsor, que se oxida por el contacto con el oxígeno del agua. Al girar el impulsor, el agua que sale a gran velocidad (5-15 m/s) arrastra el óxido de la superficie del impulsor. Este proceso de corrosión/erosión hace que se desgaste el material del impulsor. Al gastarse este material, la capacidad y la eficacia también se reducen.

Repase los siguientes factores antes de seleccionar el impulsor y la bomba:

**Consejo: Seleccione la bomba en función de los siguientes criterios. Tenga en cuenta que se trata de pautas generales.**

Temp. del agua subterránea.	Valor del pH	Oxígeno en el agua	Período de riego	Material del impulsor
Menos de 10° C	Más de 7	No	Breve	Fundición
Más de 10° C	Menos de 7	Si	Largo	Bronce/composite o acero inoxidable

#### Comprobación del sistema:

La capacidad insuficiente suele producirse por periodos de inactividad. Por lo tanto, es importante comprobar el rendimiento del equipo al reanudar la actividad de un sistema de bombeo y todos los años antes de la puesta en marcha.

Con la maquinaria de riego en funcionamiento, calcule la eficacia del equipo de bombeo. Use la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{lectura manométrica en la boca del pozo} + \text{descenso del nivel}) \times \text{capacidad}}{365 \times \sqrt{3} \times l \times V \times \cos \varphi}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.85$$

#### Selección del material de la bomba

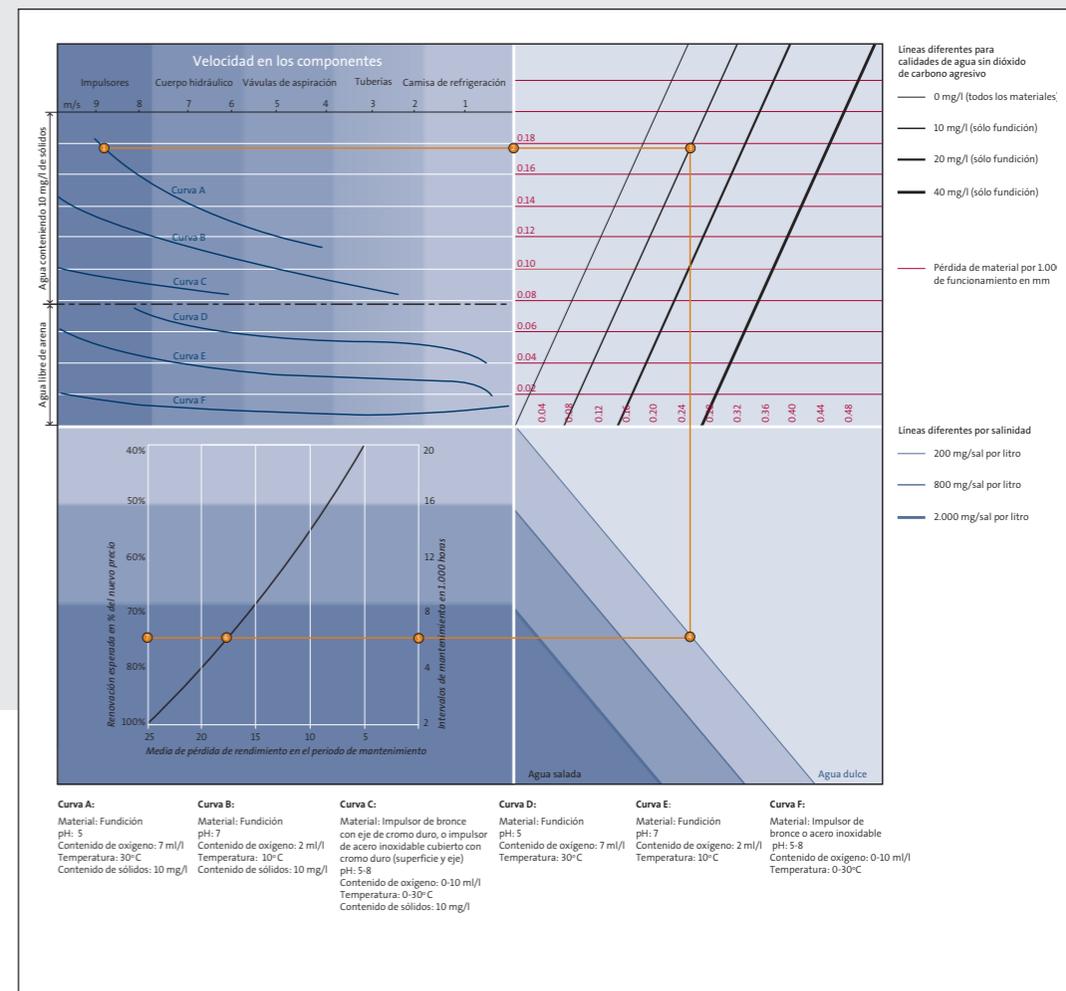
Las bombas sumergibles están sujetas al desgaste igual que las demás bombas. Pero su ubicación bajo tierra dificulta la visión de este desgaste. Este diagrama le permite calcular:

- ¿Cuándo debo revisar mi bomba sumergible?
- ¿Cuánta eficacia ha perdido desde la última revisión?
- ¿Cuánto costaría renovar la bomba (aprox.)?

Hay una serie de factores a determinar de antemano, entre ellos:

- La velocidad del agua en el componente que desea probar.
- Las condiciones relativas al material de la bomba y al entorno de bombeo.
- La presencia o ausencia de sólidos o dióxido de carbono agresivo.

1. Vea el punto 1 en la Curva A. El material de la bomba y las condiciones del medio son los indicados.
2. Trace una línea paralela hacia la derecha. La pérdida de material del impulsor es de aproximadamente 0,18 mm por cada 1.000 horas de funcionamiento (punto 2).
3. Siga la línea paralela hasta llegar a la línea de diferenciación que corresponde al CO2 agresivo y al material del componente. Tenga en cuenta las condiciones en nuestro ejemplo (punto 3).
4. Vaya directamente hacia abajo (90o). El contenido de CO2 agresivo ha incrementado la pérdida de material hasta 0,25 mm. Tenga en cuenta el nivel de salinidad del agua (punto 4). Trace una línea horizontal por este punto, y continúe hacia la izquierda y lea los resultados.
5. Intervalos de servicio recomendados para su bomba: cada 6.000 horas de funcionamiento (punto 5).
6. Pérdida de rendimiento: Aproximadamente el 18% (punto 6).
7. Coste aproximado de renovar la bomba: 75% del precio de la bomba nueva (punto 7).





Las partículas presentes en el agua pueden desgastar la bomba



#### 2.1.4 Obstrucción

Las tuberías que tienen arena, barro u óxido pueden producir algunos de los problemas siguientes:

- Consumo excesivo de energía
- Capacidad de agua insuficiente
- Desgaste de la bomba

El empleo de uno o más de los elementos siguientes puede evitar la obstrucción;

- Malla ciclón para arena o filtro de membranas: Estos filtros evitan que la arena, el barro o el óxido penetren en el sistema de tuberías.
- Recursos abiertos/estanque: Se pueden utilizar cuando el tamaño de las partículas es demasiado pequeño para las mallas ciclón y los filtros de membranas. El barro desciende al fondo y el agua para el riego se coge de la parte superior.

**Nota:** Al introducir el recurso de asentamiento abierto/estanque, la bomba de agua subterránea debe funcionar solamente a media altura. Las bombas de distribución desde el embalse/estanque produce la presión de la boquilla, superando la pérdida de fricción en las tuberías.

Como la demanda puede estar relacionada con la velocidad del impulsor y de la cuenca, una solución de asentamiento en el fondo reduce la boca de la bomba de agua subterránea. Además, esta solución suele prolongar los intervalos de servicio de la bomba de agua subterránea.

#### 2.1.5 Bombeo excesivo

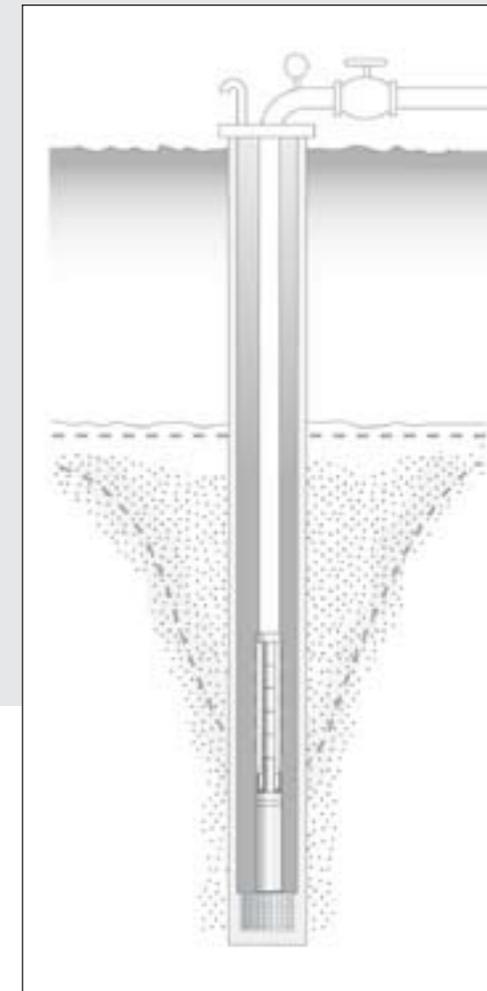
A veces la capacidad con la máxima demanda provoca un bombeo excesivo del pozo hasta el nivel con presencia de arena. Se pueden evitar los daños instalando uno o más de los elementos siguientes:

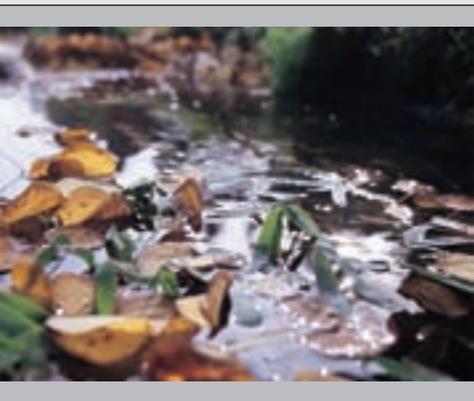
- Separador de arena o sección de filtrado: Se reducirá así la cantidad de barro y de arena en el agua. Al retrasar la entrada de estas partículas en la bomba también se eliminará el desgaste resultante.
- Un retraso de 3 segundos para un arranque/parada suave: Si se arranca la bomba de agua subterránea con un volumen acuífero completo se producirá un rendimiento excesivo durante los primeros segundos de funcionamiento. Este arranque de gran capacidad eleva/libera arena y barro en el acuífero, arrastrándolo a la bomba.

Esta potente succión se elimina con un arranque/parada suave con un retraso de 3 segundos.

#### Notas especiales:

- Si se introduce un VFD (variador de frecuencia), recuerde ajustar la frecuencia de arranque a 25 Hz y aumentela a partir de ahí. Los motores sumergibles vienen equipados con sistemas de rodamientos deslizantes lubricados con agua que no se lubrican por debajo de los 25 Hz.
- Seleccione el equipo de bombeo con una obturación del cierre del eje mecánico Sic/Sic en el motor para protegerlo contra la entrada de arena/barro en el rodamiento del motor. La instalación de una camisa refrigerante con una velocidad de refrigeración de más de 1 m/s evitará la acumulación de barro en el motor.





Existen muchos tipos de agua en superficie disponibles



## 2.2 Agua en superficie

El agua en superficie incluye manantiales, lagos y ríos. Si la capacidad del agua en superficie satisface la demanda máxima, ésta suele ser igual de buena para el riego que el agua subterránea.

El caudal de agua en superficie es relativamente fácil de comprender, porque podemos observarlo y medirlo. No obstante, hay ciertas características del suministro de agua en superficie que debe tener en cuenta antes de seleccionar el sistema de bombeo.

La conexión de la entrada de riego a un caudal de agua natural exige una mayor atención en cuanto al:

- Diseño de la estructura de entrada
- Temporadas de sequía
- Reducción del nivel de agua por otros usuarios (suministro público de agua)
- Destrucción del equipamiento por inundación
- Riesgo de robo (en zonas públicas)

### 2.2.1 Diseño de la estructura de entrada

Al diseñar la estructura de entrada, es importante comprender que el agua en superficie en temporada de lluvias/nieve lleva una gran cantidad de lodo, barro y materiales en suspensión. La construcción de un canal de asentamiento delante de la bomba de succión puede evitar que estos materiales penetren en el sistema y lo desgasten.

### 2.2.1.1 Canal de asentamiento

Para permitir el asentamiento de las partículas, el canal debe medir al menos seis metros de largo y tener un nivel de agua que reduzca la velocidad del canal hasta un máximo de 0,015 m/s al bombear con el caudal establecido.

Si la longitud de la sección de reposo del canal es inferior a seis metros, el viento y las ondas, además del tamaño de la bomba pueden evitar que se produzca el asentamiento.

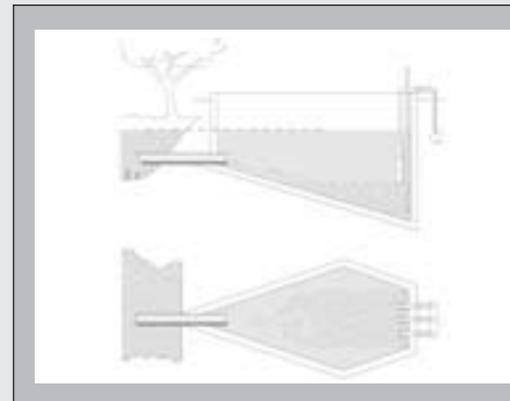
$$W \times H = 0,015 \times Q/2826$$

**Q = caudal establecido en m3/h**

**W = anchura en metros**  
**H = altura en metros**

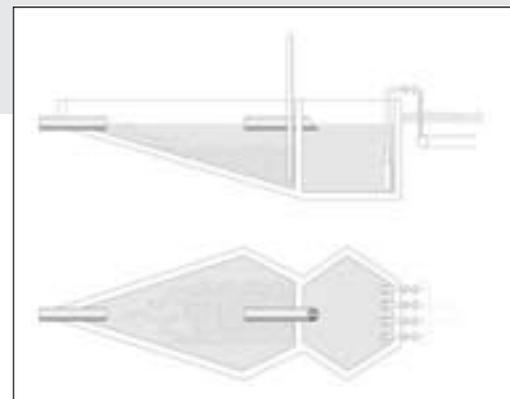
#### Notas adicionales:

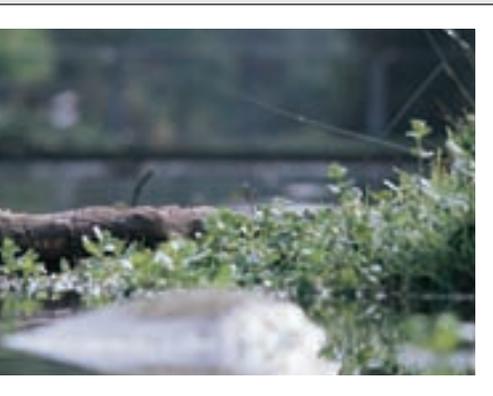
- La anchura del canal debe permitir la retirada mecánica de los sedimentos. Antes de comenzar la temporada de riego, el canal debe limpiarse de barro para garantizar un funcionamiento correcto.
- Durante el verano, el crecimiento de seres marinos como mejillones, larvas, plantas acuáticas, etc. puede causar problemas. Cubra el canal para evitar que el sol y la luz del día alimenten este crecimiento orgánico.



El agua del canal de asentamiento se puede utilizar directamente

La construcción de los estanques consta de dos secciones





La inyección a las orillas utiliza la infiltración y pozos naturales

## 2.2.2 Temporadas de sequía

Si existe la posibilidad de que sus recursos de agua en superficie se sequen durante la temporada de sequía, debe equipar el canal de entrada con un pozo de inyección. Este diseño se denomina inyección a las orillas.

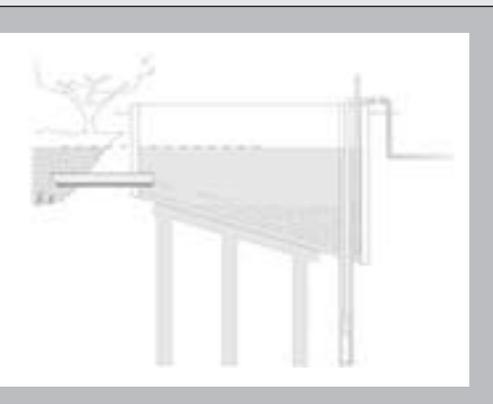
### 2.2.2.1 Inyección a las orillas

En épocas de lluvia, cuando el nivel del río es alto, la estructura de entrada toma grandes cantidades de agua del río en los acuíferos. Durante las épocas secas, cuando los niveles del río se reducen, la bomba sumergible en el pozo de inyección recupera el agua del río inyectada de debajo de la tierra.

### 2.2.2.2 Reducción del nivel de agua por otros usuarios (suministro público de agua)

Si comparte su fuente de agua con otros usuarios (como un sistema municipal) durante la temporada seca, deberá tenerlo en cuenta. Este problema se puede solucionar de dos formas:

- Construya instalaciones de almacenamiento como un tanque o una sala subterránea
- Aumente la profundidad de sus instalaciones de almacenamiento actuales

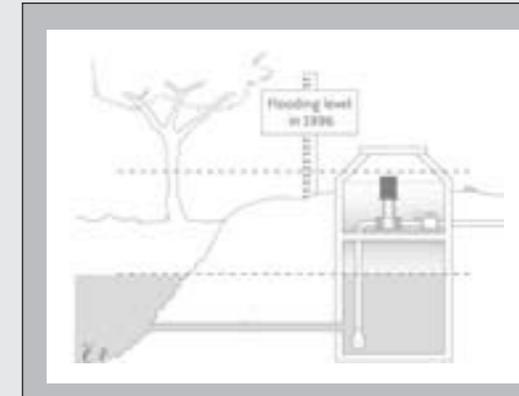


## 2.2.3 Destrucción del equipamiento por inundación

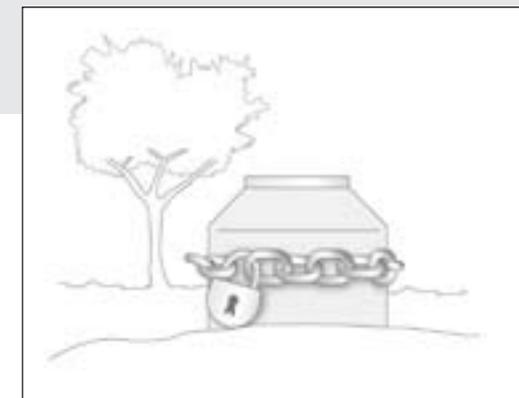
Si existe riesgo de inundaciones, debe instalar bombas sumergibles en lugar de bombas de motor en seco. Las superestructuras para pozos como las que se muestran en la ilustración no son estancas a la inmersión. La bomba y el motor internos se destruirán si la inundación alcanza el nivel que alcanzó hace varios años.

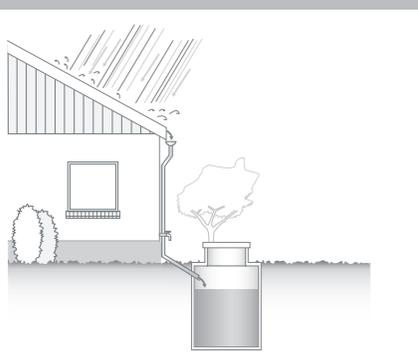
### 2.2.4 Riesgo de robo (en zonas públicas)

Si su equipo corre el riesgo de que lo roben, Grundfos recomienda una construcción especial. Aquí, las bombas sumergibles cerradas pueden formar parte de la construcción. Se necesitan equipos muy especiales para poder extraer la bomba y sus accesorios.



Las superestructuras para pozos se deben colocar por encima del nivel de riesgo de inundación





*El agua de la lluvia se puede recoger y almacenar para su uso en el futuro*



## 2.3 Aguas pluviales & NEWater

(filtro purificador)

Cuando no se dispone de agua subterránea ni en superficie o éstas no satisfacen las demandas de riego, se pueden utilizar otras fuentes. Entre ellas:

- Recogida de aguas pluviales.
- Mejora de fuentes de baja calidad (NEWater/reciclado)
- Importación de agua para el riego con camiones

### 2.3.1 Recogida de aguas pluviales

La recogida de aguas pluviales supone simplemente la recogida de agua de superficies donde llueve y su almacenamiento para el riego. Normalmente, el agua se recoge de los tejados de los edificios y se almacena en tanques para el agua de lluvia. No obstante, también se puede recoger del agua de lluvia que cae y se estanca.

Las superficies de recolección de lluvia, también denominadas zonas de captación, son:

- tejados
- carreteras
- zonas pavimentadas

#### 2.3.1.1 Capacidad

Para garantizar un suministro de aguas pluviales suficiente para el riego, se debe calcular el tamaño de la zona de captación. Se deben tener en cuenta los factores siguientes:

- Demanda máxima
- Media de lluvia mensual en la zona
- El tamaño de las cisternas o tanques cuando se almacena el agua de lluvia recogida

En función del presupuesto para el suministro de agua, deberá adaptar el tamaño de la zona de captación y de los tanques de almacenamiento a la demanda de riego.

### 2.3.2 NEWater o purificación del agua

NEWater es agua usada que es tratada y pasa por un proceso de purificación con microfiltración y ósmosis inversa. La calidad de la tecnología de membranas ha mejorado mucho con el paso de los años. Ahora es posible convertir agua del mar en agua potable con un consumo energético de menos de 3 kWh/m<sup>3</sup>. Este bajo consumo convierte a la ósmosis inversa en un proceso aceptable para el riego de grandes cosechas.

Las membranas de ósmosis inversa tienen una vida de unos cinco años. Este factor mejora constantemente a medida que aumenta la durabilidad. Para conocer las tecnologías de ósmosis inversa más recientes, se recomienda contactar con:

Affordable Desalination Coalition

Point Hueneme, CA, USA

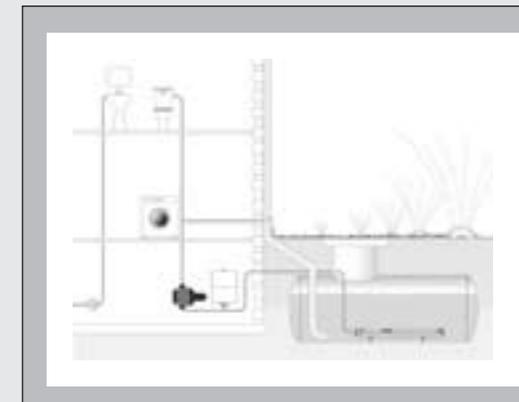
Tel: +1-650-283-7976

E-mail: [jmacharg@affordabledesalination.com](mailto:jmacharg@affordabledesalination.com)

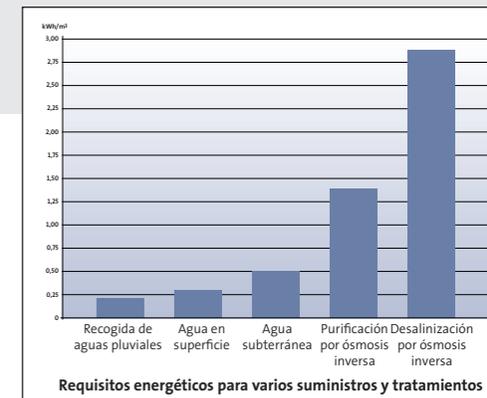
### 2.3.3 Mejora de las fuentes de baja calidad

El principal factor de coste al mejorar el agua para el riego es el consumo energético necesario para tratar y suministrar el volumen de agua adecuado con la presión necesaria. Para cosechas de escaso valor, el riego sólo es factible si se dispone de la cantidad adecuada de agua en superficie o agua subterránea de calidad.

Recientemente, la eficacia energética de la tecnología de membranas ha mejorado hasta lograr un consumo por debajo de los 3 kWh pr. m<sup>3</sup> de agua de riego. Esto hace que sea rentable mejorar (reciclar) aguas de desecho de baja calidad de casi cualquier tipo, y para grandes cosechas, se puede recurrir incluso a la desalinización de agua salobre y agua del mar.



*La purificación del agua puede ser una opción viable*





## 2.4 Almacenamiento de agua

Si con los recursos de agua de que dispone no puede cumplir con la demanda máxima, se puede optar por crear un embalse. Esta agua se bombeará durante los periodos de máxima demanda.

La instalación de un embalse que iguale la diferencia entre la reserva de agua y la demanda máxima implica el cálculo del tamaño del embalse. Use la fórmula siguiente para conocer el volumen de almacenamiento necesario:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Demanda máxima } Q \times \text{horas punta}}{\text{capacidad de producción} \times \text{horas de producción}}$$

### 2.4.1 Cubeta abierta

El agua se puede almacenar en una cubeta abierta construida con un moderno tipo de láminas como obturadores/membranas. Así se reducirá el nivel de fugas de la cubeta.

Ventajas:

- Su construcción es económica
- Su retirada es económica

Desventajas:

- Pérdida por evaporación en climas calurosos
- Crecimiento de algas y musgo
- Concentración salina debido a la evaporación.
- Destrucción de membranas por el ganado y por sabotajes
- Ocupa un espacio no productivo en tierra cultivable
- Riesgo de ahogo (humanos y ganado)

### 2.4.2 Tanque de agua o sala sumergida

Grundfos recomienda métodos de almacenamiento alternativos si las desventajas citadas se consideran inviables. Su construcción requerirá varios niveles de inversión.

Tanque de agua: Se puede construir con acero corrugado o con elementos de hormigón prefabricados.

Sala sumergida: Se construye un tanque y se cubre con tierra cultivable.

Ventajas:

- Escasa pérdida por evaporación
- Escaso crecimiento de algas y musgo
- Baja concentración salina gracias al bajo nivel de evaporación
- Protegida de la contaminación de la vida animal y vegetal
- Se puede cubrir con un tejado y utilizar con otros fines
- No hay riesgo de ahogo

Desventajas:

- Su construcción es costosa
- Su retirada es costosa

### 2.4.3 Grupo de presión en paralelo

Al diseñar el sistema de bombas de distribución para una cubeta de almacenamiento, conviene seleccionar grupos de presión en paralelo, ya que esta solución requiere tamaños de motor más reducidos. Otras ventajas son:

- Reducción de los amperios de arranque
- Reducción de los golpes de ariete durante el arranque/parada
- Introducción de la adaptación gratuita del caudal dependiendo del tipo de cosecha y de la demanda de riego



*Varias bombas pueden tomar el agua de una sala subterránea*



### 3. Cultivos y agua

Todos los cultivos necesitan nutrientes, agua, aire y luz solar para crecer. El equilibrio adecuado entre ellos contribuye al éxito de la cosecha. Grundfos puede ayudarle con la provisión de agua donde y cuando lo necesite.

Confiar en las precipitaciones naturales es quizás la forma más sencilla de llevar el agua a los cultivos. No obstante, cuando se necesita más agua, el riego es la solución perfecta para cubrir las necesidades.

Un factor importante a tener en cuenta es que la cantidad de agua de riego necesaria depende de tres elementos principales:

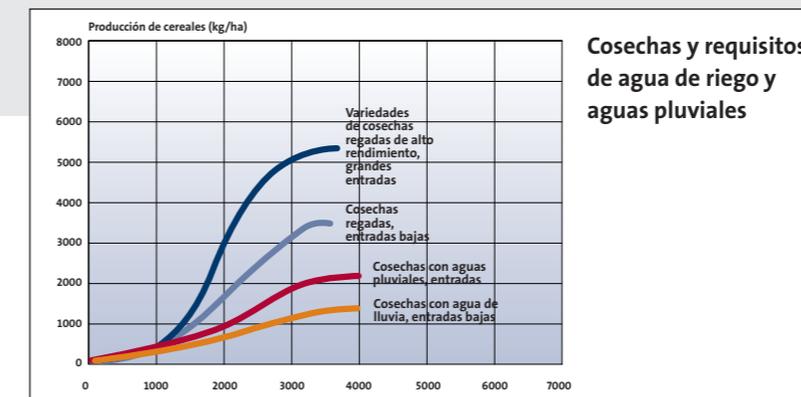
- la cantidad de agua presente de forma natural (agua de la lluvia)
- la cantidad de agua necesaria para el cultivo
- las condiciones climáticas.

Todos estos puntos se tratan en este capítulo. La combinación adecuada de los mismos es una de las claves para que el funcionamiento del sistema de riego sea efectivo y eficiente.

### 3.1 Cantidad anual de aguas pluviales

La cantidad de agua de riego necesaria depende de la cantidad anual de agua de lluvia y de su distribución. Existen varias divisiones del clima relacionadas con la cantidad de lluvia.

- Húmedo: más de 1.200 mm de lluvia anual. Esta cantidad cubre las necesidades de agua de muchos cultivos. El riego no suele ser necesario, pero la producción puede aumentar notablemente en algunos años.
- Subhúmedo y semiárido: entre 400 y 1.200 mm de lluvia anual. Esta cantidad no es suficiente para muchos cultivos. El riego aumenta la producción anual, permitiendo también la producción en la época seca.
- Semiárido, árido y desiertos: menos de 400 mm de lluvia anual. El riego es indispensable.



Cosechas y requisitos de agua de riego y aguas pluviales

El riego puede aumentar la producción notablemente, pero consume mucho más agua. (Basado en *Crops and Drops: Making the best use of water for agriculture*, FAO, 2002)



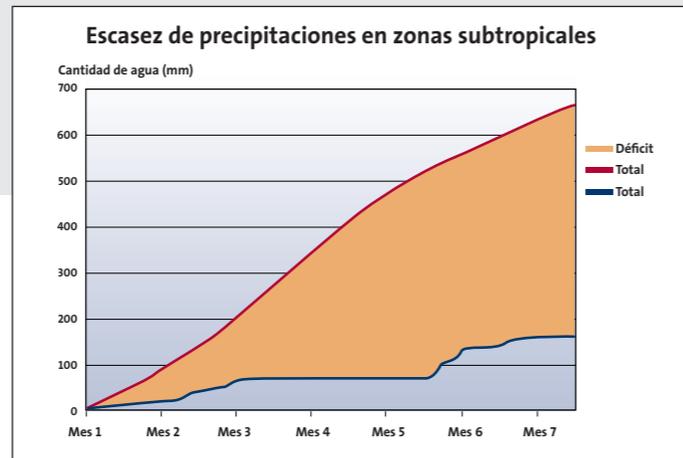
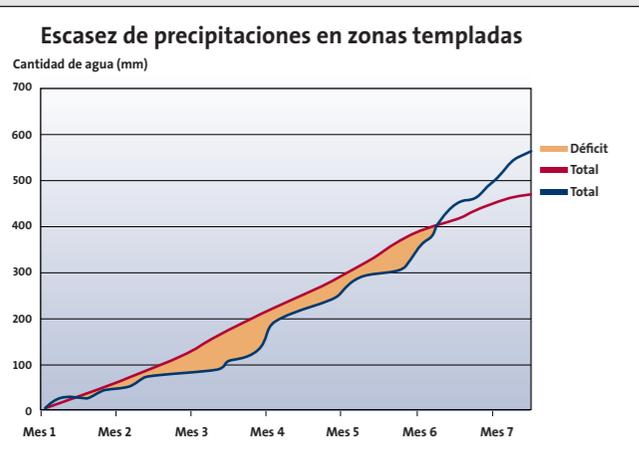


### 3.1.1. La necesidad de regar

El riego es necesario cuando no hay suficientes precipitaciones. Incluso en zonas en las que la media de lluvia anual es suficiente para cubrir la evapotranspiración media, en algunos periodos se necesitará regar.

Por ejemplo, esta situación tiene lugar cada año en zonas áridas y semiáridas, como en la zona del Mediterráneo. En zonas húmedas y semihúmedas, como el norte de Europa, hay escasez de precipitaciones algunos años y solamente habrá necesidad de regar de forma temporal en la temporada de cosecha.

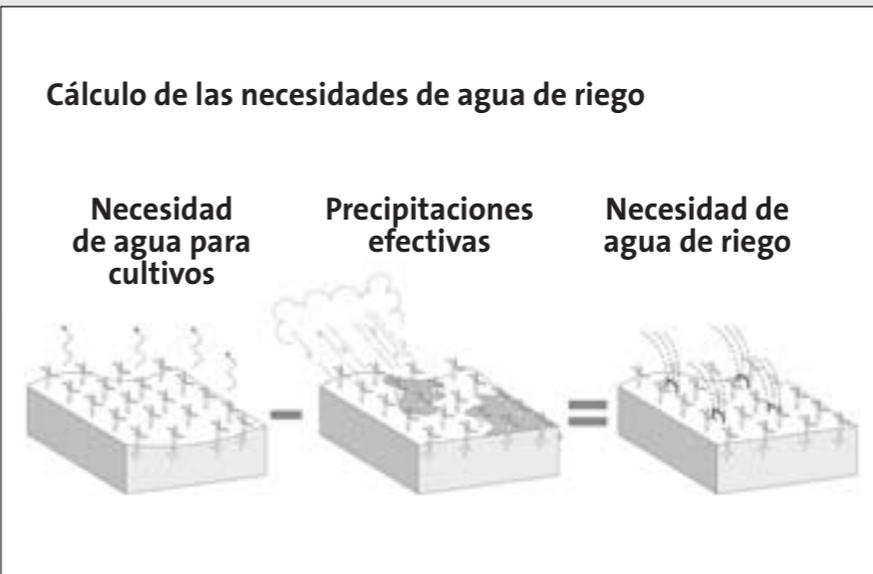
*Las precipitaciones anuales son cruciales*



### 3.1.2. Recopilación de datos

Las necesidades de los cultivos y del agua de riego son conocidas en algunos países, y el Departamento de Riego, el Ministerio de Agricultura u otras autoridades locales se encargan de su distribución. Si no es posible, deben calcularse los datos sobre la marcha.

La fórmula básica para calcular las necesidades de agua de riego es la siguiente:



### 3.2 Necesidades de agua para el cultivo

Las raíces de las plantas toman agua de la tierra para su crecimiento y supervivencia. No obstante, la mayoría de este agua se escapa en forma de vapor por las hojas de las plantas a través de la transpiración.

Desde una superficie abierta de agua, que se puede encontrar tanto en la tierra como en las hojas de las plantas, el agua escapa directamente por evaporación.

La necesidad de agua de un cultivo se conoce como “evapotranspiración”, donde se suman la transpiración y la evaporación. Esta necesidad de agua se suele expresar en mm/día, mm/mes o mm/temporada.

Para los cultivos, el agua utilizada y la pérdida por evapotranspiración es esencial para lograr buenos cultivos de calidad. Este caudal de agua permite que el cultivo:

- Utilice la luz del sol para producir materia estructural a través de la fotosíntesis
- Obtenga nutrientes importantes de la tierra
- Controle la temperatura de sus superficies

*Durante la fotosíntesis, las plantas convierten el agua, el dióxido de carbono y la luz solar en materia estructural y en oxígeno.*

### Ejemplo de agua necesaria para un cultivo

Tomamos un cultivo en un entorno cálido y soleado con una necesidad de agua de 10 mm/día. Tenga en cuenta que estos 10 mm no tienen por qué suministrarse todos los días, se pueden aplicar 50 mm de agua de riego cada 5 días. La zona de las raíces almacenará el agua hasta que la planta lo necesite.

Los tres factores principales que determinan el agua necesaria para un cultivo son:

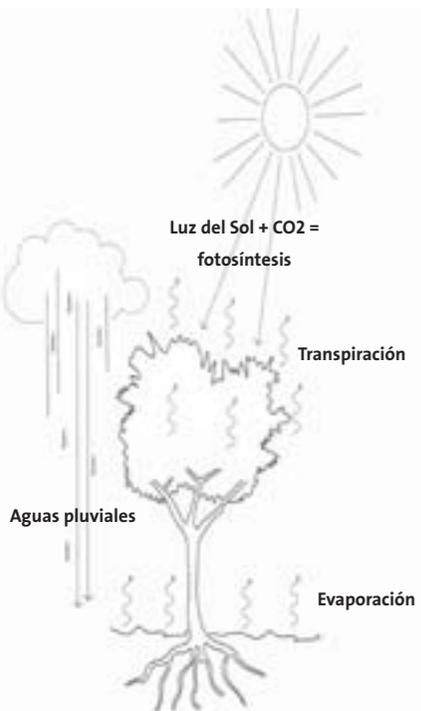
- el clima: los cultivos con un ambiente caluroso necesitan más agua por día que en ambientes nublados y fríos
- el tipo de cultivo: el arroz o la caña de azúcar necesitan más agua que las zanahorias o las olivas
- la etapa de crecimiento: los cultivos ya desarrollados necesitan más agua que los de plantación reciente

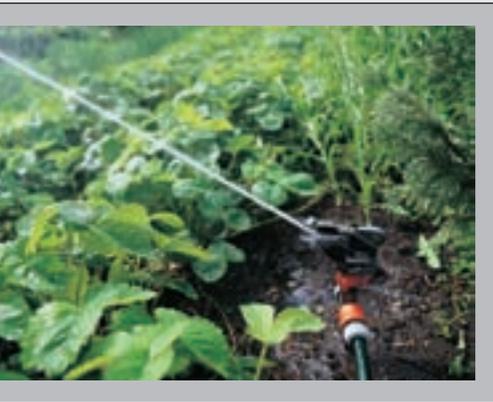
#### 3.2.1 El clima

Los cultivos que crecen en un ambiente soleado y caluroso, obviamente, necesitan más agua al día que los que crecen en un ambiente nublado y frío. La humedad y la velocidad del viento también influyen.



*Durante la fotosíntesis, las plantas convierten el agua, el dióxido de carbono y la luz solar en materia estructural y en oxígeno.*





*El tipo de cultivo es muy importante para calcular las necesidades de riego*



### 3.2.2 El tipo de cultivo

Dos factores que afectan a las necesidades de agua están relacionados con el tipo de cultivo. Uno tiene que ver con el tamaño que alcanza el cultivo; el otro con la duración de la temporada de crecimiento.

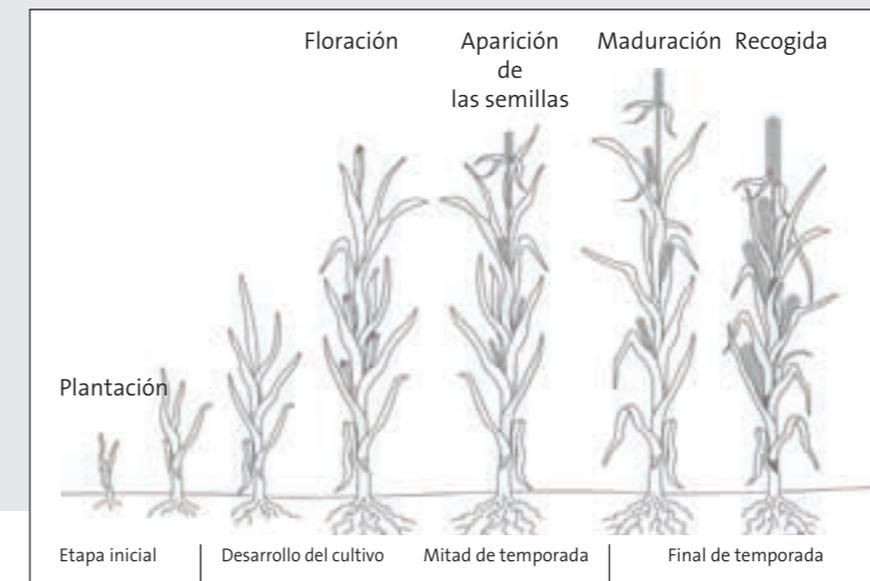
- Tamaño físico: las plantas de maíz necesitarán mucho más agua que el trigo.
- Duración de la temporada de crecimiento: una duración breve como la de los guisantes es de 90 – 100 días; una duración más larga como la de los melones es de 120 – 160 días.

Mientras que, por ejemplo, la cantidad de agua que necesitan los melones puede ser inferior a la que necesitan los guisantes, la necesidad de agua temporal de los melones será mayor que la de los guisantes porque la duración total de la temporada de crecimiento es mucho mayor.

Una vez transcurrida media temporada, algunos cultivos ya no necesitarán más la cantidad máxima de agua. Los cultivos recolectados frescos como la lechuga, los tomates y los melones, por otro lado, necesitan la cantidad máxima hasta el momento de la recolección. Las influencias del tipo de cultivo tanto en la necesidad de agua diaria como para toda la temporada se tratan en las secciones siguientes.

### 3.2.3 Etapa de crecimiento

La evapotranspiración es la transpiración de la planta combinada con la evaporación de la tierra y de la superficie de la planta. Los cultivos más pequeños requieren menos agua que los ya maduros. Por otro lado, la evaporación de la tierra es mayor si los cultivos son más pequeños, al haber más tierra expuesta al sol y al viento.



Tenga en cuenta que los propios cultivos normalmente necesitarán aproximadamente el 50% del agua que necesitan durante la mitad de la temporada al florecer y durante la aparición de las semillas. Esta necesidad máxima se produce al comienzo de la mitad de temporada. Es el punto en que más agua se necesita. Recuerde que se deben calcular las dimensiones de los sistemas de riego para cumplir con estos periodos de demanda.





*El clima puede cambiar drásticamente las necesidades de agua de un cultivo*



De nuevo, el clima juega un papel muy importante en la necesidad de agua de los cultivos. Observe las diferencias entre los mismos cultivos plantados en climas diferentes.

Cultivo	Necesidades de agua			
	Clima subtropical		Clima templado	
	Anual	Diario (máximo)	Anual	Diario (máximo)
	m <sup>3</sup> /ha/año	m <sup>3</sup> /ha/día	m <sup>3</sup> /ha/año	m <sup>3</sup> /ha/día
Cereales	2.000-3.000	110	1.000 - 1.500	65
Plantas leguminosas	5.000	110	2.500	65
Tubérculos (patatas)	6.000	110	3.000	65
Soja	4.000	110		65
Raíz de remolacha	7.500 - 8.000	95	3.700 - 4.000	57
Alfalfa	8.000 - 9.000	115	4.000 - 4.500	70
Forraje	4.000 - 5.000	115	2.000 - 2.500	70
Maíz y sorgo	8.000	110	4.000	65
Frutales	5.500	90	2.800	55
Vino	1.500 - 2.000	65		
Césped	10.000	100	6.000	60

### 3.2.4 Precipitaciones efectivas

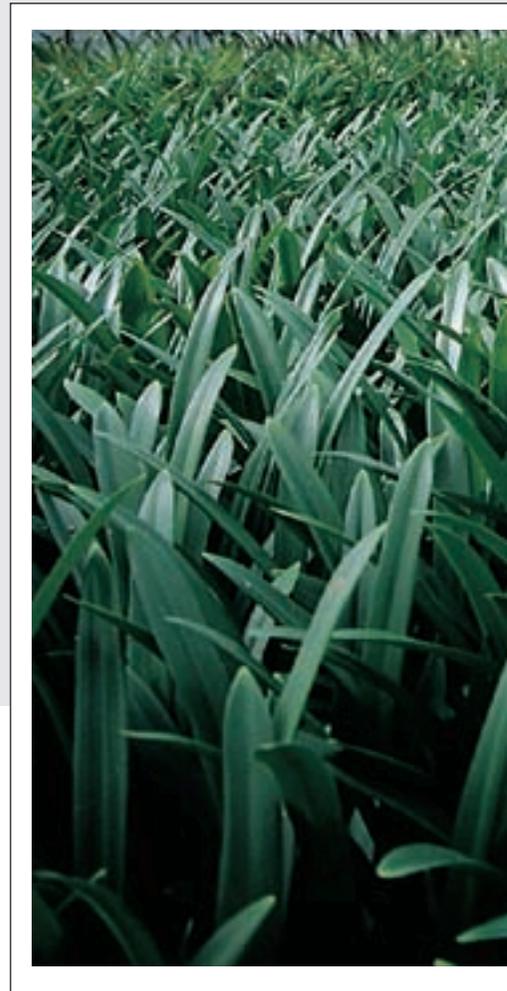
Al contrario de lo que cabría pensar, no todo el agua de la lluvia se puede utilizar para las plantas. Parte del agua traspasa la superficie; parte se desborda. La zona de las raíces almacena el agua de lluvia restante. Esto se conoce como precipitaciones efectivas.

El clima, la textura y estructura de la tierra y la profundidad de la zona de las raíces afectará a la cantidad de precipitaciones efectivas. Cuando llueve mucho, gran parte del agua se pierde por filtración y por desbordamiento ya que la tierra saturada simplemente no puede absorber más agua.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de calcular las precipitaciones efectivas es la variación de las precipitaciones a lo largo de los años. Especialmente en climas con escasas precipitaciones, la poca lluvia que cae suele ser poco fiable; un año puede ser relativamente seco y el siguiente relativamente húmedo.

Las precipitaciones efectivas se estiman en base a un cálculo mensual, con datos de las precipitaciones medidas y con información local si la hubiera.

Si las precipitaciones efectivas fueran insuficientes, los minerales y sales del agua de riego aumentarán en la tierra. Aumentará la salinidad y los cultivos se verán afectados negativamente.





*Las raíces de los cultivos se adhieren a la tierra y retienen el polvo*



### 3.3 Otras aplicaciones

#### 3.3.1. Control del polvo

Para mejorar la calidad del aire en las grandes ciudades, los gobiernos, especialmente en Asia, están estableciendo cinturones verdes de árboles y arbustos para crear barreras antitormenta alrededor de las ciudades. Estos cortavientos reducen el polvo y redirigen el viento, mejorando las condiciones medioambientales o el microclima en la zona protegida. Al mismo tiempo, al mantener el polvo acorralado se previene la desertización, recuperando la vegetación cerca de las zonas desérticas.

Para garantizar el crecimiento de la vegetación y una defensa suficiente contra la amenaza de la arena y el polvo en las ciudades, se necesitan sistemas de riego adecuados, especialmente durante los periodos de sequía.

#### 3.3.2. Prevención de incendios

Un sistema de riego de control de incendios no extingue incendios. Lo que hace es garantizar que las zonas verdes alrededor de hospitales, escuelas, etc, se mantienen húmedas y por lo tanto sirven como zonas de amortiguación del fuego o espacios de defensa frente a los incendios.

Las hierbas y árboles muertos y el césped seco son combustibles peligrosos que ni ralentizan ni detienen la propagación del fuego. Sin embargo, el césped especialmente verde y los olivares han demostrado ser muy resistentes al fuego, siempre que se rieguen adecuadamente, estén lo suficientemente espaciados y tengan un contenido de humedad alto.



## 4. Calidad del agua de riego

El agua para el riego suele provenir de las siguientes fuentes:

- Aguas pluviales
- Agua en superficie
- Agua subterránea

En cada caso, el agua ha absorbido una serie de materiales, minerales, sales, patógenos y biocidas por el camino. Su eliminación antes de la aplicación del agua es por lo tanto muy importante.

Para hacerlo se pueden emplear varios métodos.

### 4.1 Filtros de membranas

Este sistema de filtrado mecánico y biológico elimina los materiales disueltos, sales, patógenos y biocidas presentes en el agua.

La permeabilidad de la membrana que seleccione debe estar directamente relacionada con la materia que debe eliminar. La clasificación en micras de cada membrana se basa en el tamaño de las aperturas cuadradas del enrejado que se forman en el proceso de ondulación. Cuanto menor sea la clasificación, más pequeñas deberán ser las partículas para traspasar el filtro. Por lo tanto obtendremos un filtrado más fino. El primer filtro elimina la suciedad más gruesa, la sedimentación, aceites, etc. Todas las membranas clasificadas en micras pueden eliminar materiales disueltos, en un proceso similar a la ósmosis inversa.

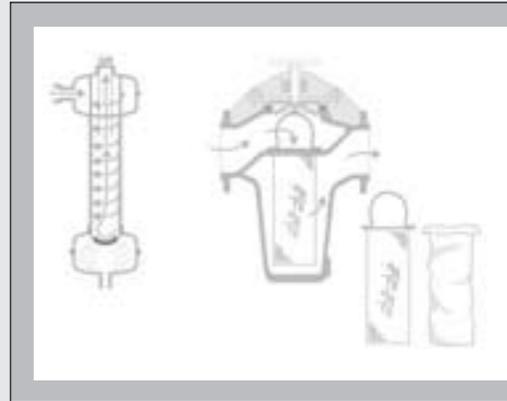
Si el agua es ácida, alcalina, gaseosa o agresiva se debe tratar con el filtrado tradicional y estabilizarse químicamente. Para este proceso se recomiendan los sistemas de tanques abiertos con una aireación efectiva.

### 4.2 Carbonización

En algunas tierras con humus, la carbonización de las gotas de agua mejora el crecimiento de la planta en un 10 – 20%. Se añade CO<sub>2</sub> y/o CO<sub>3</sub> desde los cilindros de gas comprimido.

### 4.3 Fertilización directa

Algunos de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas se puede mezclar directamente en el agua de riego. Esta fertilización a través del riego reduce los costes de mano de obra y hace que la limpieza del fertilizador durante las lluvias fuertes pase a un segundo plano.



El filtrado de membranas consiste en la mejora mecánica y biológica de la calidad del agua



## 4.4 Intercambio iónico

Un alto contenido de sal puede representar un problema para el crecimiento y la salud de las plantas. Instalar un sistema de intercambio iónico para desalinizar el agua es una manera de resolver este problema. Se pueden añadir productos químicos al agua de riego, como urea (46 % de nitrógeno) y microminerales, entre los que se incluyen  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , haciendo que las plantas se vean menos afectadas por el contenido de sal elevado.

El intercambio iónico se puede utilizar también para ablandar el agua. La forma más eficaz de tratar el agua calcárea para el uso doméstico es instalando un ablandador de resina de intercambio iónico. Este equipo ablandador funciona mejor cuando el pH está entre 7,0 y 8,0 y la temperatura del agua es inferior a 32°C. Cuando el agua dura pasa a través del ablandador, el calcio y el magnesio son sustituidos por sodio de la resina de intercambio.

## 4.5 Ajuste del pH

El valor de pH de su sistema de riego afecta directamente a la disponibilidad de la mayoría de los elementos, en particular a los micronutrientes.

- Un pH demasiado bajo puede originar un aumento de micronutrientes que ocasiona respuestas fitotóxicas en algunas especies vegetales.
- Un pH demasiado alto bloqueará algunos elementos que no podrán pasar a las plantas.

### Problemas asociados a un pH inadecuado:

El pH bajo provoca:

- Toxicidad por hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu).
- Deficiencia de calcio (Ca) y magnesio (Mg).

El pH alto provoca:

- Deficiencia de hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) cobre (Cu) y boro (B).

Por ejemplo, un pH demasiado alto podría provocar una falta de disponibilidad de hierro. Aunque nuestra solución nutriente tuviera un contenido ideal de hierro, sus plantas no serían capaces de absorberlo, lo que ocasionaría una deficiencia de hierro. Ello provocaría que hojas de las plantas se volvieran amarillas y débiles.

### Las distintas cosechas requieren rangos de dureza del agua específicos. (ver ejemplos)

Cosecha	pH idóneo
Patatas	5,25 – 6,0
Melones	6,0 – 6,75
Alfalfa	6,75 – 7,5

Si su suministro de agua no tiene el valor de pH adecuado, se puede ajustar añadiendo un agente corrector del pH directamente en el agua de riego.

Se pueden emplear los siguientes productos:

Para **eleva**r el pH: Lechada de cal, sosa cáustica

Para **baja**r el pH: Ácido nítrico



*Las bombas de medición y dosificación de Grundfos son perfectas para la adición de la cantidad exacta de producto que se necesita.*



## 5. Drenaje

Para los cultivos, la absorción de agua y la evapotranspiración es esencial para lograr un alto rendimiento con la mejor calidad posible. Es más, las plantas utilizan la evapotranspiración, la luz solar y el CO<sub>2</sub> para producir materias estructurales a partir de los nutrientes de la tierra o del agua de riego. Además, la superficie de la planta se mantiene a la temperatura óptima para el crecimiento.

La evapotranspiración, la fotosíntesis y la regulación de temperatura son más difíciles si se acumulan metales, sales o minerales en la textura de la tierra alrededor de la zona de las raíces. Para la mayoría de los cultivos en agricultura, el contenido de sal máximo permitido es de aproximadamente el 0,1 %.

### Adición de sal

El riego con 100 mm de agua con un contenido de sal del 0,1% supone un incremento de sal de 1.000 kg/ha. Salvo que el contenido de sal adicional se filtre a través de precipitaciones naturales durante los periodos sin riego, la productividad de la tierra se verá reducida notablemente.

Si este filtrado natural no tiene lugar durante los periodos sin riego, el contenido máximo de sal recomendado es del 0,05%, dependiendo de:

- El tipo de tierra
- El cultivo a plantar
- El método de riego

Algunos cultivos como el algodón, pueden tolerar un contenido de sal de hasta el 0,3%, 3.000 T.D.S.

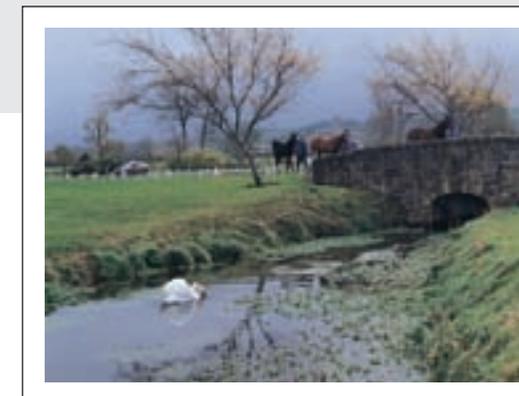
### Saturación

El contenido de nutrientes puede caer drásticamente si la textura de la tierra permanece saturada durante largos periodos de tiempo. Cubrir la tierra es una forma de evitar la saturación, aunque puede haber efectos secundarios como la perforación de la tierra o procesos digestivos de textura de la misma. Estos efectos secundarios surgen cuando la tierra se ve privada de aire.

Un drenaje eficiente es por lo tanto fundamental para garantizar los máximos efectos del riego.

### El nivel de drenaje depende del tipo de tierra

Tipo de tierra	Solución	Profundidad	Ubicación
Arenosa	Zanjas	Aprox. 120 cm	Alrededor de los campos regados
Fangosa/arcillosa	Tuberías bajo tierra	Aprox. 120 - 150 cm	Bajo tierra, en campos regados



## 6. Catálogo de bombas

Este capítulo contiene información básica acerca de las bombas utilizadas habitualmente por Grundfos para sistemas de riego. Tenga en cuenta que estas bombas representan únicamente una pequeña fracción de la cartera de productos de Grundfos.

No obstante, antes de realizar su selección final le recomendamos que consulte siempre el programa de cálculo de bombas Grundfos WinCAPS o que contacte con su representante local de Grundfos para recibir información detallada del producto y sus aplicaciones.

Afortunadamente, la selección de una bomba no es tan complicada como la ciencia aeroespacial. Sin embargo, para elegir la bomba correcta hay que tener en cuenta algunos factores. Antes de elegir su bomba debería considerar los parámetros que se relacionan a continuación.

### 6.1 Factores que se deben considerar

#### 1) Diseño del sistema de riego adecuado

El sistema de riego debe:

- Adecuarse a las necesidades de agua de la cosecha y
- Optimizar la eficacia del riego

Dividir el área a regar en zonas con distintas necesidades de riego le ayudará a resolver esta situación. Puede elegir realizar una división por tipos de cosecha o quizá por la exposición al sol y al viento, si es posible. Para determinadas cosechas puede seleccionar zonas umbrías o en pendiente.

#### 2) Equipo de riego

Distintos equipos de riego requieren distintas cantidades de agua y presión. Por ello, el equipo se deberá seleccionar antes que la bomba.

No se debe pasar por alto el cuadro de control. Este dispositivo controla el rendimiento de la bomba, incluso encendiéndola y apagándola en periodos predeterminados. Si no riega en periodos con luz solar directa o con fuertes vientos ahorrará agua. Un cuadro de control Grundfos puede programarse para optimizar el funcionamiento, respetando tanto la cosecha como el ahorro de agua.

Apagando la bomba durante un tiempo se consigue que el suelo absorba el agua de riego. Encendiéndola más tarde mejorará la absorción y reducirá el consumo de agua.

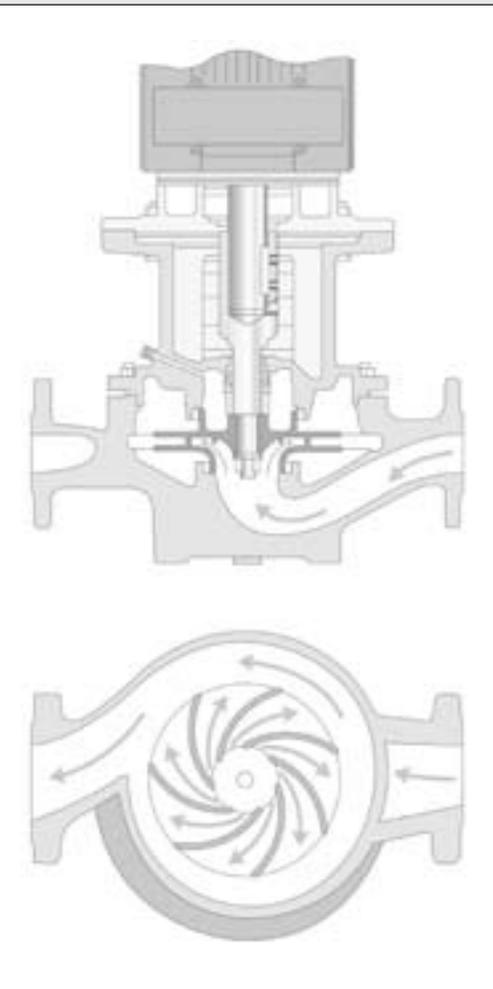
#### 3) Fuente de suministro de agua

El origen del agua de riego influye en la bomba que se va a seleccionar. Las bombas sumergibles en pozos profundos están especialmente diseñadas para bombear agua desde varios cientos de metros bajo tierra. Para bombear agua de superficie puede usar distintos modelos de bombas.



*Elegir la bomba adecuada es fundamental para el éxito de su sistema de riego. Cualquiera que sean sus necesidades de riego, Grundfos le ofrece la solución.*





#### 4) Consumo energético

Las bombas y los motores presentan eficacias diferentes, y la eficacia total se debe calcular siempre antes de realizar la selección final. La factura de la luz depende de cuántos kW absorbe el motor. Sólo tiene que comparar el caudal y el tope que produce la bomba con el consumo de kW del motor.

Se puede calcular como sigue:

$$\text{Rendimiento \%} = \frac{Q \times H}{365 \times P1} \times 100$$

**Q = caudal en m<sup>3</sup>/h**

**H = head (pressure from pump in metres)**

**H = altura (presión desde la bomba en metros)**

**P1 = kW requeridos por el motor. No deben confundirse con la salida en kW que aparece estampada en la placa del motor.**

La mayoría de los fabricantes de bombas pueden suministrar todos los datos relevantes, para poder calcular la eficacia con precisión.

#### 5) Caudal

Hay dos elementos básicos que son cruciales:

- La disponibilidad de agua
- Las necesidades de agua del cultivo

Al utilizar agua subterránea, solemos recomendar usar más de un pozo para minimizar el descenso de nivel del agua. También se recomienda emplear varias bombas pequeñas en lugar de una grande. Algunas ventajas son:

- Fácil activación/desactivación de las bombas en función de la demanda de caudal
- Minimización de las fugas producidas por la presión excesiva del sistema
- Se reduce el consumo energético, al limitar la altura
- Se evitan las influencias negativas en el acuífero

#### 6) Presión

La presión del sistema debe mantenerse lo más baja posible. Los motivos son:

- Se reducen las fugas.
- Se conserva el agua
- Se reduce el consumo energético

No obstante, se suele necesitar una presión mínima específica para un funcionamiento correcto. Sin ella, el rendimiento que anuncia el fabricante no será posible.

#### 7) Consideraciones adicionales

Las bombas sumergibles ofrecen dos ventajas principales al obtener agua de un embalse o lago:

- Se mejora la protección antirrobo cuando las bombas están sumergidas
- Se reduce el ruido únicamente al ruido de los tubos y las válvulas

Tenga en cuenta que en una instalación horizontal en un embalse o lago, se necesita un manguito para garantizar la refrigeración adecuada del motor.

#### 8) Rendimiento variable de la bomba

La regulación de la velocidad es el modo más eficaz de adaptar el rendimiento de la bomba en función de la demanda de salida. Se pueden arrancar y detener bombas adicionales en consecuencia.

Grundfos dispone de una serie de bombas con control de velocidad variable, y puede suministrar bombas de presión embaladas con controles simples.

Algunos fabricantes de equipos de riego también diseñan controladores, que están optimizados para bombas y equipos de riego por separado.

#### 9) Protección de la bomba

Grundfos dispone de una amplia gama de dispositivos de protección frente a los problemas más comunes como la sobrecarga, el exceso o la falta de tensión, el desequilibrio de fases, y la refrigeración insuficiente.



## Grundfos SP / SP A / SP - G

- Bombas sumergibles de 4", 6", 8", 10" y 12"



### Alta eficacia de bombeo

La gama Grundfos de bombas sumergibles todas de acero inoxidable es idónea para el riego en horticultura y agricultura. La gama SP se caracteriza por el control permanente de la energía y por los bajos costes de instalación y mantenimiento.

#### Ejemplo:

Precio por kWh: 0,10 €

Agua bombeada: 200 m<sup>3</sup>/h con un tope de 100 m

Periodo: 10 años

La selección de una bomba con un 10% más de eficacia puede ahorrarle 60.000 €.

Los componentes de la gama SP están hechos exclusivamente de acero inoxidable resistentes a la corrosión, ofreciendo una gran resistencia a los agentes abrasivos y corrosivos de pozos, barrenos, embalses, lagos y ríos

### Prestaciones

- Alto rendimiento
- Larga vida útil ya que todos los componentes son de acero inoxidable
- Protección del motor a través de CU 3

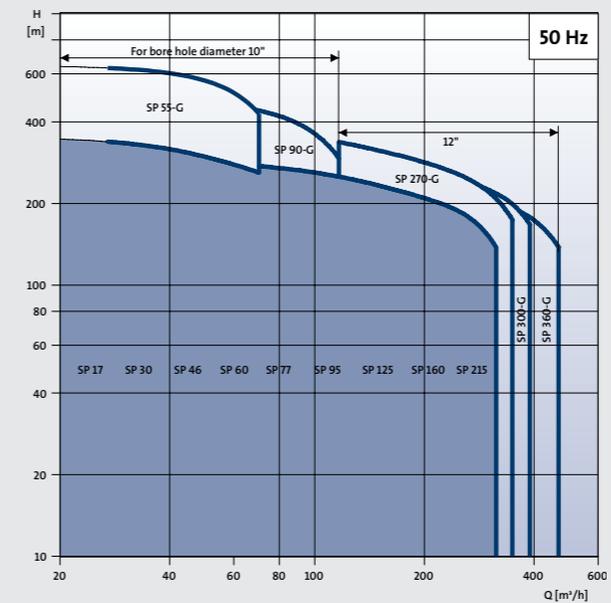
### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 470 m<sup>3</sup>/h  
 Altura, H: máx. 670 m  
 Temp. líquido: 0°C a +60°C  
 Profundidad de la instalación: máx. 600 m

Debido a la gran resistencia al desgaste del acero inoxidable, la bomba prácticamente no necesita mantenimiento



## Curvas de rendimiento



## Grundfos SQ / SQ-N / SQE / SQE-N

- Bombas sumergibles de 3"



### Instalación y manejo sencillo

La bomba SQ de Grundfos es un modelo estándar de la serie de bombas sumergibles de 3". La SQ es ideal para sistemas de riego más pequeños, donde la instalación y el manejo sencillos son fundamentales.

### Paquete SQE

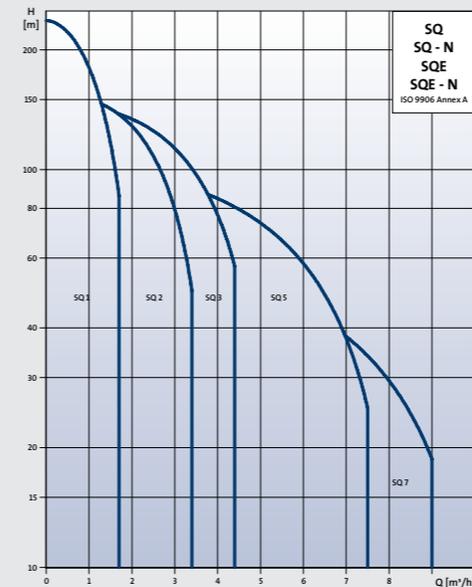
El paquete de presión constante SQE es una solución completa que no necesita unidades de control ni conexiones adicionales. Todo lo que necesita para instalar la bomba se incluye en el paquete: unidad de control, tanque de presión, sensor de presión, cable, manómetro, válvula y la bomba sumergible.

*Una instalación sencilla, un funcionamiento sencillo y sin mantenimiento han hecho de la bomba SQ de Grundfos una selección popular para pequeños sistemas de riego*

### Prestaciones

- Presión constante
- Protección de deslizamiento en seco integrada
- Arranque suave
- Protección contra exceso y falta de presión
- Alto rendimiento

## Curvas de rendimiento



### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 9 m<sup>3</sup>/h  
Altura, H: máx. 210 m  
Temp. líquido: 0°C a +40°C  
Profundidad de la instalación: máx. 150 m

*La gama SQ de bombas sumergibles se suministra en varios tamaños y con opciones adicionales*



## Grundfos CR / CRI / CRN

### - Bombas centrífugas multicelulares



#### Adición de una presión constante al sistema

El mantener una presión constante suficiente en el sistema de riego puede ser vital para garantizar un riego uniforme.

Si su bomba sumergible no puede suministrar una presión constante por culpa de la pérdida de presión en las tuberías, por diferencias de altura o por tuberías largas o curvadas, la gama CR de Grundfos le garantiza exactamente el caudal y la presión que necesita.

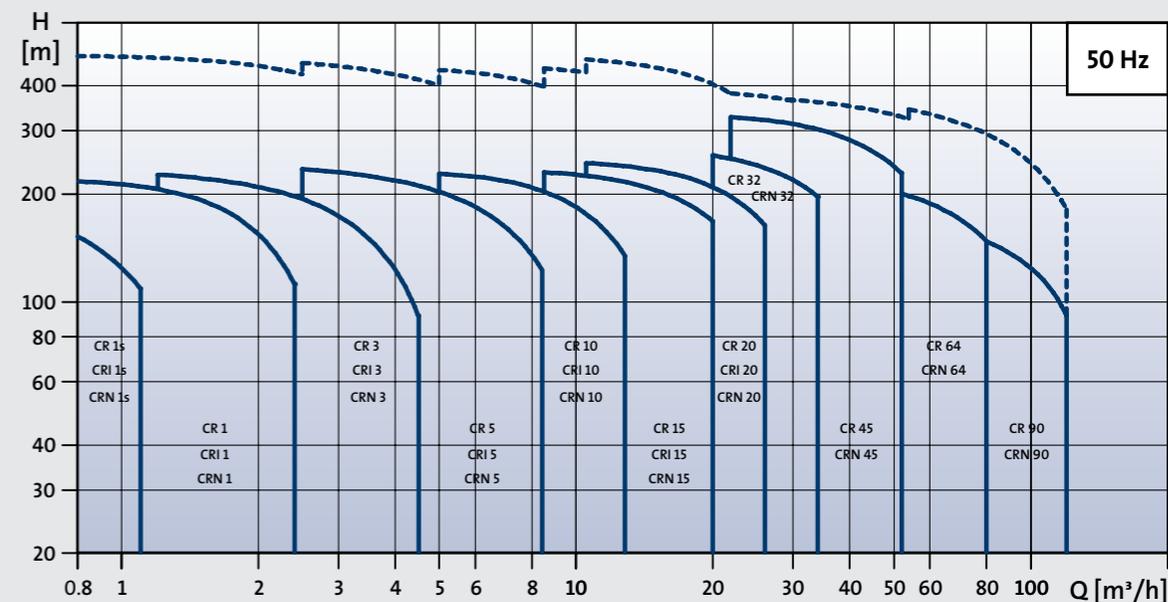
La gama CR de Grundfos es sumamente fiable y de bajo consumo. Y a pesar de la larga vida de la bomba, prácticamente no necesita mantenimiento.

*Las bombas CR se suministran en varios materiales en función de la calidad del agua*

#### Prestaciones

- Fiabilidad
- Alto rendimiento
- Poco mantenimiento
- Ahorran espacio
- Adecuadas para líquidos ligeramente agresivos

#### Curvas de rendimiento



#### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 120 m³/h  
 Altura, H: máx. 480 m  
 Temp. líquido: -40°C a +180°C  
 Pres. de funcionamiento: máx. 50 bares



*La gama CR se suministra en diferentes variantes y tamaños de bomba*

## Grundfos NB / NK

- Bombas centrífugas de aspiración axial



*El diseño robusto de la gama NK de Grundfos garantiza un funcionamiento fiable y una larga vida útil*

### Presión constante para sistemas a gran escala

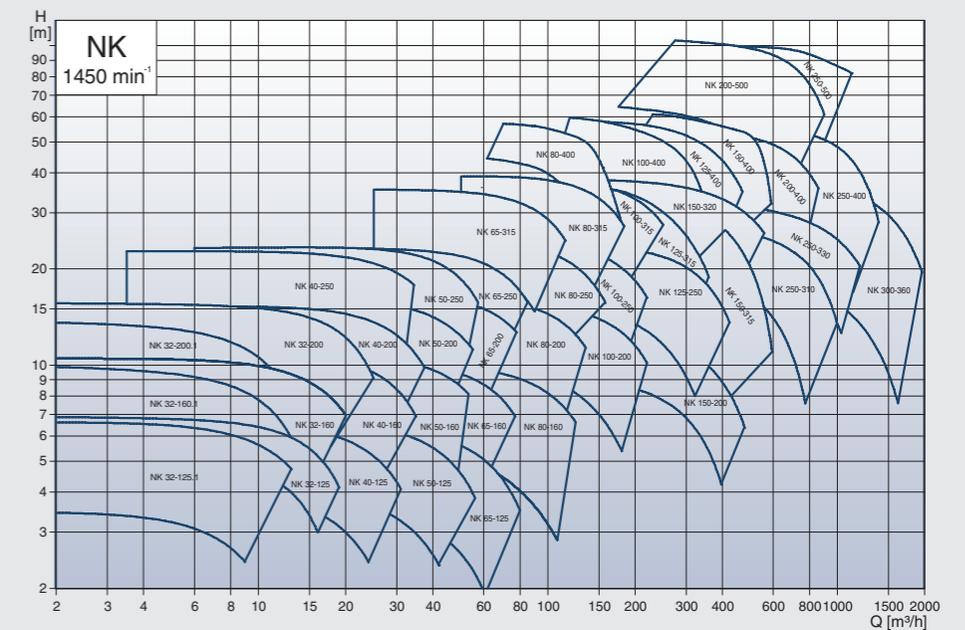
Las bombas de aspiración axial Grundfos son especialmente adecuadas para la distribución de agua en sistemas de riego a gran escala. Los sistemas multiusos de alto rendimiento ofrecen un volumen extremo y un funcionamiento fiable bajo condiciones de trabajo severas.

Además, la construcción horizontal de la bomba permite el desmantelamiento sencillo de la misma y su diseño de "back pull-out" (extracción posterior) garantiza un mantenimiento sencillo.

### Prestaciones

- Dimensiones estándar según las normativas EN o ISO
- Amplia gama
- Diseño robusto
- Alto rendimiento
- Variedad de tamaños del motor

## Curvas de rendimiento



### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 2000 m<sup>3</sup>/h  
 Altura, H: máx. 150 m  
 Temp. líquido: -25°C a +140°C  
 Pres. de funcionamiento: máx. 16 bares



*La amplia gama de tamaños del motor le permite adaptar la NK de Grundfos a sus necesidades concretas*

## Grundfos BM / BMB

- Módulos de presión de 4", 6" y 8"



### Una presión excepcional en todos los aspectos

Porque cada uno de los componentes de la bomba BM de Grundfos va integrado en un manguito de acero inoxidable de gran calidad, totalmente a salvo de posibles elementos dañinos. En consecuencia, el módulo de presión se puede enterrar en la tierra o instalar al aire libre, dependiendo de sus necesidades concretas.

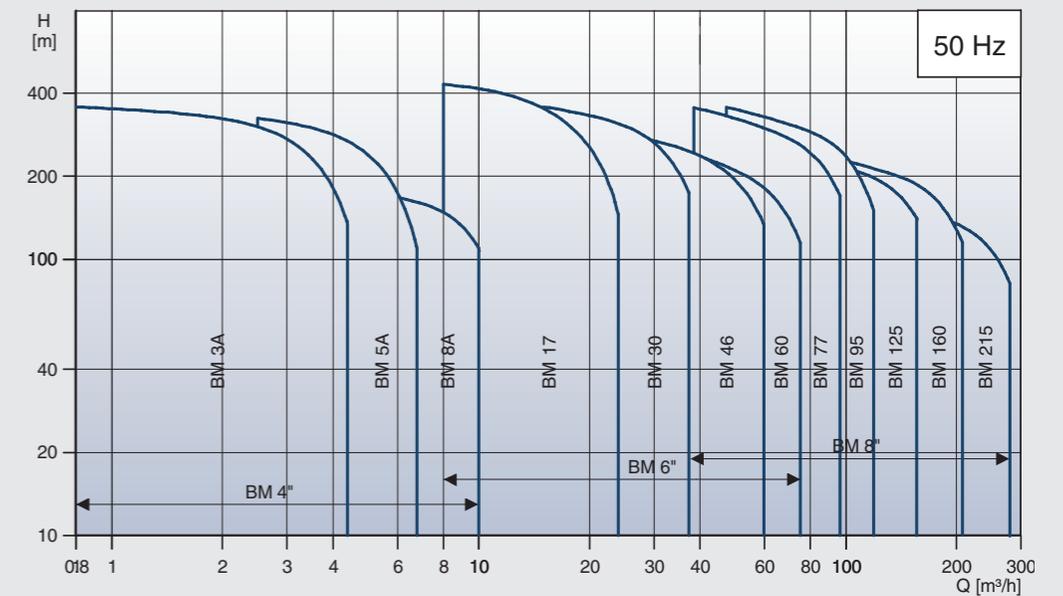
Aisladas de cualquier influencia externa, las bombas de la gama BM de Grundfos nunca están expuestas al desgaste y por tanto no necesitan mantenimiento. Esto implica un funcionamiento fiable y de bajo consumo, una vida útil sumamente larga y ausencia total de fugas gracias a la ausencia de obturadores en el eje.

*Realice una instalación subterránea o déjela al aire libre. Una vez instalada, no tendrá que preocuparse de la bomba BM de Grundfos durante muchos, muchos años*

### Prestaciones

- Protección de deslizamiento en seco integrada
- Arranque suave
- Protección contra exceso y falta de presión
- Alto rendimiento

## Curvas de rendimiento



### Datos técnicos

Caudal, Q: máx. 300 m<sup>3</sup>/h  
 Altura, H: máx. 80 bares  
 Temp. líquido: 0°C a +60°C  
 Profundidad de la instalación: máx. 150 m



*La gama BM de Grundfos se suministra en varios modelos para satisfacer sus necesidades*

## Grundfos DME / DMS

### - Bombas dosificadoras de diafragma



La gama de dosificadoras Grundfos consta de dos variantes de motor. La serie DME se suministra con un motor de velocidad variable. Las series DMS utilizan motores síncronos que funcionan a una velocidad constante, deteniéndose solamente entre los ciclos.

#### Fertilización ajustada

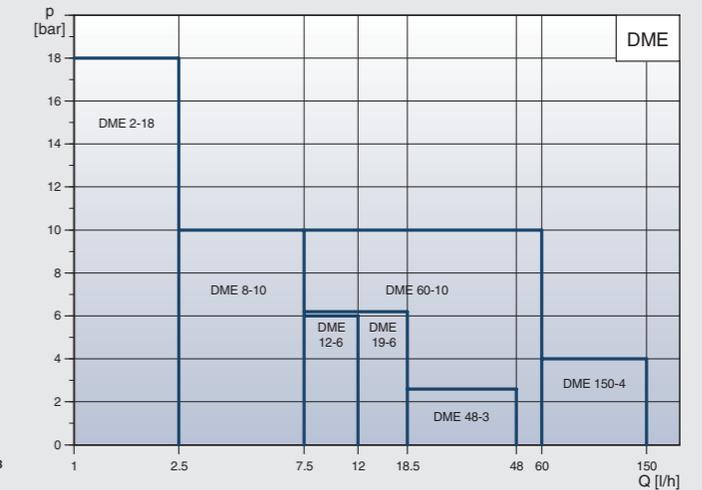
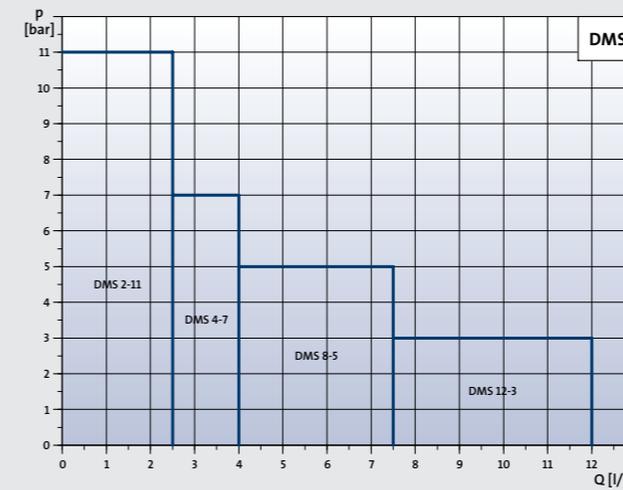
La aplicación de nutrientes a través de los sistemas de riego se denomina "fertilización". El nutriente que se aplica con más frecuencia es el nitrógeno. Otros elementos aplicados con menos frecuencia son el fósforo, potasio, sulfuro, cinc y hierro.

La gama de dosificación de diafragma Grundfos es idónea para este sistema ya que es resistente a productos químicos altamente corrosivos y al mismo tiempo es capaz de inyectar cantidades sumamente precisas de fertilizante. Además, una solución dosificadora Grundfos garantiza la mezcla óptima de fertilizantes en el agua, y no se ve afectada por los cambios en la presión del agua, lo cual, combinado con precisión, garantiza un riego preciso y uniforme.

#### Prestaciones

- Definición de la capacidad precisa en ml o l
- Control total del diafragma
- Control de la velocidad de inyección o de la capacidad de frecuencia
- Panel de control con pantalla y botones de un solo toque
- Panel de control frontal o lateral
- Control manual, por impulso o analógico
- Control de lotes por impulso/en función del tiempo

## Curvas de rendimiento



#### Datos técnicos

Capacidad, Q: máx. 150 l/h  
 Presión, p: máx. 18 bares  
 Temp. líquido: máx. +50°C



## 7. Acerca de Grundfos

Con fábricas a lo largo de todo el mundo y una producción anual de más de 10 millones de bombas, Grundfos es uno de los fabricantes de bombas más grandes del mundo.

### Ayuda experta

Podemos prestarle ayuda durante todas las etapas del proceso de riego: desde las etapas de planeamiento iniciales pasando por la instalación y puesta en marcha hasta el servicio técnico y mantenimiento. Nosotros somos especialistas: nuestro negocio consiste en conocer todo acerca de los sistemas de bombeo. Además, nuestro conocimiento especializado nos proporciona una amplia visión para detectar las posibles soluciones. Procuramos que todas las soluciones sean energéticamente eficientes y mecánicamente fiables y, a menudo, personalizadas de acuerdo con necesidades específicas.

### Proveedor de una gama completa

Además de nuestra amplia gama de bombas de calidad para riego, también ofrecemos soluciones de protección contra incendios, calefacción, aire acondicionado, suministro de agua, procesos sanitarios, aguas residuales, dosificación y aplicaciones industriales.

### Presencia global

Grundfos cuenta con una organización de profesionales de venta, soporte y servicio técnico altamente eficiente a lo largo de todo el mundo. Con más de 13.000 empleados en 67 compañías Grundfos instaladas en 40 países, nunca estamos lejos. Donde quiera que se encuentre, siempre podrá contactar con nosotros para aconsejarle y ayudarle, y los recambios estarán siempre disponibles.

El Grupo Grundfos realiza fuertes inversiones en I+D con el fin de poder lanzar constantemente productos que marquen tendencia con más capacidades y un funcionamiento de alta calidad. La calidad es el componente clave en todos los productos Grundfos, lo cual implica centrarse constantemente en la construcción, diseño y elección de los materiales y procesos. Las compañías Grundfos cumplen con los estándares de medio ambiente de la norma ISO 14001 y la Europea EMAS.

**Si desea más información acerca de nuestra amplia gama de soluciones de bombeo, por favor visite: [www.grundfos.es](http://www.grundfos.es)**



*Una pequeña selección de bombas para una amplia gama de aplicaciones*

