

MANUAL DE

RIEGO POR GOTEO

CONCEPTOS BÁSICOS



Código QR:



© COPYRIGHT 2013, NETAFIM™

NINGUNA PARTE DE ESTA PUBLICACIÓN PUEDE SER REPRODUCIDA, ALMACENADA EN UN FICHERO AUTOMATIZADO DE DATOS O HECHA PÚBLICA EN CUALQUIER FORMA O POR CUALQUIER MEDIO, SEA ELECTRÓNICO, MECÁNICO, MEDIANTE FOTOCOPIA, GRABACIÓN O DE CUALQUIER OTRA FORMA SIN PREVIO PERMISO ESCRITO DE NETAFIM™.

ESTE DOCUMENTO SE PRESENTA CON EL FIN EXCLUSIVO DE NOTIFICAR LOS CLIENTES POTENCIALES SELECCIONADOS CON RESPECTO AL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO NETAFIM™. EL RECIBIMIENTO O LA POSESIÓN DE ESTE DOCUMENTO NO IMPLICA DERECHOS Y LOS CONTENIDOS DEBEN SER VISTOS COMO UNA PROPUESTA SOLAMENTE. ESTE DOCUMENTO NO ES EMITIDO COMO GARANTÍA, NI ES JURÍDICAMENTE VINCULANTE.

NETAFIM™ SE ESFUERZA PARA PROPORCIONAR INFORMACIÓN DE CALIDAD, PRECISA Y DETALLADA. SIN EMBARGO, NETAFIM™ NO PUEDE ACEPTAR CUALQUIER RESPONSABILIDAD POR LA CONFIANZA EN LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA, Y EL USUARIO ES INFORMADO DE OBTENER DE FORMA INDEPENDIENTE EL CONSEJO PROFESIONAL DE NETAFIM™ Y/O SUS REPRESENTANTES AUTORIZADOS. NO EXISTE EL COMPROMISO POR NETAFIM™ QUE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA O CUALQUIER PARTE DEL ELLA SEA EXACTA, COMPLETA O ACTUALIZADA.

LA MENCIÓN DE PRODUCTOS DE TERCEROS ES SOLO PARA FINES INFORMATIVOS Y NO CONSTITUYE APROBACIÓN NI RECOMENDACIÓN. NETAFIM™ NO ASUME NINGUNA RESPONSABILIDAD EN RELACIÓN CON EL USO O LAS DISPOSICIONES DE ESTOS PRODUCTOS.

NETAFIM™ NO ACEPTARÁ RESPONSABILIDAD POR DAÑO O PÉRDIDA QUE PUEDA RESULTAR DEL USO DE LOS PRODUCTOS DE NETAFIM O EL USO DE ESTE DOCUMENTO.

NETAFIM™ SE RESERVA EL DERECHO DE HACER CAMBIOS Y MEJORAS EN SUS PRODUCTOS Y/O EN LA DOCUMENTACIÓN ASOCIADA SIN PREVIO AVISO.



LENGUAS EXTRANJERAS

En caso de que usted está leyendo este manual en un idioma distinto del idioma Inglés, usted reconoce y acepta que la versión en Inglés prevalecerá en el caso de incoherencia o contradicción en la interpretación o traducción.

CONTENIDOS

Introducción

Objetivo de este documento	4
Instrucciones de seguridad	5
Uso de símbolos en este documento	6

Visión general del sistema de riego por goteo

Una visión general de los componentes del sistema de riego por goteo, sus funciones y propiedades:

Estructura de un sistema de riego por goteo; Fuente de agua; Bombas y estaciones de bombeo; Filtración; Tuberías principales, sub-principales y de distribución y accesorios; Contadores de agua y medidores de presión, Válvulas, Unidad de dosificación; Tuberías de goteo (laterales); Conectores, Fin de tuberías de goteo, Sensores, Controlador, Accesorios y complementos, Maquinaria agrícola.

Gestión y funcionamiento del riego por goteo

Directrices y consejos útiles para la correcta gestión y operación de un sistema de riego por goteo:

Riego; Nutrigation™; Nutrigation™ a través de un sistema de riego por goteo; Chemigation; Inserción de tuberías de goteo o colocación.

Mantenimiento del sistema de riego por goteo

Directrices y consejos útiles para el mantenimiento adecuado de un sistema de riego por goteo:

Calendario de mantenimiento; Lavado del sistema; Preparación y uso de una lista de comprobación de las condiciones hidráulicas; Inyección de químicos para el mantenimiento del sistema. Análisis de agua; Muestras de goteros; Control de roedores; Prevención de intrusiones de raíces en los sistemas de riego por goteo subterráneo (SDI). Contaminación por partículas externas en SDI; Períodos de inactividad del sistema.

Relación agua/suelo/planta

Información vital teniendo en cuenta la condición del suelo, las características del agua y las necesidades del cultivo, y las directrices para la planificación y gestión de un sistema de riego por goteo:

Suelo; Programación de riegos; Tensiómetros.

Apéndices

Apéndice 1: Tablas de conversión de unidades	94
Apéndice 2: Otras lecturas	95

INTRODUCCIÓN

Riego o Irrigación es el humedecimiento de la tierra por métodos artificiales. Sin riego, la agricultura estaría limitada por la disponibilidad y fiabilidad de forma natural del agua por las inundaciones o la lluvia.

El riego por goteo es ampliamente aceptado como la técnica de riego más eficiente porque permite una gran uniformidad de distribución de agua y nutrientes.

Objetivo de este documento

El propósito de este documento es presentar los conceptos básicos relacionados con el riego por goteo, para familiarizar al lector con los componentes de un sistema de riego por goteo y sus funciones, y para proporcionar la comprensión de los problemas operativos y de mantenimiento básicos del sistema.

Está dirigido a personal de Netafim y sus representantes y agentes en todo el mundo, y para sus clientes, tomadores de decisiones, gerentes y personal operativo.

No se puede menospreciar la importancia de un conocimiento profundo de los temas tratados en este documento para la operación y mantenimiento eficaz del sistema de riego por goteo.

El riego por goteo es el más avanzado y el más eficaz de todos los métodos de riego. Sin embargo, sus capacidades excepcionales no se pueden implementar de manera efectiva si el usuario no está familiarizado con el conocimiento relacionado y no ponerlo en práctica en la operación y mantenimiento del sistema de riego por goteo en curso.

Netafim™ hace todo lo posible para proporcionar a sus clientes en todo el mundo una documentación concisa y comprensible con la intención de facilitar la operación y mantenimiento del sistema de riego por goteo y aumentar al máximo los beneficios consiguientes - un mayor rendimiento de la cosecha de calidad superior con un mayor valor en el mercado y un retorno más rápido de la inversión.

El personal de Netafim y sus representantes y agentes de todo el mundo deben asegurarse de leer y comprender todo este documento a fondo, antes de aconsejar a sus clientes sobre las cuestiones relativas a la adquisición, instalación, operación y mantenimiento de un sistema de riego por goteo Netafim™.

Es la responsabilidad de los representantes y agentes de Netafim asegurarse de que, antes de la compra, los tomadores de decisiones de los clientes estén familiarizados con la instalación, consideraciones operacionales y de mantenimiento con respecto a un sistema de riego por goteo, como se explica en este documento.

Los gerentes de los clientes y el personal de operaciones deben estar familiarizados con los componentes de un sistema de riego por goteo y sus funciones, y estudiar en profundidad todas las cuestiones operativas y de mantenimiento descritas en este manual antes de la primera operación de un nuevo sistema de riego por goteo Netafim™.



ATENCIÓN

Este no es un manual de usuario. Para instrucciones detalladas de operación, mantenimiento y solución de problemas de componentes del sistema de riego por goteo Netafim™, consulte manuales del usuario y documentación de cada componente proveído con el sistema.

Este documento se debe mantener a disposición del personal del proyecto en cualquier momento para su consulta en las cuestiones relativas a la operación en curso y el mantenimiento del sistema de riego por goteo.

Además, el departamento de productos de riego de Netafim está al servicio del cliente para cualquier consulta, asesoramiento o información adicional que se necesita después de leer este documento.

INTRODUCCION

Instrucciones de seguridad

Todas las normas de seguridad locales deben ser aplicadas en la instalación, operación, mantenimiento y solución de problemas del sistema de riego por goteo Netafim™ y sus componentes.



ADVERTENCIA

En un entorno agrícola - siempre use calzado de protección.



ADVERTENCIA

¡Solo electricistas autorizados tienen permiso para hacer instalaciones eléctricas! Las instalaciones eléctricas deben cumplir con las normas y reglamentos de seguridad locales.



ADVERTENCIA

Se deben tomar medidas para evitar la infiltración de nutrientes, ácidos y productos químicos en la fuente de agua.



PELIGRO DE QUÍMICOS

Nutrientes, ácidos y productos químicos, cuando no son manejados adecuadamente, pueden causar lesiones graves o incluso la muerte. También pueden dañar los cultivos, el suelo, el medio ambiente y el sistema de riego.

El manejo adecuado de nutrientes, ácidos y productos químicos es la responsabilidad del productor. Observe siempre las instrucciones del fabricante de fertilizantes/ácidos/productos químicos y los reglamentos emitidos por la autoridad local competente.



ADVERTENCIA

Al manipular nutrientes, ácidos y productos químicos, utilice siempre equipo de protección, guantes y gafas de protección.



PRECAUCIÓN

Al abrir o cerrar toda válvula manual, siempre hacerlo poco a poco, para evitar daños en el sistema por el golpe de ariete.

INTRODUCCIÓN

Los símbolos utilizados en este documento se refieren a lo siguiente:



ADVERTENCIA

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a la prevención de lesiones corporales o daños directos a los cultivos y/o al sistema de riego.



PRECAUCIÓN

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a prevenir la operación, instalación o condiciones no deseadas del sistema. El incumplimiento de estas instrucciones puede anular la garantía.



ATENCIÓN

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a la mejora de la eficiencia en el uso de las instrucciones en el documento.



NOTA

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a enfatizar un determinado aspecto de la operación o la instalación del sistema.



PELIGRO DE QUÍMICOS

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a la prevención de lesiones corporales o daños directos a los cultivos y/o el sistema de riego en la presencia de ácido/productos químicos.



PELIGRO ELÉCTRICO

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a la prevención de lesiones corporales o daños directos a los componentes del sistema de riego relacionados con la electricidad.



CALZADO DE SEGURIDAD

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a prevenir lesiones en los piernas.



EQUIPO DE PROTECCIÓN

El texto siguiente contiene instrucciones dirigidas a la prevención de daños a la salud o lesiones corporales en la presencia de nutrientes, ácidos o productos químicos.



EJEMPLO

El texto siguiente es un ejemplo para aclarar el funcionamiento de la configuración, el método de operación o la instalación.

Los valores utilizados en los ejemplos son hipotéticos. No aplique estos valores a su propia situación.



CONSEJO

El texto siguiente proporciona aclaraciones, consejos o información útil.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

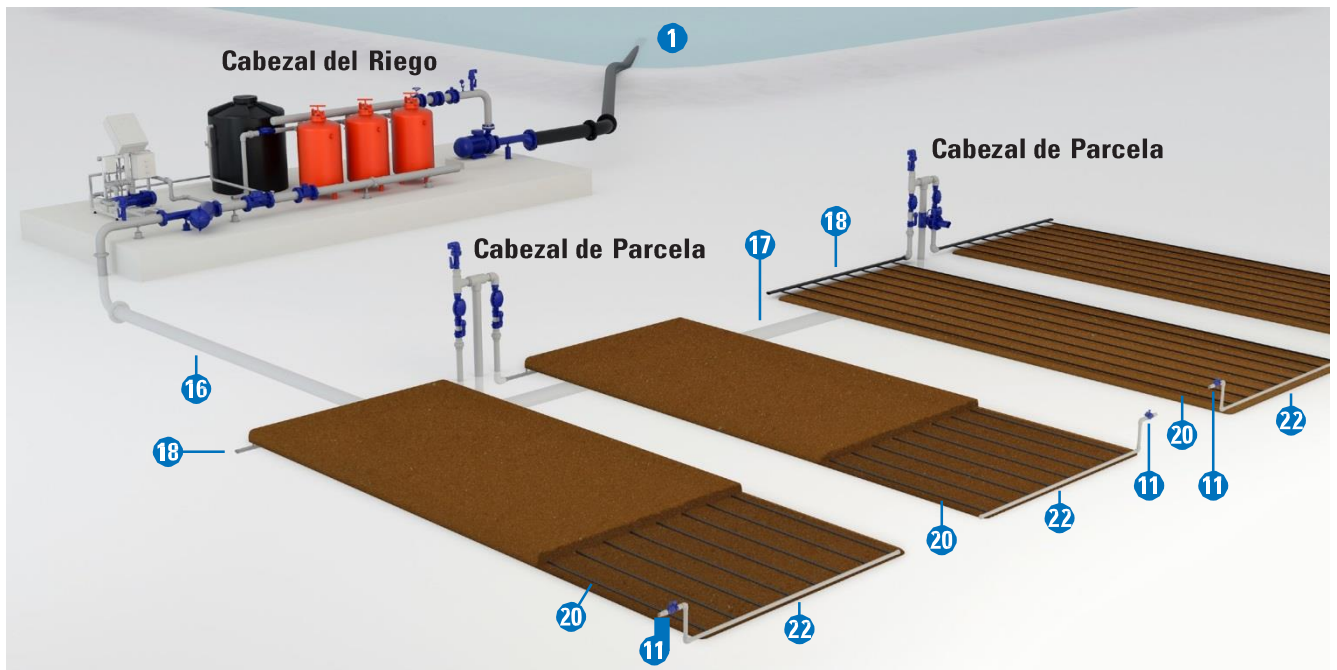
Estructura de un sistema de riego por goteo	8
Fuente de agua	10
Bombas y estaciones de bombeo	10
Filtración	14
Tuberías principales, sub-principales, de distribución y accesorios	20
Medidores de agua y medidores de presión	22
Válvulas	24
Unidad de dosificación	26
Tuberías de goteo (laterales)	31
Conectores	36
Fin de tuberías de goteo	37
Sensores	39
Controlador	41
Accesorios y complementos	43
Maquinaria agrícola	44

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

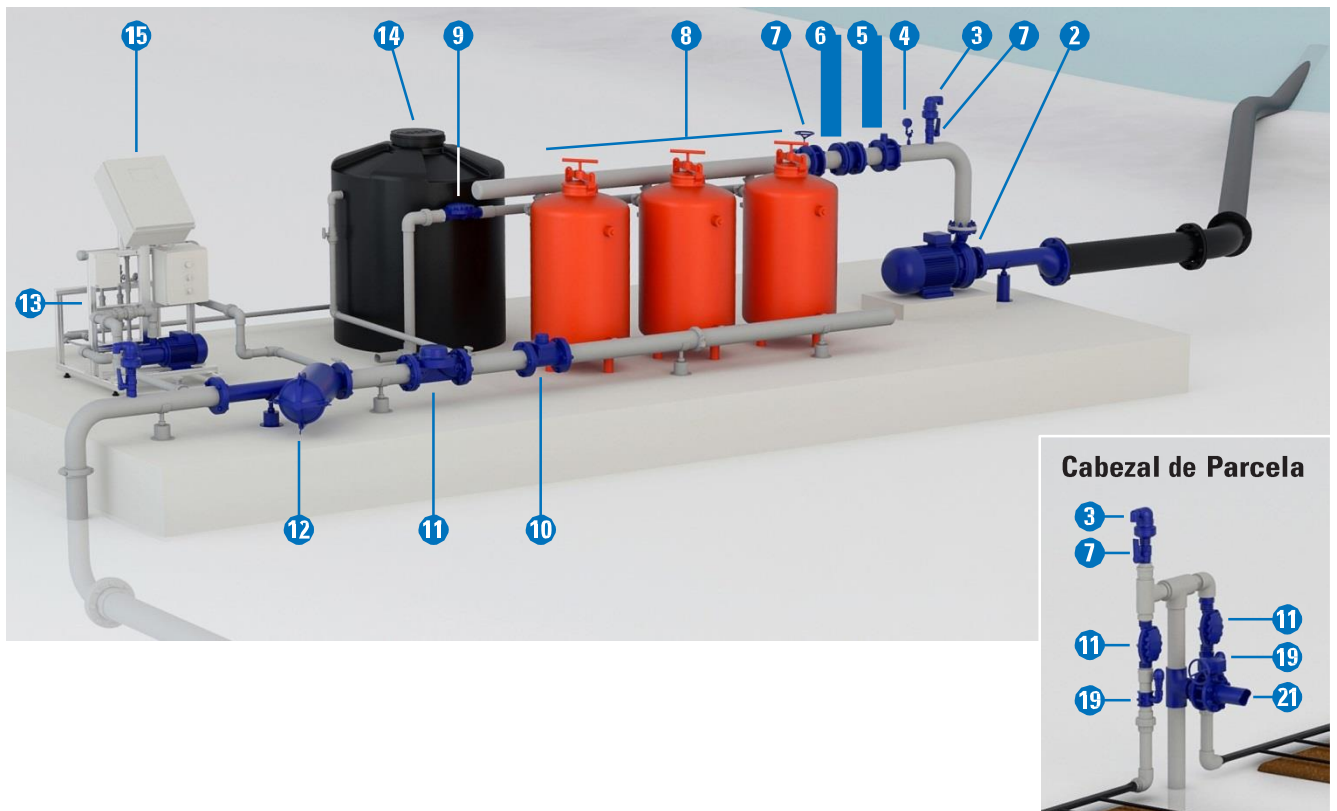
Un sistema de riego por goteo comprende muchos componentes, cada uno de ellos son una parte importante en el funcionamiento del sistema.

El objetivo de este capítulo es proporcionar una visión general de los componentes del sistema de riego por goteo, sus funciones y propiedades.

Estructura del sistema de riego por goteo

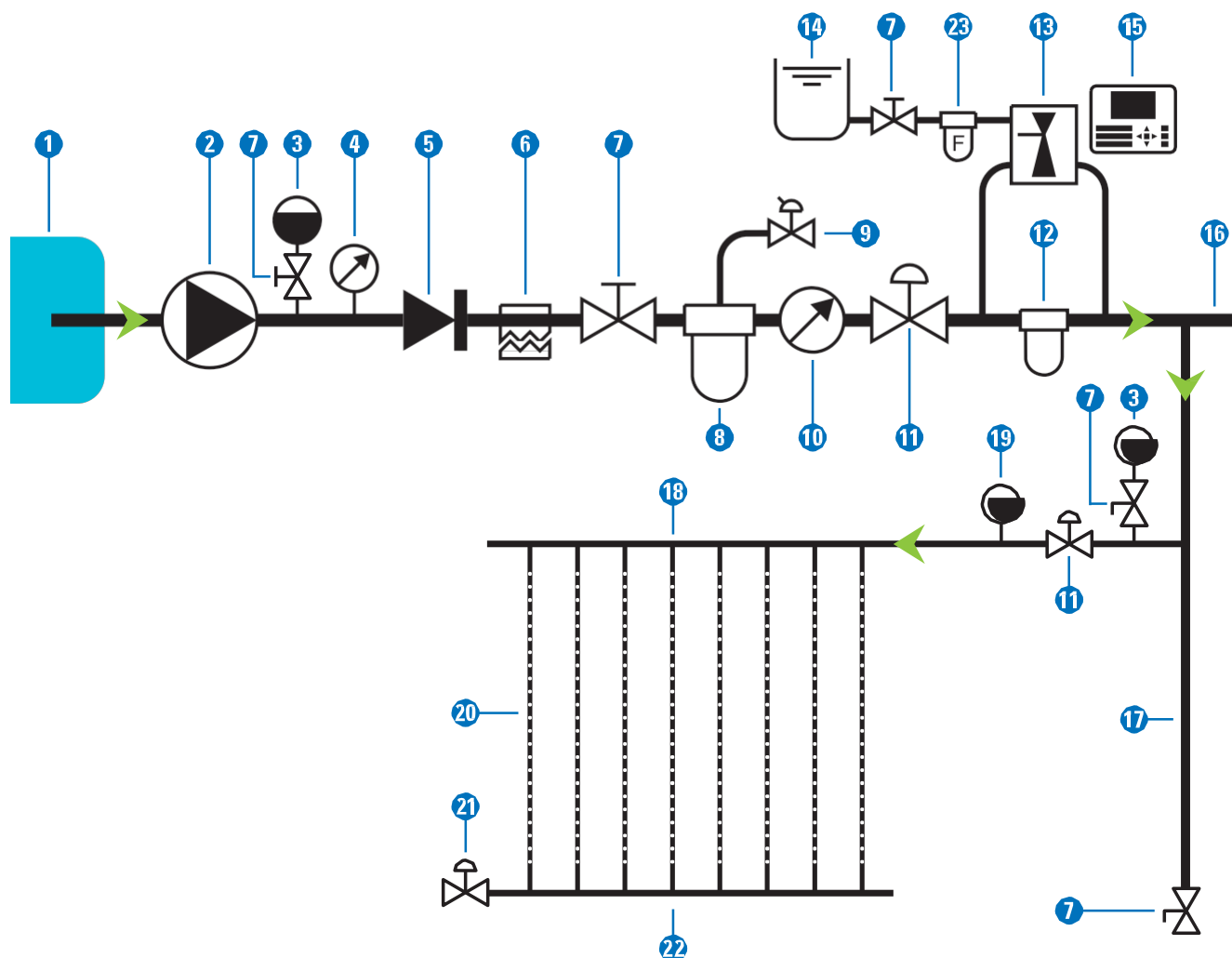


Cabezal del Riego



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Diagrama esquemático



- | | | |
|----------------------------------|---|--|
| 1 Fuente de agua | 9 Válvula de drenaje de filtración automática | 17 Tubería Sub principal |
| 2 Estación de bombeo | 10 Medidor de agua | 18 Tubería de distribución |
| 3 Válvula de aire | 11 Válvula hidráulica | 19 Válvula de vacío (interruptor de vacío) |
| 4 Manómetro | 12 Unidad de filtración secundaria | 20 Tuberías de goteo |
| 5 Válvula de retención | 13 Unidad de dosificación | 21 Válvula de lavado |
| 6 Amortiguador | 14 Tanque de fertilizante | 22 Colector de lavado |
| 7 Válvula manual | 15 Controlador de riego | 23 Filtro de fertilizantes |
| 8 Unidad de filtración principal | 16 Tubería principal | |

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Fuente de agua

Básicamente, hay dos tipos principales de fuentes de agua: aguas subterráneas y superficiales.

Muchas fuentes de abastecimiento de agua existentes y potenciales de los sistemas de riego se derivan de las aguas superficiales, que no tienden a tener altos niveles de sales (con la excepción de algunas zonas costeras), y por lo tanto los sistemas suelen ser menos propensos a la formación de precipitados en goteros cuando se utiliza una fuente de agua superficial.

El agua superficial, sin embargo, tiende a introducir riesgos biológicos. Si las aguas residuales están siendo consideradas como una fuente, la calidad y la obstrucción potencial variarán dependiendo de la calidad del tratamiento.

El agua subterránea es generalmente de mejor calidad que las aguas superficiales. Sin embargo, se deben medir los niveles de bicarbonatos, hierro y manganeso, ya que niveles altos de éstos pueden conducir a la obstrucción de goteo, y requerirse tratamiento.

Bombas y estaciones de bombeo

A menos que el agua en la fuente se suministre a un caudal y presión adecuada (por suministro de entidad municipal u otro, una bomba pre-existente o por presión gravitacional*), será necesaria una bomba para bombear el agua de la fuente a través de las tuberías y goteros.

La mayoría de los sistemas de riego incluyen bombas como una parte integral del sistema de riego por goteo.

***Presión gravitacional** (también conocida como presión hidrostática) es la presión en determinado punto en un fluido en reposo debido al peso del fluido por encima de éste. Si la fuente de agua está a una elevación más alta que los goteros en el campo, la diferencia de elevación entre ellos determinará la presión gravitacional en el sistema.

(Por ejemplo, el nivel de agua en un tanque es de 5 metros por encima de la elevación del eje de la bomba, la presión gravitacional es de 5 metros = 0,5 bar = 7,25 PSI).

La selección de una bomba para un sistema de riego requiere una comprensión de las condiciones del agua y los requisitos del sistema.

Una incorrecta selección de la bomba puede conducir a altos costos de operación y disminuye la vida de la misma, lo que a su vez repercute en el rendimiento y eficiencia del sistema de riego.

Cuando se selecciona el sitio de la bomba, es necesario considerar una serie de factores, incluyendo la disponibilidad de energía, la proximidad al lugar de desarrollo y los problemas de calidad del agua.

Fuente de energía para la bomba

La fuente de energía para la bomba dependerá de la disponibilidad y accesibilidad de los recursos energéticos en el área.

En la mayoría de los casos, se prefiere la electricidad debido a los requisitos de mano de obra reducidos y una eficacia más alta, lo que resulta en costos de energía más bajos. Generalmente, se requieren redes eléctricas trifásicas para operar bombas de riego con más de 10 caballos de fuerza (HP).

Si la electricidad no está disponible, se pueden utilizar otras fuentes de energía como el diesel, gasolina o solar. Las alternativas más comunes son los motores de gasolina para las pequeñas bombas y motores diesel para bombas más grandes.

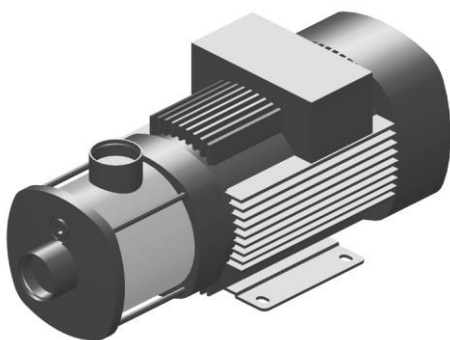
VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Tipos de bomba

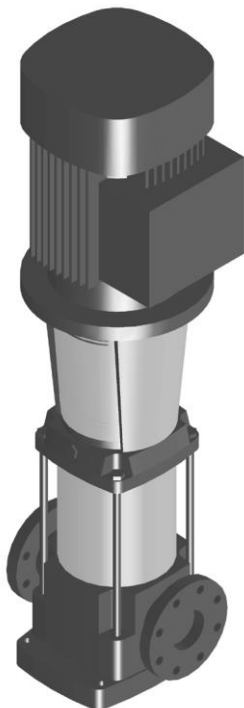
En la mayoría de las aplicaciones de riego, se utilizan bombas centrífugas.

Una bomba centrífuga es una bomba roto-dinámica que añade energía al agua usando un impulsor giratorio. Puede ser de eje horizontal o de eje vertical (incluyendo bombas sumergidas). Bombas horizontales se utilizan con mayor frecuencia para bombear el agua de fuentes superficiales como los estanques

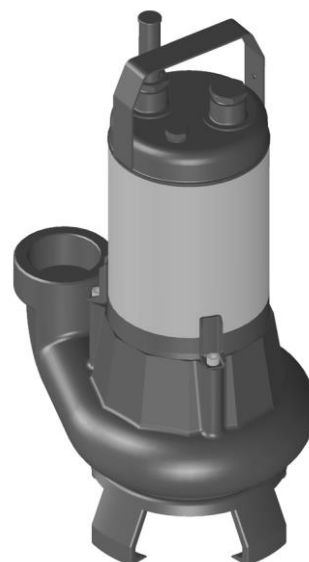
Bomba de eje horizontal



Bomba de eje vertical



Bomba sumergida de eje vertical

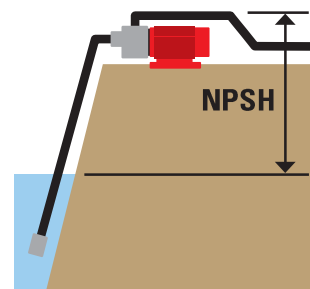


Capacidad de la bomba

Al seleccionar una bomba, cuatro factores básicos deben ser considerados:

- **Descarga de la bomba (caudal)** define la cantidad de agua suministrada por la bomba durante 1 unidad de tiempo (unidades: m³/hora, litros/segundo, galones/hora).
- **Presión (carga de presión)** define la energía interna de un fluido debido a la presión ejercida en las paredes de su contenedor (también conocido como presión estática) (unidades: bar o PSI. 1 bar = 14,5 PSI = 10 metros de columna de agua = 1 kg/cm²).
- **Presión Positiva de Succión (NPSH)** es el valor de presión requerido (altura de succión) en la entrada de una bomba horizontal que le permite bombear hacia arriba el fluido mientras se previniendo la cavitación* (generalmente limitada a 0,8 bar neto).

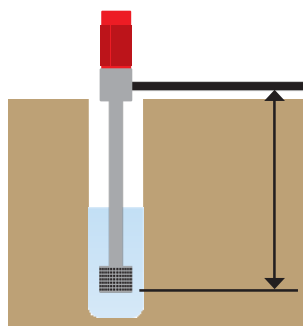
***Cavitación** - La formación de cavidades de vapor ("burbujas" o "huecos") en un líquido. Por lo general ocurre cuando un líquido es sometido a rápidos cambios de presión que causa la formación de cavidades donde la presión es relativamente baja. Cuando sometidos a una mayor presión, los vacíos impulsan y pueden generar una intensa onda de choque que causa un daño significativo al impulsor y a la cámara de la bomba.



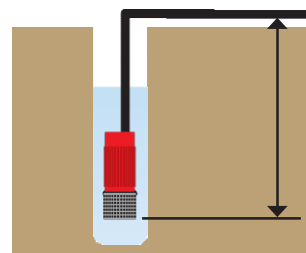
VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

- **Pérdida de presión interna** - La pérdida de presión causada por la fricción entre el fluido y las paredes internas de la caja del eje de una bomba vertical (o en la tubería de salida de una bomba sumergida vertical) que bombea el agua corriente arriba. La pérdida de presión aumenta con la longitud de recorrido y por el cuadrado de la velocidad del fluido. Afecta a la presión requerida y la velocidad de flujo.

**Cabezal
de
Fricción**



**Cabezal
de
Fricción**



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

La presión de salida de una bomba está condicionada por el caudal requerido (un caudal más alto provocará una presión de salida menor o viceversa, de acuerdo a la curva de rendimiento).

Asegúrese que la bomba es capaz de suministrar el caudal y presión adecuados para la aplicación. Obtenga la curva de rendimiento para la bomba. Si los datos no concuerdan con los requisitos del sistema, haga las modificaciones necesarias en la bomba para llevar a ésta al punto óptimo de la curva para el sistema. Estos cambios redituarán a mediano y largo plazo en un retorno de inversión más rápido.

Selección de bomba

El diseño del sistema de riego especificará los datos técnicos necesarios de la bomba (caudal y presión de salida). La mejor opción es aquella que, en la curva de trabajo, estos datos se encuentran en el punto de operación más eficiente (Best Operating Point, BOP).



PRECAUCIÓN

Cuanto más lejos el Punto de Funcionamiento de la bomba está del BOP, más altos son los costos de operación, menor es la eficiencia y más corta será la vida útil de la bomba

Consideraciones principales:

- ¿Cómo la bomba debe ser instalada y cuál será la altura de aspiración ([vea la página 11](#)).
- El rendimiento requerido en términos de caudal y presión de salida.

Restricciones

Las restricciones de operación de la bomba pueden afectar el suministro de agua y deben ser consideradas para una planificación eficaz.

Las restricciones más comunes incluyen:

- Restricciones de energía no permiten el funcionamiento de la bomba durante ciertas horas del día.
- Limitaciones económicas impiden que la bomba sea operada por altos costos de electricidad a ciertas horas (días de la semana o las horas durante el día).
- Limitación de tiempo en que la fuente de agua puede no estar disponible en ciertos momentos o días de la semana, debido a la distribución de los recursos entre los diferentes productores.



NOTA

Con el fin de ampliar la vida útil de una bomba, se debe activar ésta de forma continua y uniforme tanto como sea posible (por ejemplo, el funcionamiento ininterrumpido y sin variaciones extremas de caudal).



NOTA

Para garantizar la estabilidad del caudal, el consumo de los turnos de riego individuales debe ser lo más similar posible. Siempre que sea posible, se recomienda que el consumo del turno de riego más pequeño no debería ser inferior al 75% del consumo del turno de riego más grande.

Curva de rendimiento de la bomba

Cada bomba debe ser suministrada con su curva de rendimiento, como una parte integral del producto, y el proveedor/fabricante debe comprometerse a los datos presentados en ella.

Es muy importante mantener la documentación de datos de la bomba disponible por toda la vida útil de la bomba.

La curva de rendimiento de la bomba (caudal/presión) es indispensable para el diseño y la construcción de todo el sistema de riego.

La presión de salida de la bomba está relacionada con el caudal. Un cambio en el caudal provocará un cambio en la presión de trabajo. Los cambios en el caudal y presión pueden ser críticos al considerar la relación entre el caudal, la presión de trabajo y la curva de rendimiento de la bomba en el proceso de planificación.

Cuanto más empinada sea la curva de funcionamiento de la bomba, todo cambio de caudal afectará de manera más drástica la presión de salida.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



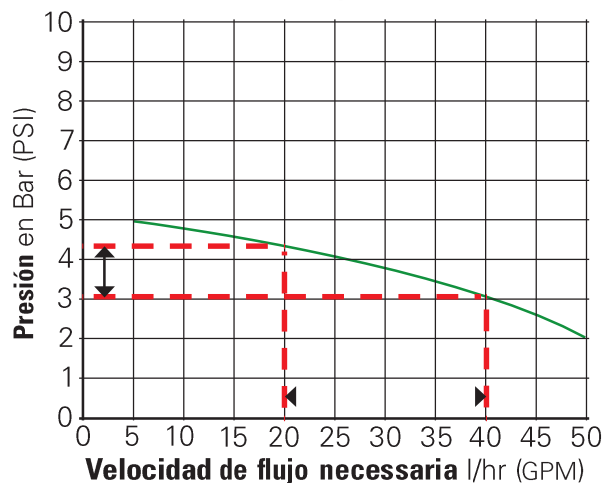
ATENCIÓN

Seleccione una bomba con una curva de funcionamiento lo más plana posible.

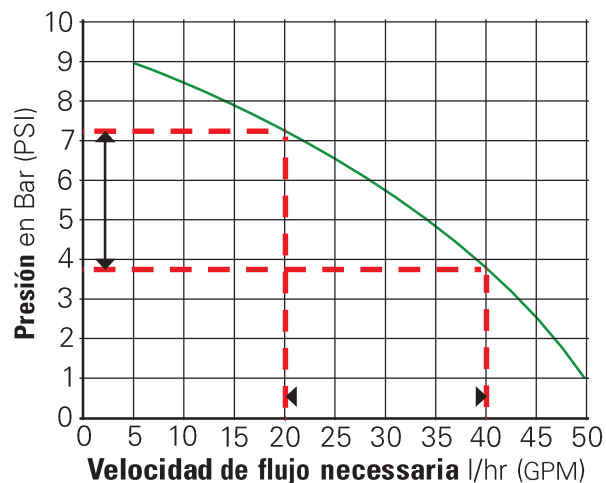


EJEMPLO

Curva de funcionamiento plana



Curva de funcionamiento empinada



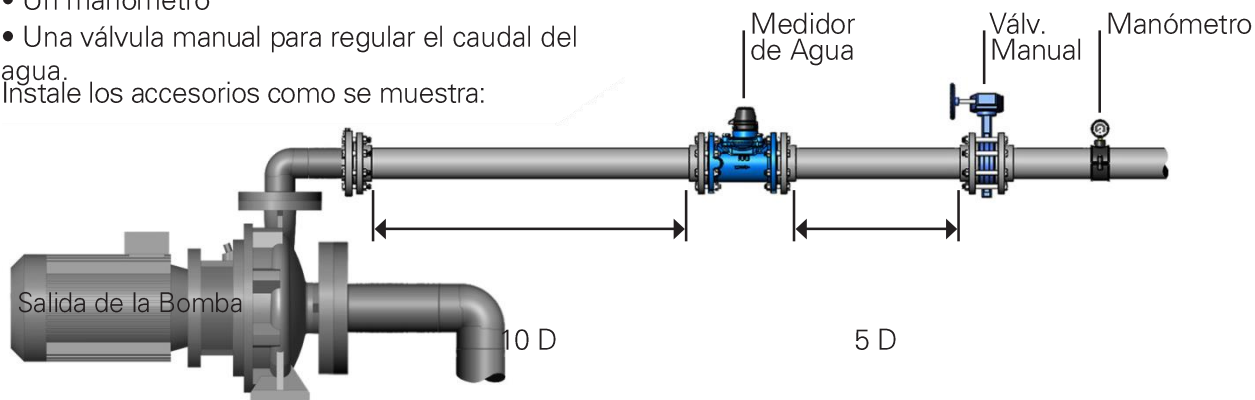
Reconstrucción de la curva de rendimiento de la bomba

Si la curva de rendimiento de la bomba no es obtenible, ella puede ser reconstruida de la siguiente manera:

Para medir el caudal y la presión de salida, instale los siguientes accesorios en la salida de la bomba:

- Un medidor de agua
- Un manómetro
- Una válvula manual para regular el caudal del agua.

Instale los accesorios como se muestra:



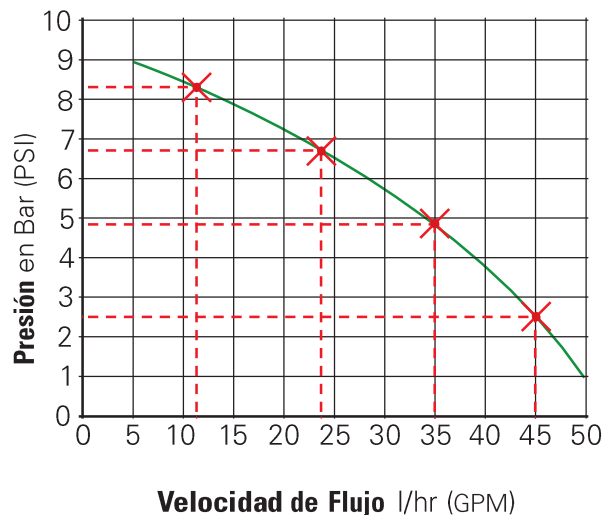
D = Diám. de la Tub. de Salida de la Bomba

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Entrada de la Bomba

Lleve a cabo los siguientes pasos:

- Utilice una cuadrícula donde el eje horizontal representa el caudal y el eje vertical representa la presión.
- Active la bomba.
- Espere unos minutos para que el caudal se estabilice.
- Abra completamente la válvula manual y marque el punto que representa el caudal y la presión de salida.
- Repita la acción con la válvula manual, cerrando el paso de agua a 3/4, 1/2 y 1/4 del máximo - en ese orden.
- Conecte los puntos de la red con una línea continua.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Filtración

La filtración es crítica en todo sistema de riego por goteo. Una filtración efectiva es esencial para el funcionamiento adecuado del sistema de riego y el rendimiento a largo plazo, ya que evita que el agua de riego obstruya los goteros.

Calidad del agua

El concepto "calidad del agua" se refiere a la variedad y a la concentración de los componentes disueltos y en suspensión en el agua.

Requerimientos de agua para el riego por goteo

La calidad del agua para el riego se refiere a los parámetros necesarios para mantener la salud de los cultivos y la integridad del sistema de riego. Cada tipo de sistema de riego presurizado requiere prestar atención a la calidad del agua para evitar la obstrucción de los componentes de riego a fin de permitir riego ordenado a largo plazo de acuerdo con el programa de riego.

La calidad del agua dictará los requerimientos de filtración, requerimientos de inyección química y la gestión de los sistemas de riego para evitar la obstrucción de los goteros.

Las causas de la obstrucción del gotero en los sistemas pueden ser químicas (precipitados o sarro), físicas (granos o partículas tales como arena o sedimento), o biológicas (tales como algas o bacterias).

Las características químicas del agua son influenciadas por la variedad y la concentración de las sustancias disueltas en ella. Estas sustancias disueltas incluyen iones de las sales disueltas tales como cloruro, sodio y nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y otros). El calcio y el magnesio influyen la dureza del agua, el hierro y el manganeso son susceptibles de ser encontrados ya disueltos o como un residuo, junto con otros compuestos orgánicos disueltos e incluso sustancias venenosas.

Las características biológicas de la calidad del agua incluyen una variedad de organismos vivos tales como microorganismos, incluyendo bacterias, virus, entidades unicelulares, algas y zooplancton, que se desarrollan en aguas abiertas, junto con otros organismos en desarrollo dentro del sistema de transporte de agua en sí.

La calidad del agua se expresa por las condiciones físicas y la variedad y la concentración de sus componentes.

La calidad del agua se determina por una amplia variedad de parámetros (medidos o calculados) que afectan al cultivo, el suelo y el sistema de riego. Algunos de ellos se enumeran a continuación:

- | | | |
|---|---|---|
| • EC (conductividad eléctrica) | • Cl (cloruro) | • TSS (total de sólidos en suspensión) |
| • pH (grado de acidez o alcalinidad) | • SO₄ (sulfato) | • TDS (total de sólidos disueltos) |
| • Ca (calcio - dureza del agua) | • PO₄ (fosfato) | • Turbidez |
| • Mg (magnesio) | • N-NH₄ (nitrógeno-amonio) | • Algas y Clorofila |
| • Na (sodio) | • N-NH₃ (nitrógeno-nitrato) | • Zooplancton |
| • K (potasio) | • B (boro) | • BOD (demanda bioquímica de oxígeno*) |
| • HCO₃ (bicarbonato) | • Fe (hierro) | • COD (demanda química de oxígeno*) |
| • CO₃ (carbonato) | • Mn (manganeso) | • VSS (sólidos suspendidos volátiles) |
| • Alc (alcalinidad) | | |

*Cuando se utilizan residuos, efluentes industriales y/o aguas recicladas.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

La calidad del agua necesaria para el riego por goteo no siempre se puede definir en términos de tamaños de partícula o la concentración de cualquier factor específico, debido a la complejidad de los factores de obstrucción y los cambios que se producen en ellos a medida que se mueven a través del sistema de riego. Todos los cambios, tales como la temperatura del agua, la presión del agua y la velocidad del caudal, tienen una influencia sobre la cristalización de compuestos disueltos en suspensión, su unificación y sedimentación.

La forma más adecuada de definir la calidad requerida de agua de riego se basa en el conocimiento de todos los factores de obstrucción y la determinación de valor de umbral superior permitido para ellos en el agua que llega al sistema de distribución sin temor de obstrucción o daño a éste.

Contaminación del agua

Para el uso con un sistema de riego por goteo, el agua de riego debe ser filtrada para eliminar:

- **Material físico** - limo, arcilla, barro, etc.
- **Productos químicos** - hierro, calcio, manganeso
(éstos a veces se combinan para formar conglomerados), etc.
- **Materia orgánica** - Plancton, etc.
- **Material biológico** - Algas, etc.

Factores de obstrucción comunes en las fuentes de agua

Fuente de agua		Factores de obstrucción (de acuerdo a la prevalencia)		
		Física	Química	Biológica
Suelo	Pozos	Arena	Calcio*, Hierro, Sulfuro, Manganeso	Bacterias férricas y de manganeso, bacterias de azufre
	Emergentes	Arena, limo	Calcio*, Hierro, Sulfuro, Manganeso	Protozoarios, Bryozoa, bacterias férricas y de manganeso, bacterias de azufre
Superficie	Lagos y Reservorios	Arena, limo, algas, zooplancton	Calcio*, Hierro, Sulfuro, Manganeso**	Protozoarios, Bryozoa, bacterias de azufre
	Ríos	Arena, limo, arcilla	Calcio*, Hierro, Manganeso	Protozoarios, Bryozoa
	Canales	Arena, limo, arcilla, algas, zooplancton	Calcio*, Hierro, Manganeso**	Protozoarios, Bryozoa
	Aguas residuales	No acumulativos *** Material orgánico suspendido	Sulfuro	Protozoarios, Bryozoa, limo bacteriano
	Acumulativos ****	Alga, zooplancton, material orgánico suspendido	Sulfuro	Protozoarios, Bryozoa, limo bacteriano

* Dependiendo del pH y la temperatura del agua.

** Hierro y manganeso pueden aparecer cuando el pH del agua es bajo.

***No acumulación efluente que sale de una planta mecánica de tratamiento biológico de aguas residuales.

****Acumulación de efluente después de la transformación en las piscinas o aguas residuales de depósito.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Definición de los requisitos de calidad y tratamiento de agua para el riego por goteo

Parámetro		Concentración			Tratamiento
		Bajo	Medio	Alto	
Sólidos en suspensión (mg/l)		<20	20-60	>60	Filtración*
Arena (mg/l)		<1	1-5	>5	Separación de la arena por Hidrociclón y filtración*
Limo y arcilla (mg/l)		<20	20-60	>60	Filtración*
Calcio conc. (as CaCO ₃) (mg/l)		<50	50-300	>300	Rectificación pH
Hierro (mg/l)		<0,1	0,1-0,5	>0,5	Oxidación del hierro y eliminación
Manganeso (mg/l)		<0,02	0,02-0,3	>0,3	Oxidación y eliminación de manganeso
Sulfuro (mg/l)		<0,01	0,01-0,2	>0,2	Oxidación y purificación
Algas (Chlorophyll A) (mg/l)		<0,3	0,3-0,8	>0,8	Tratamiento en la fuente de agua; Filtración y cloración
Plancton (detalles)	Plancton	<2	2-20	>20	Tratamiento en la fuente y filtración de agua
	Copepod	<5	5-50	>50	Tratamiento en la fuente y filtración de agua
	Rotifer	<50	50-200	>200	Filtración (baja concentración)
	Oxígeno disuelto (mg/l)**	<0,5	0,1-0,5	0,1>	Tratamiento en la fuente de agua; punto de bombeo (añadir, si una mayor concentración)
pH		Rectificación pH al nivel requerido según el cultivo y el suelo			
Fosforo (mg/l)		<1	1-10	>10	El tratamiento en la fuente de agua (nutrientes o aguas residuales)
Bacteria Hetrotropic (flujo bacteriano)		0	Presencia	Colonización	Tratamiento en la fuente de agua; purificación
Bacterias sulfúricas		0	Presencia	Colonización	Eliminación y purificación de Sulfuro
Bacterias de Hierro y Manganeso		0	Presencia	Colonización	Remoción de hierro y manganeso y purificación
Col. Protozoa		0	Presencia	Colonización	Purificación regular
Bryozoa		0	Presencia	Colonización	Purificación y filtración
Caracoles y conchas		0	Presencia	Colonización	Evitar desarrollo
Drenaje BOD (mg/l)		<10	10-50	>50	Tratamiento, filtración y cloración de drenaje.

* En casos extremos, se requiere la sedimentación antes de la filtración.

**A pesar de que eso no lleva directamente a la obstrucción de los goteros, una falta de oxígeno en el agua generalmente indica la presencia de sulfuro. La falta de oxígeno en las aguas residuales indica un bajo nivel de tratamiento de aguas residuales.

Análisis del agua

Una análisis de agua es necesaria con el fin de seleccionar el tipo adecuado de sistema de filtración, para prescribir un programa de mantenimiento adecuado, para seleccionar el tipo de tuberías de goteo y prescribir un plan de Nutrigation™ apropiado (vea el [Análisis del Agua](#) en la página 76).

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Tipos de filtros

Los tipos de filtros más utilizados en los sistemas de riego son:

Filtros de Media (grava o arena) son necesarios para toda fuente de agua superficial y especialmente para las aguas residuales. Se componen de una caja de metal o plástico que incorpora pequeñas piedras de grava o arena, que atrapa la suciedad. Este filtro incluye un sistema de descarga para limpiar y lavar la grava o arena, sacando la suciedad fuera del mismo.



ATENCIÓN

Se recomienda instalar un filtro de malla aguas abajo de éste con el fin de evitar la infiltración al sistema en el caso de un mal funcionamiento.

Filtros de disco se utilizan con los sistemas de aguas superficiales, pozos o fuentes de agua municipales. Estos filtros se componen de una serie de discos de plástico acanalados apilados juntos con un tamaño de malla equivalente de 40 a 400 mesh.

Estos filtros permiten un filtrado profundo en tres dimensiones (por ejemplo, permite el atrapamiento de más partículas conforme el agua pasa a través de las rejillas creadas por las ranuras en las superficies de los discos de filtrado apilados juntos).

Como tienen más superficie que los filtros de malla, los filtros de discos son más adecuados para velocidades de caudales mayores.

Filtros de malla se utilizan principalmente como filtros secundarios en los sistemas de agua de superficie, o como filtros primarios en los sistemas de agua de pozo o de fuentes de aguas municipales.

Un filtro de malla se compone de un cilindro con una red que atrapa la suciedad. Este filtro es diseñado para agua relativamente limpia; su uso es menos común con agua de un depósito o aguas residuales.



ATENCIÓN

En cualquier tipo de filtro, el agua sucia del lavado que vuelve a la fuente de agua debe ser descargada lo más lejos posible del punto de succión. Por ejemplo, agua de río, el punto de descarga debe estar aguas abajo del punto de succión.

Hidrociclón, separador de arena se utiliza en una etapa preliminar de filtración en presencia de arena u otras partículas pesadas (50 micras o más grandes) en la fuente de agua. Se utiliza la fuerza centrífuga para separar las partículas del agua. El material separado cae abajo en un tanque o depósito del que se puede eliminar más tarde. No es un filtro, ya que no hay barrera física para separar las partículas, generalmente se instala usa antes de un filtro para eliminar primero las partículas grandes y pesadas, dejando al filtro a continuación hacer la filtración final.

Este tipo de diseño reduce el tiempo necesario para vaciar y limpiar el filtro principal.

Cada modelo de hidrociclón tiene su rango de caudal de operación específico. Fuera de este rango, es hidrociclón no funcionará



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

correctamente.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Mesh /Micrón

El término relevante para el riego por goteo es el tamaño de los orificios (pasos de agua).

Micrón = 1/1000mm.

Mesh representa el número de orificios o pasos de agua por pulgada lineal (típicamente 40 - 200 mesh), pero ésto no representa el tamaño de cada orificio.

Dado que la industria de la filtración utiliza tradicionalmente el mesh, consulte la tabla siguiente para la conversión **Micrón/Mesh**:

Micrón (tamaño de los orificios)	420	250	177	125	105	100	75
Mesh (número de orificios por pulgada lineal)	40	60	80	120	140	155	200

Consideraciones para la comparación entre los filtros automáticos

Consideración	Componente	Malla	Grava/Arena	Disco
La eficiencia de remoción de diferentes partículas en suspensión y del funcionamiento general	Sólidos en suspensión (general)	●	●●●	●●●
	Eficiencia general del filtro	●	●●●	●●
	Arena (siguiendo hidrociclón)	●●●	●	●●
	Limo y arcilla	●	●●●	●●
	Algas (<40 microns)	●	●●●	●●
	Zooplankton	●●●	●●	●●●
	Hierro y manganeso (después de la oxidación)	●●	●●●	●●
	Limo	●●●	●	●●
Consideraciones técnicas e hidráulicas	Baja capacidad de suministro	●	●●	●●●
	Muy alta capacidad de suministro	●●●	●	●●
	Presión de lavado mínima (bar)	2,2	2,0	1,5
	Cantidad y costo de agua de lavado	●	●●●	●
	Agua en el ciclo de lavado	●	●●●	●●
	Capacidad requerida para el lavado	●●	●●●	●
	Complejidad del sistema	●●	●●	●●
	Resistencia a la corrosión	●●	●	●●●
Consideraciones sobre el funcionamiento y mantenimiento	Requisitos operacionales y de mantenimiento	●	●●●	●
	Frecuencia de fallas operativas	●	●●●	●
	Conocimiento necesario	●●	●●	●●
	Costo de mantenimiento	Revise y compare		
Consideraciones financieras	Costo de sistema	Revise y compare		
	Costo de los accesorios (válvulas de presión, capacidad y retención)	Añadir al costo del sistema		
	Costo de m ³ /h de agua filtrado	Costo total de la oferta em m ³ /h		
	Depreciación de sistema	Añadir al cálculo		

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Requisitos de filtración

El diseño de un sistema de filtración consiste en la selección del tipo de filtro y tamaño de filtro (capacidad) en función de la fuente de agua y las cantidades de material particular, carbonatos y hierro en el suministro de agua y los tipos (si los hay) de nutrientes y/o química de soluciones de valores a inyectar.

El tipo de filtración para ser utilizado se selecciona cuidadosamente en la etapa de planificación de acuerdo con la calidad general del agua de riego, y la presencia de diversas sustancias en ella, con respecto a los requisitos específicos del sistema de riego.



NOTA

Si se requiere un hidrociclón (separador de arena), asegúrese de que su rango de trabajo se adapte a la gama de velocidades de caudal del sistema planificado.

Las especificaciones de calidad de agua y goteros determinarán el tipo de filtración, el nivel (tamaño efectivo de la malla) y la cantidad de filtros. La mayoría de los sistemas de riego por goteo requieren filtración de 130 micrón (120 mesh) o superior (los filtros pueden ser especificados por el tamaño máximo de las partículas que lo atravesarán - en micrón).



NOTA

En general, el orificio más grande del filtro debe ser un décimo del tamaño del paso de agua más pequeño del gotero.



ATENCIÓN

Filtros estándar de aguas de riego no eliminan la sal o sólidos disueltos.



ATENCIÓN

Siempre instale un filtro cuando se configura un sistema de riego por goteo. Incluso si se usa agua potable, aún se requiere un filtro de malla básico.

Un sistema de riego por goteo bien planeado incluye 2 etapas de filtración:

Filtración principal (primaria)

- Responsable de filtrar partículas relativamente grandes cerca de la fuente de agua.
- Compuesto por un filtro de grava (arena) o un filtro de disco.
- Un hidrociclón como separador de arena debe colocarse antes del filtro principal en los casos en que arena u otras partículas pesadas (50 micrón o más grandes) estén presentes en la fuente de agua.

Filtración secundaria

- Responsable de filtrar partículas relativamente pequeñas restantes después de la etapa de filtración primaria.
- Dos tipos de filtros se pueden utilizar para la filtración secundaria:

- **Filtro de malla**
- **Filtro de disco**

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Tuberías de distribución principales, sub-principales, y accesorios

Tuberías de distribución principales, sub-principales

Las tuberías conducen agua a través de todo el sistema de riego, desde la bomba a través de los filtros, las válvulas, y hasta los goteros.



ATENCIÓN

Todas las tuberías y accesorios deben ser del tamaño adecuado para resistir las presiones máximas de operación y transporte de agua sin pérdida o ganancia de presión excesiva.

Tubería de PVC se puede utilizar en todo el sistema o combinado con tuberías de acero en la estación de bombeo. PVC, polietileno (PE) o tubos flexibles (PolyNet™/FlatNet™) se utilizan para la sub-red y las tuberías de distribución.



ATENCIÓN

Asegúrese de considerar la expansión y contracción que se produce principalmente cuando éstas estén instaladas sobre la superficie (cada tipo de tubería se ve afectado en un grado diferente).



ATENCIÓN

Las tuberías están conectadas entre sí con accesorios de soldadura, pegamento o de fricción, de acuerdo con el tipo de tuberías en uso, y se anclan a la infraestructura de apoyo de ellas. Asegúrese de que todas las tuberías están debidamente aseguradas y ancladas.



NOTA

En un sistema de riego por goteo subterráneo (SDI), la tubería es más difícil de acceder y de reparar. Asegurarse de que todos los accesorios estén correctamente instalados, así se ahorrará problemas de reparación importantes más adelante.

En el diseño de riego, el tamaño de las tuberías se especifica en base económica de pérdida de fricción, consideraciones de golpe de ariete y requerimientos de lavado. A medida que aumenta el tamaño del tubo, disminuye la pérdida de fricción (costo de bombeo reducido), pero aumenta los costos iniciales.



NOTA

En la mayoría de los casos, el tubo de distribución está instalado debajo de la elevación de las tuberías de goteo para que los sólidos tiendan a acumularse en ella, en lugar de en las tuberías de goteo.

Formas de campo irregulares son comunes debido a los limitantes de la topografía y de la propiedad. En la fase de planificación, se toma en cuenta el tamaño correcto de las líneas sub-principales y de distribución donde la forma del campo varía. Las líneas sub-principales y de distribución para campos de forma irregular son diseñadas con base en las tasas actuales de caudal de las tuberías de goteo y no en una tasa de caudal "normal" del sistema.



NOTA

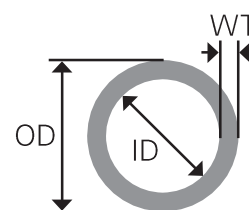
El sistema de tuberías debe ser diseñado no solo para permitir el caudal necesario para el riego normal, sino también para permitir el caudal suficiente para las velocidades adecuadas de lavado en el sistema (mínimo recomendado: 0,3 metros/seg.; 1 pie/seg.). Para obtener instrucciones, consulte [Lavando las líneas principal, sub-principal y de distribución](#), en la página 71).

Los objetivos de diseño para el lavado pueden dar lugar a diferentes diámetros de tubo que se seleccionan de aquellos seleccionados en el proceso de diseño para un funcionamiento normal. Esto es debido a que la velocidad del caudal de lavado necesario para alcanzar una velocidad de descarga deseada en cualquier sección de un tubo principal, sub-principal o de distribución puede ser diferente de la tasa de caudal de diseño para la operación regular.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Estructura de la sección transversal de un tubo

- El diámetro exterior (OD) de la tubería es la distancia entre las paredes exteriores de la tubería, medida perpendicularmente al eje de la tubería.
- El diámetro interior (ID) de la tubería es la distancia entre las paredes internas de la tubería, medida perpendicularmente al eje de la tubería.
- Espesor de Pared (WT)



$$\text{Diámetro interior de la Tubería} = \text{ID} = \text{OD} - (2 * \text{WT})$$

$$\text{Espesor de la pared de la Tubería} = \text{WT} = \frac{\text{OD} - \text{ID}}{2}$$

2

2



NOTA

El diámetro o cálculos de tubería relevante en relación con el caudal y la velocidad en un tubo es el Diámetro Interior (ID).



EJEMPLO

Una selección de tubos de polietileno (PE) que demuestra la relación del diámetro interior (ID) de la tubería con el diámetro exterior (OD):

Diámetro del tubo / clase*	Diámetro exterior (OD) (mm)	Espesor de la pared (WT) (mm)	Diámetro Interior (ID) (mm)
63/12	63	4,70	53,60
75/12	75	5,60	63,80
90/12	90	6,70	96,60
110/12	110	8,10	93,80
125/12	125	9,20	106,60
140/12	140	10,30	119,40
160/12	160	11,80	136,40
200/12	200	14,70	170,60
225/12	225	16,60	191,80
250/12	250	18,40	213,20

* Según la norma internacional ISO 4427/07.

Para obtener más información, consulte Polietileno Rígido y Tuberías Flexibles - Catálogo de Productos en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

Accesorios

Una amplia variedad de accesorios están disponibles para adaptarse a cualquier sistema de riego por goteo y todo tipo de tuberías usado.

La selección de los accesorios es un tema de planificación definido por la lista de materiales del proyecto (lista de materiales).

Para más información, vea Conexiones y Accesorios - Catálogo de Productos en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Medidores de agua y medidores de presión

¡Asegúrese de que su sistema tiene un medidor de agua y manómetros en buenas condiciones! Aunque simple, estos indicadores son a menudo pasados por alto o no se mantienen. Estos dispositivos son esenciales para el funcionamiento adecuado del sistema. El conocimiento caudal del sistema ayuda a detectar fugas o obstrucciones, y debe ser conocida para determinar la tasa de aplicación a efectos de programación del riego. La presión del sistema también ayuda a detectar las fugas o las obstrucciones, y es esencial para el manejo de filtros, inyectores químicos y todo el sistema dentro de su alcance de operación.

Medidores de agua

Los medidores de agua proporcionan información sobre la aplicación de agua que es esencial para la programación del riego, y para el seguimiento de la obstrucción de los goteros. Medidores de hélice son el tipo más común en las aplicaciones agrícolas.



NOTA

Todos los tipos de medidores de agua requieren un mantenimiento regular. Siga las recomendaciones del fabricante para obtener el mantenimiento requerido.

Un medidor de agua instalado en la cabecera de un sistema de riego por goteo o pequeños medidores de agua colocados a la cabeza de la tubería de goteo seleccionada pueden ayudar en la detección de obstrucciones de goteros.

Un único y gran medidor de agua en la cabecera del sistema de riego por goteo controla el caudal de todo el sistema. La mayoría de los medidores de agua incorpora un registro totalizador que registra el caudal total (m^3 , galones) que pasa a través del medidor. Algunos medidores también tienen un indicador de velocidad de caudal instantáneo (medido en m^3/h , GPM).

Asegúrese de que en la tubería en la que está instalado el medidor de agua esté fluyendo completa (el agua que fluye llena toda la sección transversal de la tubería sin bolsas de aire) y que no hay una turbulencia excesiva en la tubería. Un medidor de agua instalado cerca de una válvula, codo o de una T puede no proporcionar información precisa. Si el medidor tiene un indicador instantáneo (por ejemplo m^3/h , GPM), una fluctuación excesiva de la aguja del indicador es un signo de excesiva turbulencia en el medidor.

Para detectar obstrucciones o fugas en el sistema de riego, compruebe el caudal en el sistema semanalmente (vea la Lista de verificación "[Preparación y uso de condiciones hidráulicas](#)" en la página 74). Una disminución en el caudal a través del tiempo puede indicar la obstrucciones del sistema. Antes de comprobar el caudal, compruebe que la presión en el sistema es como estaba previsto.

Para obtener los datos exactos y útiles sobre el sistema de riego, la presión de funcionamiento del sistema debe ser de acuerdo al diseño, cada vez que compruebe el caudal del sistema. Si se permite que la presión de funcionamiento varíe, los caudales medidos serán válidos, pero no serán útiles en comparación con el propósito de detección de la obstrucción.

El uso de pequeños medidores de agua (diámetro 1/2" o 3/4") para controlar el caudal de la tubería de goteo individual (Laterales) proporciona una mayor sensibilidad a la obstrucción comparando con un único y gran medidor de agua en la cabecera del sistema. Especialmente recomendado en grandes proyectos - más de 100 hectáreas (250 acres).



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

La mayoría de los pequeños medidores de agua tiene solo un registro totalizador, por lo que tendrá que hacer un seguimiento del tiempo de funcionamiento del sistema entre las lecturas de los medidores de agua (si está instalado, un controlador puede hacer esto en forma automática (vea [Controlador](#), página 41). Al igual que con el medidor grande de agua, para que los datos adquiridos tengan validez, la presión de servicio debe permanecer constante en el tiempo.

Manómetros

Los manómetros son componentes esenciales de un sistema de riego por goteo. Proporcionando información vital sobre el sistema de riego, ellos ayudan en la detección de fugas y obstrucciones y en el manejo de filtros, inyectoros de químicos y en mantener el sistema en su alcance de operación.

Para adquirir datos lo más preciso posible, utilice un manómetro con una escala que represente los rangos de presión del sistema. La presión diseñada en el sistema debe ser más o menos en el punto medio de la escala del medidor.



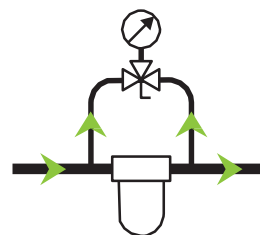
Pérdida de carga a través de un filtro

Para evitar inexactitudes en la lectura de la pérdida de presión a través de un filtro, utilice un solo manómetro conectado a una válvula selectora de tres vías, como se muestra.



ATENCIÓN

La lectura de la pérdida de presión a través de un filtro con dos medidores de presión diferentes instalados en la entrada y en la salida del filtro podría resultar en lectura inexacta debido a la diferencia de calibración entre los dos manómetros.



Es importante medir la presión en una variedad de puntos claves a lo largo del sistema de riego: en el cabezal del sistema, en el cabezal de cada zona de riego y en la entrada y al final de la tubería de goteo seleccionada en el campo.



CONSEJO

Netafim™ ofrece una variedad de adaptadores de boquilla que se conectan a los puntos claves en el sistema, lo que permite el uso de un solo manómetro equipado con una aguja de inserción..

Adaptadores del inyector del Manómetro

Con conector de dentado para su uso con tubos de PE (es decir, líneas de goteo).



Conector de rosca para su uso con tubos de PVC.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Válvulas

En un sistema de riego, el caudal y la presión en todo el sistema deben ser controladas con precisión para garantizar la aplicación eficaz y oportuna de agua, por lo que es fundamental la selección y colocación de válvulas adecuadas.

Las válvulas desempeñan un papel clave en el control de la presión, el caudal y la distribución en distintas condiciones para optimizar el rendimiento, facilitar la gestión y reducir los requisitos de mantenimiento.



ATENCIÓN

Tamaños de válvulas, la presión máxima de trabajo y los materiales de la válvula deben ser seleccionados adecuadamente para satisfacer las demandas del sistema. Válvulas sobredimensionadas no se podrán abrir o cerrar adecuadamente, mientras que las válvulas de tamaño insuficiente pueden restringir el caudal y causar una pérdida de presión excesiva.

Válvulas utilizadas en un sistema de riego por goteo son:

Válvula de control manual

4 tipos comunes de válvulas de control manual se utilizan en sistemas de riego por goteo:

Válvula de bola

La válvula de bola es una válvula de cuarto de vuelta. En una válvula de bola, el mecanismo de cierre es una esfera (bola) con un paso de agua a través del medio, conectado a una palanca en línea la que muestra la posición de la válvula. Girando la palanca gira la bola de modo que cuando el paso de agua está en línea con la tubería, pasará el flujo, y cuando está perpendicular a la tubería, el flujo es bloqueado. La válvula está diseñada para ser totalmente abierta o cerrada y no es adecuada para regular el caudal.



Válvula mariposa

La válvula mariposa es una válvula de cuarto de vuelta. El funcionamiento es similar a la de una válvula de bola. El mecanismo de cierre adopta la forma de un disco situado en el centro de la tubería. Una varilla conectada a la palanca pasa por el centro del disco. La rotación de la palanca gira el disco, sea paralelo o perpendicular al flujo. A diferencia de una válvula de bola, el disco está siempre presente en el flujo, por lo tanto una pequeña caída de presión siempre es inducida en el flujo independientemente de la posición de la válvula. La válvula está diseñada para ser totalmente abierta o cerrada y no es adecuada para regular el caudal.



Válvula de compuerta

La válvula de compuerta se abre mediante el levantamiento de una puerta (cuña) fuera de la trayectoria del flujo. Cuando la válvula de compuerta está completamente abierta, no hay ninguna obstrucción en la trayectoria del flujo, lo que resulta en una pérdida de fricción muy baja. La válvula es diseñada para ser totalmente abierta o cerrada y no es adecuada para regular el caudal.



Válvula globo

Una válvula globo es el único tipo de válvula manual recomendado para regular el caudal con pérdida mínima de fricción. Se trata de una conexión de disco móvil en línea con un anillo fijo situado en la corriente. Operado por la acción del tornillo de un volante.



Válvula de retención

La función de la válvula de retención es impedir el flujo de agua en dirección opuesta a la deseada. Cumple varias funciones:

- Instalado a la salida de una bomba que bombea el agua a un campo a una mayor altura - protege la bomba contra la ola de golpe de agua.
- Instalado en la salida de un filtro, que conduce agua a un campo a mayor altura - evita que el agua fluya en sentido inverso a través de componentes principales del cabezal.
- Instalado en aguas arriba de una unidad de dosificación - impide la infiltración de fertilizantes y productos químicos a la fuente de agua.
- Instalado en la tubería de entrada de una bomba, como válvula de pie, permite el cebado de la tubería de entrada.

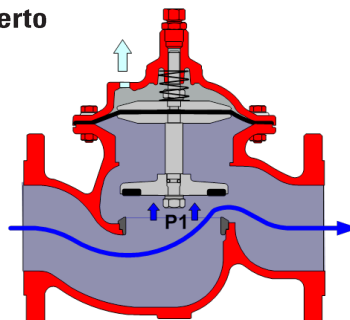


VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

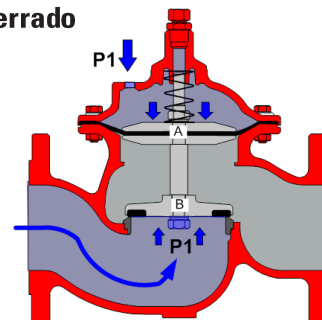
Válvulas de control accionadas por diafragma y operadas hidráulicamente

Sirven para diferentes propósitos de acuerdo con el diseño de circuito de control de la válvula.

Abierto



Cerrado



Válvula de control hidráulico

Se abre y se cierra en respuesta a un comando local o remoto.

Válvula reductora de presión (PRV)

Mantiene constante la presión aguas abajo (menor que la presión de aguas arriba) independientemente de las fluctuaciones de la demanda, y se abre por completo en la caída de presión de línea.

Para el funcionamiento óptimo de la relación de presión a través de una PRV, esa no debe ser superior de 1:4.

Válvula sostenedora / Alivio de presión

Puede cumplir con una de las siguientes funciones:

- Cuando se instala en línea, sostiene presión aguas arriba, sin importar el caudal fluctuante o fluctuación de presión aguas abajo.
- Cuando se instala como una válvula de alivio, liberará el exceso de presión inmediatamente.

Válvula reductora y sostenedora de presión

Cumple dos funciones independientes a la vez:

Sostiene mínima presión prefijada aguas arriba, independientemente de las fluctuaciones de caudal o variaciones de presión aguas abajo, y evita que la presión aguas abajo supere el máximo prefijado, independientemente del caudal fluctuante o excesiva presión de aguas arriba.

Válvula de alivio

Alivia la presión excesiva de la línea cuando se eleva por encima del máximo preestablecido. Responde a un aumento en la presión del sistema de inmediato, con precisión y todas las veces necesaria, abriéndose totalmente.

Válvula de control de la bomba

Una doble cámara, válvula de retención activa que se abre o se cierra completamente en respuesta a señales eléctricas.

Aísla la bomba del sistema durante el arranque y la parada de la bomba para evitar sobrecargas de la tubería.

Válvula de anticipación de ondas

Válvula conectada en paralelo a la línea. Se activa en respuesta a la caída de presión asociada con una parada abrupta de la bomba. La válvula pre-abierta disipa la onda de alta presión de retorno para eliminar el aumento de presión consecuente. La válvula también funciona como válvula de alivio de presión excesiva en el sistema.

Válvulas de aire

Válvula de aire combinada

Evacua/introduce gran volumen de aire durante el llenado de la tubería y el drenaje de la red y permite una liberación eficaz de bolsas de aire de las tuberías durante el tiempo de riego.



Válvula de aire cinética

Evacua/introduce gran volumen de aire durante el llenado de la tubería y el drenaje de la red.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Unidad de dosificación

Una unidad de dosificación sirve Nutrigation™ y Chemigation:

Nutrigation™

La manera más eficaz para aumentar el rendimiento y la calidad de un cultivo es por la nutrición de la planta de acuerdo con sus necesidades; necesidades en constante cambio. Esto significa suplir la cantidad exacta de agua y nutrientes en el momento adecuado. Nutrigation™ se refiere a la inyección de nutrientes para la planta.

Nutrigation™ se compone de tres etapas:

- Disolución de fertilizantes solubles (si es necesario).
- La inyección de nutrientes de acuerdo con las proporciones de dosificación deseada.
- La dosificación de la cantidad exacta de nutrientes a la zona radicular de la planta.

Chemigation

Chemigation se refiere a la inyección de productos químicos para prevenir o reducir la obstrucción de los goteros (adición de cloro, peróxido de hidrógeno, ácido u otros), y/o la inyección de productos químicos para los requisitos de los cultivos y del suelo (herbicidas, pesticidas y otros).

Debido a que los pasos de agua dentro de los goteros son relativamente pequeños, ellos pueden obstruirse; por lo tanto, junto con la filtración, la capacidad para inyectar productos químicos para el control de la obstrucción de los goteros, es una característica importante.

Beneficios de Nutrigation™ y/o Chemigation:

- Aplicación uniforme y oportuna de los nutrientes y productos químicos
- Reducción de la compactación del suelo debido al tráfico de maquinarias reducido en los campos
- Reducción de los requerimientos de mano de obra, reducción de la exposición a sustancias químicas.
- Reducción de la contaminación del medio ambiente.

El diseño de un sistema de inyección química implica la selección del tipo de inyector y de su capacidad. Si el sistema de inyección será utilizado para Nutrigation™, la unidad de inyección deberá ser dimensionada para este uso ya que las tasas de inyección de nutrientes son generalmente mucho más altas que las tasas de inyección de productos químicos tales como cloro líquido o ácido.

Cualquiera de los componentes que entran en contacto con los nutrientes, cloro, o ácido deben ser resistentes a la corrosión. Algunos países requieren tipos específicos de inyectores para agroquímicos. Siga siempre las leyes locales y los requisitos de los productos químicos definidos por el fabricante.

Los nutrientes y los productos químicos pueden ser inyectados en sistemas de goteo a presión a través de una variedad de métodos:

Netafim™ ofrece una gama completa de sistemas para garantizar la dosificación precisa de nutrientes para todo cultivo, parcela y aplicación.

Términos pertinentes:

- **Canal de dosificación individual** - para la inyección de un solo tipo de solución química, al mismo tiempo.
- **Múltiples canales de dosificación** - para la inyección de varias soluciones químicas al mismo tiempo o de una única solución a cantidades mayores.
- **Nutrigation™ Cuantitativa** - la cantidad de fertilizantes a ser aplicada en un riego determinado, se inyecta en una sola vez sin relación con el caudal horario del sistema.
- **Nutrigation™ proporcional** - los fertilizantes se inyectan en una relación constante respecto al caudal del agua de riego.
- **Nutrigation™ basado en el control del pH y CE** - Nutrigation™ se ajusta constantemente a fin de mantener un nivel de la CE y pH constante de acuerdo a las necesidades de la planta.
Puede realizarse con un controlador (Netaflex™, NetaJet™ o FertiKit™) en el sistema de dosificación y de sensores de CE y pH en la unidad de dosificación.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

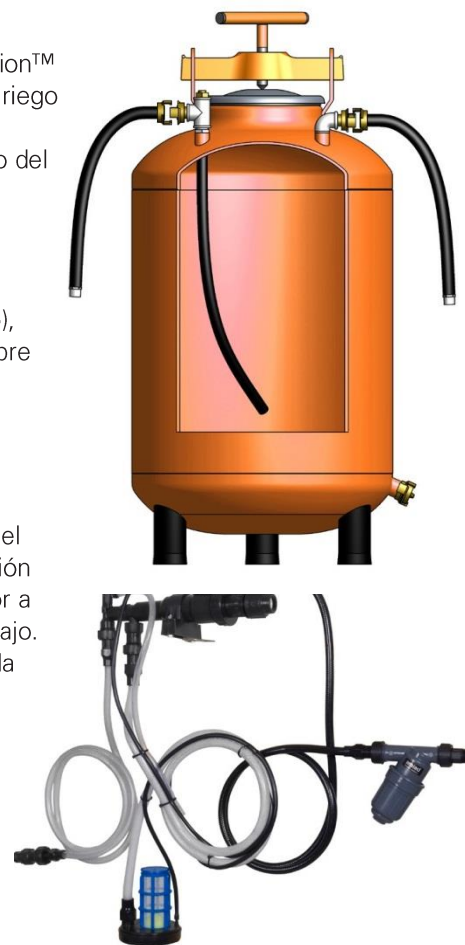
Tanque de fertilizantes

Un tanque de fertilizantes mezcla el agua con el fertilizante para una Nutrigation™ cuantitativa. Es operado por la presión hidráulica diferencial en el sistema de riego y no necesita una fuente de energía externa (sujeto a un exceso de presión disponible en el sistema). Se coloca la cantidad deseada de fertilizante dentro del tanque y se inyecta en el sistema de riego.

Puede ser conectado con el sistema de riego de dos maneras:

- **En línea** - instalado directamente sobre la línea principal (Típico de sistemas de muy bajo caudal).
- **Derivación** - instalado como una derivación de la línea principal (en paralelo), una válvula de reducción de presión manual o hidráulica (PRV), instalada sobre la línea principal, produce la diferencia de presión requerida para operar el tanque de fertilizante (típico de sistemas de alto caudal).

Tanques de fertilizantes son fáciles de usar y mantener.



Inyector de motor de pistón hidráulico

Su motor de pistón hidráulico lineal es accionado por la presión hidráulica en el sistema de riego, y no requiere ninguna otra fuente de energía para la inyección de fertilizante en la línea de irrigación a presión. El agua penetra en el inyector a través de la entrada de aguas arriba e inyecta a la línea en un punto aguas abajo. El fertilizante es inyectado al doble de la presión de la línea de riego, generada por el propio motor de pistón hidráulico.

El fertilizante líquido penetra en el inyector a través del puerto de succión conectado al tanque de fertilizantes y se inyecta a través de la salida de inyección, aguas abajo, en la línea de riego.

El consumo de agua del motor hidráulico es 3 veces la cantidad del producto químico inyectado y puede producir un caudal de inyección de hasta 320 litros/hora (1,4 GPM), dependiendo de la presión de entrada y del modelo de la bomba.

Puede ser operado manualmente o automáticamente mediante un controlador de riego.

Inyector Netafim™ Venturi - hasta 2"

Un inyector Venturi utiliza el exceso de presión en el sistema de riego para crear una zona de baja presión, o vacío, en el paso interior del inyector. Este vacío inyecta de manera eficiente los productos químicos en la línea de agua a presión, lo que elimina la necesidad de una bomba de inyección de productos químicos por separado.

Los inyectores Venturi son el método más rentable de la inyección de productos químicos en un sistema de riego presurizado, populares debido a su simplicidad, fiabilidad y bajo costo, y debido a que no requieren una fuente de alimentación externa.

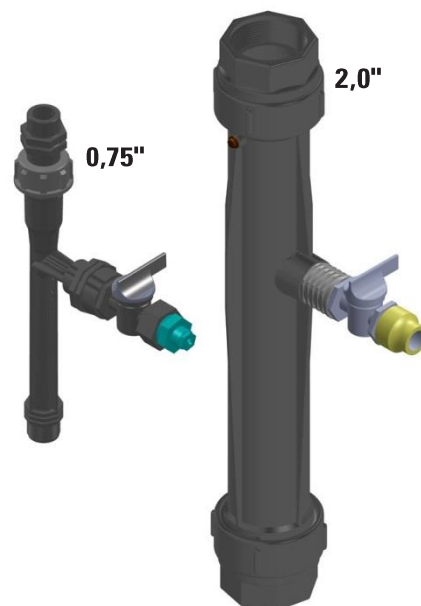
Puede ser conectado con el sistema de riego de dos maneras:

- **En línea** - instalado directamente en la línea principal (Típico de sistemas de muy bajo caudal).
- **Derivación** (en paralelo) - instalado como una derivación de la línea principal, una válvula de reducción de presión manual o hidráulica (PRV), instalado en la línea principal, produce la diferencia de presión requerida para operar el inyector Venturi (típico de sistemas de alto caudal). Los inyectores Venturi no incluyen partes móviles y requieren poco mantenimiento.

Proporcionan una velocidad de inyección extremadamente uniforme de principio a fin en los caudales nominales del sistema.

Capacidad de inyección: 30 - 1200 l/h (8-320 GPH), dependiendo del tamaño del inyector y la presión diferencial posible.

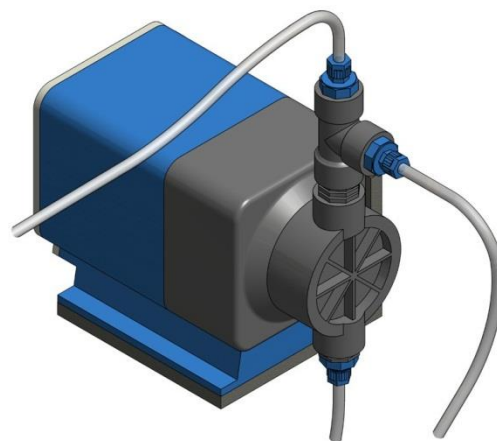
Puede ser operado manual o automáticamente mediante un controlador de riego.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Bomba dosificadora eléctrica

Previsto para caudales hasta 25 l/h (6,6 GPH), la bomba eléctrica se utiliza generalmente para la inyección de productos químicos y ácidos para el mantenimiento del sistema. Presión máxima: 10 bar (145 PSI).



inyector hidráulico de fertilizante (proporcional)

Aplica fertilizantes y productos químicos proporcionalmente al flujo de agua a través de un sistema de riego en las cantidades lentas y constantes.

Utilizado en campos abiertos, huertos y jardines para inyectar una solución en una línea de agua a una velocidad de inyección constante en diferentes tipos de presión y caudal.

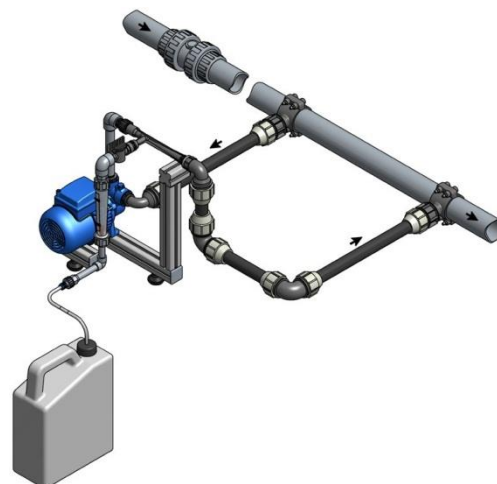
Este proceso, la inyección de soluciones, utilizando solo la fuerza del agua, es preciso y simple.

- Activada por el agua. Sin conexiones eléctricas.
- Pistón accionado por el flujo del agua
- La solución se inyecta en proporción al caudal para obtener la mezcla precisa.
- La solución se inyecta constantemente a medida que el agua fluye a través de la unidad
- La relación de solución y agua de riego se mantiene constante



Un solo canal Mini FertiKit

Inyector Venturi reforzado. Este método se utiliza cuando el diferencial de presión en la línea principal no es suficiente para activar una unidad básica de dosificación Venturi. La bomba de refuerzo crea una presión adicional para activar el Venturi, previniendo la pérdida de carga para el sistema. Se suministra con el tamaño seleccionado de Venturi (hasta 3/4"). Una válvula de retención debe instalarse aguas arriba de la derivación. Puede ser operado manualmente o automáticamente mediante un controlador de riego.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

FertiKit3G™

El FertiKit3G™ es un sistema de dosificación muy versátil y preciso, adecuado para una gama de caudales del sistema de riego. Cubre todas las aplicaciones que van desde campos abiertos a la horticultura intensiva.

Requiriendo una inversión mínima, el FertiKit3G™, es un sistema modular homologado por Comunidad Europea, es el sistema de dosificación más rentable de la industria, tanto si se utilizan para aplicaciones de pequeña o gran escala.

- **Flexible:** funciona con una amplia gama de dosificación de caudal por canal de hasta 6 unidades de 50 a 1000 l/h.
- **Escalable:** para los sistemas de 5 m³/h de capacidad hasta 700 m³/h y presiones de hasta 8,0 bar.
- **Económico:** se requiere una inversión mínima con un rápido retorno de la inversión.
- **Modular:** disponible en cuatro modelos, incluyendo dos que no requieren una bomba de refuerzo.



NetaFlex3G™

El NetaFlex3G™ es un sistema fiable y de última generación, un sistema de dosificación de tanque abierto para garantizar la dosificación de nutrientes muy precisa e incluso para los cultivos de invernadero. Un sistema modular homologado por la Comunidad Europea, el NetaFlex™ se integra fácilmente con múltiples sistemas de monitoreo y control Netafim™ y de terceros, mientras inyecta una cantidad uniforme o proporcional de nutriente :

- **Productivo:** emplea un control preciso de CE y pH para ayudar en la inyección de un producto de alta calidad con rendimientos sobresalientes
- **Uniforme:** inyecta una cantidad uniforme o proporcional de los nutrientes en una solución homogénea gracias a un diseño abierto de tanque de mezcla.
- **Flexible:** funciona con una amplia gama de dosificación de caudales de canal de hasta 6 unidades de 50 a 600 l/h.
- **Escalable:** tasas de flujo del sistema desde 5 m³/h hasta 60 m³/h de capacidad.
- **Enfocado:** hecho para aplicaciones en invernaderos.



NetaJet3G™

El NetaJet3G™ es un sistema dosificación uniforme utilizando una cámara de mezcla de última generación.

Proporciona el máximo nivel de precisión en la dosificación y la uniformidad de los cultivos de invernadero y en campo abierto.

Un sistema de dosificación modular homologado por la Comunidad Europea, el NetaJet3G™ se integra fácilmente con múltiples sistemas de monitoreo y control Netafim™ y de terceros.

- **Productivo:** emplea un control preciso de CE y pH para inyectar constantemente productos de alta calidad con rendimientos sobresalientes.
- **Uniforme:** ofrece una cantidad/proporción constante de nutrientes gracias a una cámara de mezcla innovadora, manteniendo perfecto el control del pH y CE.
- **Flexible:** funciona con una amplia gama de dosificación de caudales de canal de hasta 5 unidades de canales de dosificación de 1000 l/h.
- **Rentable:** el uso de una sola bomba para la mezcla y la inyección de nutrientes, el NetaJet3G está diseñado para dosificar con precisión con bajos niveles de consumo de energía.
- **Escalable:** escalas de 5m³/h hasta 400 m³/h de capacidad y presiones de hasta 6,5 bar.
- **Versátil:** adecuado para aplicaciones que van desde invernaderos a malasombras.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Seleccione la unidad de dosificación adecuada:

No de canales de dosificación		Unidad de dosificación		Recurso energético		Recomendada para:	

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

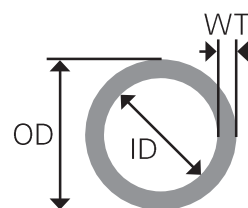
Tuberías de goteo (laterales)

Las tuberías de goteo son el corazón de un sistema de riego por goteo. En cualquier sistema de riego, el proceso de diseño comienza en la planta y continúa en el diseño de la tubería de goteo. Es importante saber qué tener en cuenta durante el diseño de la tubería de goteo: la selección de la tubería de goteo, espesor de la pared, caudal del gotero, espaciamiento entre goteros, espacio entre la tubería de goteo y la especificación de la profundidad de inyección de tuberías bajo la superficie (en SDI).

Términos básicos en relación con la tubería de goteo:

Estructura de la sección transversal de una tubería

- El diámetro exterior (OD) de la tubería es la distancia entre las paredes exteriores de la tubería, medida perpendicularmente al eje de la tubería.
- El diámetro interior (ID) de la tubería es la distancia entre las paredes internas de la tubería, medida perpendicularmente al eje de la tubería.
- Espesor de Pared (WT)



$$\text{Diámetro interior del tubo} = ID = OD - (2 * WT) \quad \text{Espesor de la pared del tubo} = WT = \frac{OD - ID}{2}$$

$$\text{El área de la sección transversal de la tubería en el interior} = A = \frac{\pi ID^2}{4} = \pi r^2$$

- $\pi = 3.1416$
- $r = ID/2$

Uniformidad y eficiencia

Uniformidad ahorra agua y fertilizantes y mejora el rendimiento, lo que resulta en un rápido retorno de la inversión.

Eficiencia ahorra recursos y preserva el medio ambiente mientras sirve de manera óptima las necesidades del cultivo.



ATENCIÓN

Los bajos costos de inicio pueden resultar en altos costos anuales de operación. Al diseñar un sistema de riego por goteo, es importante tener en cuenta la uniformidad y eficiencia del mismo con el fin de mantener bajos costos totales.



NOTA

Según los estándares internacionales, variación de 10% del caudal se considera riego uniforme.

Para obtener más detalles y [cálculos de la uniformidad y eficiencia](#), consulte la página 49.

Goteros

Un sistema típico de riego por goteo incluye miles de goteros. Cada gotero debe ser duradero, resistente a la obstrucción y emitir la misma cantidad de agua. Amplios pasos de agua garantizan un funcionamiento sin problemas a largo plazo.

El caudal y el espaciamiento de los goteros es importante para determinar el patrón de riego y para la prevención de la escorrentía o percolación profunda.

Un sistema de riego por goteo adecuadamente operado y mantenido proporciona agua y nutrientes a la zona radicular del cultivo sin escorrentía o percolación profunda.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Hay dos tipos de goteros integrales disponibles:

Goteros sin presión compensada

Goteros sin presión compensada (sin PC) proporcionan un caudal que se basa en la presión de trabajo.

- El caudal del gotero, diámetro de la tubería y el espaciamiento del gotero determinan las pérdidas de carga de presión en el flujo de agua dentro de la tubería de goteo.
- Las diferencias en las alturas topográficas afectan también al sistema. Estos factores producen pequeñas diferencias en los caudales de los goteros en la misma línea.

Gotero sin PC



Goteros con Presión Compensada (PC)

Mientras la presión de trabajo se mantiene dentro del rango de presión permitido, goteros con PC proporcionan riego uniforme manteniendo un caudal constante independientemente de la presión de trabajo.

Gotero con PC



El diafragma se activa por la presión diferencial continua creada por el laberinto del gotero, manteniendo así un caudal constante del gotero dentro de un amplio rango de presión de trabajo.

Gracias a la membrana de flotación libre, la acción del gotero es precisa, inmediata, sensible, continuamente auto ajustable y constantemente auto lavable. Las partículas que causan obstrucción, atraviesan los amplios pasos de agua, o aumentan la diferencia de presión (este cambio de diferencial de presión produce un aumento momentáneo del tamaño del orificio de salida, permitiendo la salida de la suciedad). El movimiento del diafragma mantiene la presión diferencial constante dentro del paso de agua, lo que resulta en un caudal uniforme dentro de amplio rango de presión.

Además, los goteros PC Netafim™ tienen el beneficio adicional de la función de auto lavable constante exclusiva, que ayuda en la prevención de la obstrucción.



NOTA

Goteros PC suplen el mismo caudal independientemente del largo de los laterales, siempre y cuando los goteros operen dentro de su rangod de trabajo según lo determinado por el fabricante).

Goteros PC para aplicaciones particulares:

Goteros Anti-Sifón (AS)

El mecanismo anti-sifón (AS) evita la succión de la suciedad en la tubería de goteo, que proporciona protección crítica contra la obstrucción del gotero. Ideal para riego por goteo subterráneo (SDI).

Los sistemas de riego por lo general no funcionan durante tiempo de lluvias. La lluvia a menudo causa la saturación del suelo. En estos casos, cuando el sistema no está presurizado, éste actúa como un sistema de drenaje pudiendo contaminarse con partículas que penetran desde fuera del sistema.

Para superar este problema, el mecanismo anti-sifón sella el gotero cuando el sistema no está presurizado, impidiendo así que los contaminantes entren en el sistema a través del gotero.

Goteros Anti-drenantes (CNL)

La característica CNL impide el drenaje del sistema entre ciclos de riegos, cuando el sistema no está totalmente presurizado. Eso asegura la distribución uniforme de nutrientes y agua durante el riego por pulsos.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

La determinación del tipo de gotero a utilizar

El tipo de gotero a utilizar debe seleccionarse de acuerdo a las necesidades y características del proyecto. Aunque el productor debe decidir qué tipo de goteros utilizar para un cultivo específico, las siguientes recomendaciones deben ser consideradas:

Se recomienda el uso de goteros con PC cuando:

- La pendiente del terreno es superior al 2%.
- Existen variaciones topográficas a lo largo de la tubería de goteo.
- En el caso de tuberías largas de goteo.
- El cultivo es muy sensible al riego excesivo o insuficiente.
- En los huertos, donde la mala uniformidad del riego podría causar la desigualdad en el crecimiento de las plantas individuales perennes (cuanto más largo el periodo la vida de la planta, mayor podrá ser la disparidad entre las plantas individuales).
- Se requiere que la distribución del agua sea perfecta y con uniformidad.



NOTA

Para los sistemas de goteo subterráneos siempre se preferirán los goteros anti-sifón (AS).

Goteros en línea

Netafim™ ofrece una completa línea de goteros en línea con todas las características y beneficios de sus goteros integrales. Designado principalmente para aplicaciones en invernaderos, viveros y árboles frutales. Los goteros en línea con compensación de presión (PC y PCJ) de Netafim garantizan la distribución precisa, eficaz y uniforme del caudal en toda la zona de cultivo y gran resistencia a los productos químicos y nutrientes comunes.

Montaje de "araña".

Netafim™ ofrece a los productores una gama de micro tubos, colectores y/o productos finales, que, cuando se conectan a los goteros en línea, pueden ser usados para dirigir el flujo del agua a un punto específico o para el riego de una variedad de puntos.

Para obtener más detalles acerca de los productos de montaje de Netafim, consulte el Catálogo de Accesorios Netafim™, en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

Selección de goteros y diseño del montaje.

Como todo sistema de riego, el proceso de diseño comienza en la planta y trabaja "aguas arriba".

Hidráulicamente, esto significa que la primera parte del proceso de diseño de un sistema de riego es el diseño de la tubería de goteo que consiste en la selección de la tubería de goteo y el espaciamiento entre las tuberías de goteo en el campo.

La selección de la tubería de goteo implica la consideración de espacios, diámetro de la tubería y el espesor de la pared, y los caudales de goteo.

También se debe tener en cuenta las conexiones entre las tuberías de goteo a los colectores de suministro y de descarga.

El espaciamiento entre goteros depende de las características del suelo y el caudal del gotero. En general, los suelos de textura más gruesa (arena) requerirán espaciamiento más corto entre goteros que los suelos que tienen una textura fina (arcillosa), porque los suelos gruesos permiten menos movimiento de agua lateral.



NOTA

Las tuberías de goteo deben ser seleccionadas no solo para permitir el caudal necesario para el riego normal, sino también para permitir el caudal suficiente para las velocidades de lavado adecuadas en el sistema (Vea [Lavado de las tuberías de goteo](#), página 73).

La longitud de la tubería de goteo es determinada por la longitud del campo y el diseño, la presión

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

permisible (y por lo tanto el caudal), la variación dentro de la parcela, y consideraciones de lavado. Siempre se debe tomar en cuenta la distancia mínima posible entre laterales de goteo en un sistema de rotación de cultivos para que el diseño hidráulico esté diseñado para suplir agua en forma correcta al diseño con más líneas de goteo (laterales).

La longitud de la tubería de goteo también se debe especificar. Junto con el diámetro de ésta, esto afectará a la uniformidad del caudal y afectará los requerimientos de lavado y variaciones de caudal (en particular, con goteros que no son de presión compensada).

Cuando se determina el tipo de tubería de goteo para ser utilizado y se decide sobre la distancia entre las tuberías de goteo, también se considera la geometría de la parcela y las prácticas de trabajo.

En algunas regiones, hay muchos campos de forma irregular, y por lo tanto, pueden tener tuberías de goteo de diferentes longitudes.

Netafim™ ofrece una amplia selección de tuberías de goteo adecuada para diversas necesidades de riego

Tuberías de goteo de pared delgada

- Aptas para 1-3 temporadas de uso.
- Se adapta especialmente para hortalizas y cultivos de campo.
- Pueden ser desplegadas en el principio, y enrolladas al final de cada temporada de cultivo.

Tuberías de goteo de pared mediana

- Aptas para 4-9 temporadas de uso.
- Diseñadas para aplicaciones sobre la superficie y subterráneas (SDI).
- Para cultivos perennes, cultivos en hileras y cultivos industriales en hileras.

Tuberías de goteo de pared gruesa

- Adecuadas para 10 o más temporadas de uso.
- Diseñadas para una vida útil de muchos años en aplicaciones sobre la superficie y subterráneo (SDI).
- Para cultivos perennes, árboles frutales, viñedos y similares.

Descifrando el nombre comercial de los modelos de goteros Netafim™:

El nombre se compone de 5 dígitos.*

Tuberías de goteo de pared fina y media

- Los dos primeros dígitos representan el diámetro interior (ID) de la tubería (diámetro comercial).
- Los tres últimos dígitos representan el espesor de pared de la tubería (WT) en mil.
(1 mil = 1/1000 pulgada = 25,4/1000 mm = 0,0254 mm).

Tuberías de goteo de pared gruesa

- Los dos primeros dígitos representan el diámetro exterior (OD) de la tubería (diámetro comercial).
- Los tres últimos dígitos representan el espesor de pared (WT) de la tubería en milímetros (mm).

*Los nombres comerciales de 5 dígitos de los modelos de tubería de goteo en las tablas a continuación son para propósitos de identificación solamente y no representan el espesor y diámetro exacto de estas tuberías. Para obtener los datos exactos, consulte la Ficha Técnica del producto específico en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.



NOTA

Las presiones máximas de lavado permitidas en las tablas son válidas durante el lavado por un máximo de media hora consecutiva, con la condición de tener 5 o más tuberías de goteo

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

abiertas durante este tiempo de lavado.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Tuberías de goteo de pared delgada

Modelo de goteros	Diámetro interior del tubo (ID) (mm)**	Espesor de la pared		Max. presión de trabajo (bar)	Max. presión de levado (bar)
		(mm)	(mil)		
12060	12	0.15	6.0	1.4	1.6
12080	12	0.20	8.0	1.7	2.0
12125	12	0.31	12.5	2.5	2.9
12150	12	0.38	15.0	3.0	3.5
16060	16	0.15	6.0	0.8	0.9
16080	16	0.20	8.0	1.0	1.2
16100	16	0.25	10.0	1.2	1.4
16125	16	0.31	12.5	1.8	2.1
16150	16	0.38	15.0	2.2	2.5
22080	22	0.20	8.0	0.8	0.9
22100	22	0.25	10.0	1.0	1.2
22135	22	0.34	13.5	1.5	1.7
22150	22	0.38	15.0	1.8	2.1
25135	25	0.34	13.5	1.2	1.4
25150	25	0.38	15.0	1.4	1.6
35135	35	0.34	13.5	0.9	1.0
35150	35	0.38	15.0	1.0	1.2

Tuberías de goteo de pared mediana

Modelo de goteros	Diámetro interior del tubo (ID) (mm)**	Espesor de la pared		Max. presión de trabajo (bar)	Max. presión de levado (bar)
		(mm)	(mil)		
12200	12	0.50	20.0	3.0	3.5
12250	12	0.63	25.0	3.5	4.6
16200	16	0.50	20.0	2.5	3.3
16250	16	0.63	25.0	2.8	3.6
16007	16	0.70	27.0	2.9	3.8
16008	16	0.80	32.0	3.0	3.9
22250	22	0.63	25.0	2.5	2.9

Tuberías de goteo de pared gruesa

Modelo de goteros	Diámetro interior del tubo (OD) (mm)**	Espesor de la pared		Max. presión de trabajo (bar)	Max. presión de levado (bar)
		(mm)	(mil)		
12010	12	1.00	39.0	3.5	4.6
16009	16	0.90	35.0	3.0	3.9
16010	16	1.00	39.0	3.5	4.6
16012	16	1.20	47.0	4.0	5.2
17012	17	1.20	47.0	4.0	5.2
20010	20	1.00	39.0	3.5	4.6
20012	20	1.20	47.0	4.0	5.2
23009	23	0.90	35.0	3.0	3.5
23010	23	1.00	39.0	3.0	3.5

**El diámetro exterior (OD) y el diámetro interior (ID) de los modelos de goteros y los datos de las tablas son solo para fines de identificación y no representan el espesor y diámetro exacto de la pared de cada tubería de goteo. Para obtener los datos exactos, consulte la Ficha Técnica del producto específico en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Conectores

La amplia gama de conectores para laterales goteros de Netafim es fabricada con polímeros de alta resistencia y alta durabilidad. Son funcionales y viables, moldeados en los más altos estándares de mercado y están disponibles para todos los tipos de laterales. Utilice el catálogo para seleccionar el modelo adecuado para su aplicación: conectores dentados, conectores de anillo rápido, conectores roscados y una amplia familia de conectores de inicio y reducción.

Conectores de datos técnicos

Conectores para tuberías de goteo de pared gruesa

Tuberías de Goteo			Instalación subterránea		Características	
Nombre comercial	Diámetro interior (ID) (mm)	Espesor de la pared (WT) (mm)	Inserción profunda	Ins superficial	Permite colocación/ retroceso	Reutiliza vel
Lengüeta						
12	10,2	1,0-1,2	+	+	+	-
16	14,2	0,9-1,2	+	+	+	-
17	14,6	1,2	+	+	+	-
20	17,5	1,0-1,2	+	+	+	-
Flare para HWD (tuerca naranja)						
16-17	14,2-14,6	0,9-1,0	-	+	+	+
20	17,5	0,9-1,0	-	+	+	+
23	20,8	0,9-1,0	-	+	+	+

Conectores para tuberías de goteo finas/medias amuralladas

Tuberías de Goteo			Instalación subterránea		Características	
Nombre comercial	Diámetro interior (ID) (mm)	Espesor de la pared (WT) (mm)	Inserción profunda	Inserción superficial	Permite colocación/ retroceso	Reutiliza vel
Ring fast connectors						
Anillo azul 16	16,2	6,0-25,0	+	+	-	+
16 black/ white ring	15,5	27,0-32,0	+	+	-	+
22 blue ring	22,2	8,0-25,0	+	+	-	+
25 black ring	25,0	13,5-15,0	+	+	-	+
Flare para TWD (tuerca azul)						
12	11,8	6,0-25,0	-	+	+	+
16	16,2	6,0-20,0	-	+	+	+
22	22,2	8,0-25,0	-	+	+	+
25	25,0	13,5-15,0	-	+	+	+
35	35,0	13,5-15,0	-	+	+	+
Twist lock (TWD)						
16	16,2	6,0-20,0	+	+	+	+
22	22,2	8,0-25,0	+	+	+	+
25	25,0	13,5-25,0	+	+	+	+

+ Adecuado
 - No adecuado
 + Adecuado pero no es recomendable

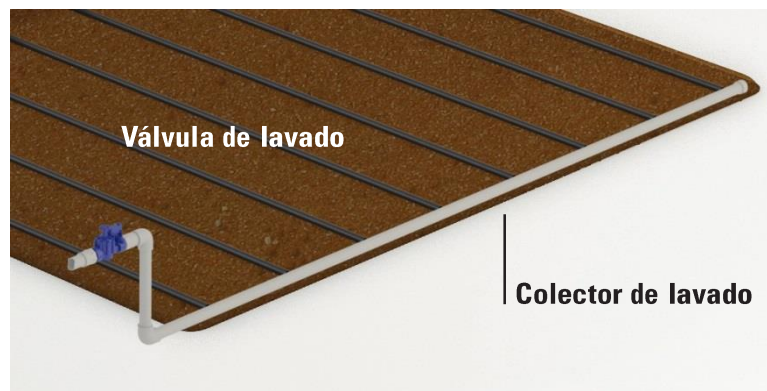
Para obtener información completa, consulte lo Catálogo de Conectores en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Final de la tubería de goteo

Colector de lavado de la tubería de goteo

El colector de lavado en el extremo de las tuberías de goteo está equipado con un elevador de descarga y una válvula que permite el lavado de las tuberías de goteo. Cuando se activa la válvula de lavado, el caudal y la velocidad a través de las tuberías de goteo son mayores que aquellas en el modo de funcionamiento normal. La mayor velocidad de flujo permite la remoción de sólidos y precipitados sedimentados en el sistema, esto previene la obstrucción de los goteros.



Los regímenes de caudal pueden ser bastante complicados en los campos de forma irregular con diferentes longitudes de tubería de goteo dentro de la misma zona de riego.

Con colectores de lavado, el sistema de riego se convierte en un sistema de circuito cerrado, la presión tiende a equilibrarse y zonas con diferentes longitudes de tubería de goteo se diseñan usando una longitud media de tuberías de goteros. Los tamaños de tubería de colectores de lavado se determinan teniendo en cuenta la velocidad del flujo a través del extremo de las tuberías de goteo durante el lavado.

El colector de lavado está dimensionado para una velocidad de flujo de al menos 0,3 m/s (1 pie/s) a través de las tuberías de goteo para asegurar la eliminación de sedimentos.

El lavado aumentará temporalmente los requisitos de caudal del sistema, que a su vez disminuirá la presión del sistema. En algunos casos, con el fin de lograr la velocidad deseada, especialmente con zonas de presión regulada o con formas irregulares de campo, la planificación del sistema puede requerir grandes cantidades de tuberías para conectar los extremos de todas las tuberías de goteo en una sección o zona particular.

Un delicado equilibrio entre la velocidad de lavado en los colectores y en las tuberías de goteo es crítico.

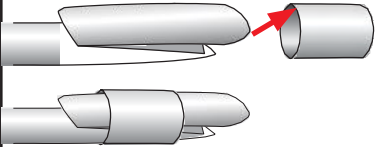
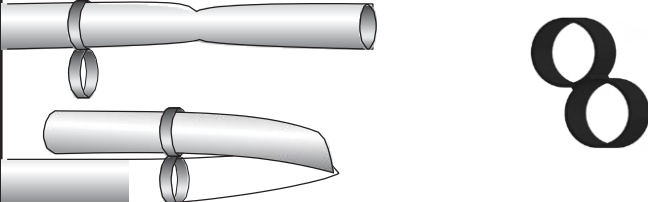
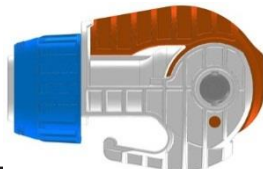
Cuando las zonas son relativamente grandes, para permitir que el sistema de bombeo suministre la velocidad de flujo requerida para lograr la velocidad deseada de lavado en los extremos de las tuberías de goteo, la zona de riego se divide en dos o más colectores de lavado. Esta separación permitirá el mantenimiento de una presión de descarga adecuada.

Otra solución para suministrar la velocidad de flujo requerida para el lavado es utilizar una bomba adicional en la cabecera del sistema. La bomba adicional se activa solo durante el lavado para añadir la velocidad de flujo que falta.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Otras soluciones de lavado

Es posible lavar las tuberías de goteo manualmente. Hay diferentes maneras de hacer esto:

Solución	Descripción	Ventajas	Desventajas
Doble al final de la línea de goteo.	- Corte un manguito de 5 cm desde el extremo de la tubería de goteo. - Doble el extremo de la tubería de goteo en la forma de una "Z" y el deslice del manguito sobre el extremo. 	- Solución menos costosa. - Permite el lavado de las tuberías de goteo, uno por uno, en condiciones óptimas.	- Requiere tiempo de trabajo. - Reinstalación del manguito, mientras es difícil que la tubería de goteros siga estando bajo presión es difícil
Conector "8" al final de la línea de goteo	- Deslice un bucle del conector en la tubería de goteo. - Doble el extremo de la tubería de goteo e introducir en el otro bucle del anillo. 	Permite el lavado de la tubería de goteo uno por uno en condiciones óptimas.	Requiere tiempo de trabajo.
Válvula manual de final línea de goteo	Abriendo la válvula se abre el extremo de la tubería de goteo para el lavado. 	- Permite el lavado de la tubería de goteo uno por uno en condiciones óptimas. - Requiere menos tiempo de trabajo que los anteriores	Ninguno
Válvula de lavado automático	Permite el lavado de todas las tuberías de goteo en el inicio del cada evento de riego automáticamente. 	- Todas las tuberías de goteo se lavan en el inicio de cada evento de riego. - Excelente frecuencia de lavado.	- Todas las tuberías de goteo en cada turno de riego se lavan al mismo tiempo. - Para un correcto funcionamiento se requiere un caudal adicional de 300 l/h para cada válvula de lavado automático, operada en el turno de riego.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Sensores

Con el fin de aprovechar al máximo las ventajas de un sistema de riego por goteo, es importante controlar regularmente el estado real del suelo, el agua de riego y la cosecha. Para recoger fácilmente datos útiles para el manejo del sistema de riego, Netafim™ ofrece una amplia gama de sensores de alta calidad, sea independiente o conectable a un controlador CMT de Netafim™.

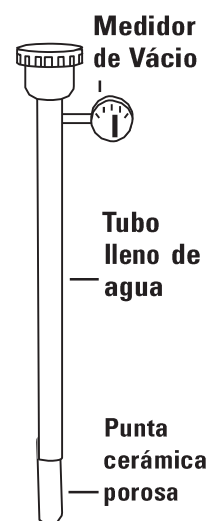
Tensiómetro

Un tensiómetro mide la humedad del suelo. Es un instrumento diseñado para medir la tensión o succión que las raíces de una planta deben ejercer para extraer agua del suelo. Esta tensión es una medida directa de la disponibilidad de agua a una planta.

Tensiómetros pueden ser utilizados en cualquier cultivo de regadío, sin embargo, es con cultivos hortícolas, en particular, que proporcionan un método adecuado para ayudar a tomar decisiones de riego.

La medición de la humedad del suelo con un tensiómetro proporciona una valiosa herramienta para programar el riego. Los tensiómetros son particularmente útiles para determinar cuándo regar, y pueden ser utilizados para apoyar un programa basado en la estimación del consumo de agua en los cultivos desde datos de referencia de evapotranspiración (EVT) del cultivo.

Un tensiómetro consiste en un tubo lleno herméticamente de agua con una copa de cerámica porosa en la parte inferior y un manómetro de vacío en la parte superior o un caucho con cierre hermético del tapón diseñado para insertar un medidor de vacío portátil. Durante la temporada de riego, el tensiómetro está parcialmente insertado en el suelo a una profundidad adecuada y, cuando se utiliza correctamente, permitirá mejorar la gestión del riego, determinando con precisión cuando se debe aplicar el agua para mantener el crecimiento óptimo de los cultivos, y cuánta agua se debe aplicar para evitar el exceso de irrigación.



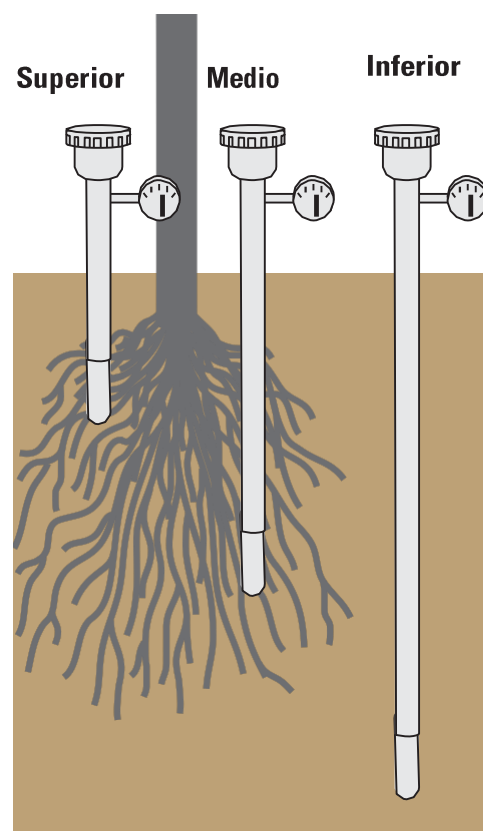
Colocación de tensiómetros

Se recomienda el uso de 3 tensiómetros en cada estación de tensiómetros. La colocación correcta es muy importante. Cada tensiómetro debe ser instalado con su punta cerámica a una profundidad diferente (por ejemplo, 30, 60 y 90 cm o 12, 24 y 36 pulgadas) de acuerdo con el tipo de cultivo (consulte un agrónomo).

El tensiómetro superior, colocado en la parte superior de la zona de la raíz, proporciona datos sobre el desarrollo del bulbo mojado en el suelo e indica cuándo es el momento para irrigar.

El tensiómetro medio, colocado aproximadamente en el punto medio del principal sistema radicular (donde el agua de riego es necesario para mojar el suelo), proporciona datos sobre la humedad del suelo en la zona de la raíz. Colocación demasiado profunda en un cultivo de raíces poco profundas, se traducirá en un riego demasiado tarde del cultivo y sufrirán estrés hídrico. En caso de que la colocación sea superficial en un cultivo de raíces profundas, puede resultar en el riego excesivo y el anegamiento de las raíces más profundas.

El tensiómetro inferior colocado en la parte inferior de la zona de la raíz sirve como protección contra el exceso de irrigación al proporcionar los datos relativos a la percolación o por percolación profunda. Se utiliza para determinar si demasiado o muy poca agua se está aplicando en cada riego.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Localización de las estaciones de tensiómetros

En la mayoría de las situaciones se necesitan dos sitios principales para cada especie o variedad y tipo de suelo. Evite los lugares altos o bajos, zonas de mala infiltración de agua y las áreas que se riegan ligeramente debido a los malos patrones de distribución de riego. Todos los tensiómetros deben estar marcados claramente para evitar los daños causados por el tráfico de maquinarias y trabajadores.

Para el [funcionamiento y la lectura del tensiómetro](#), vea la página 93.



Sensor de presión

El sensor de presión, instalado en una línea lateral, principal o secundaria, proporciona lectura real y exacta de la presión del agua. El sensor de presión de Netafim está disponible en 2 modelos: 0-6 bar y 0-2 bar.

Cuando se conecta al sistema de apoyo a las decisiones de manejo del cultivo en tiempo real uManage™, la presión puede ser presentada en forma gráfica o en un informe detallado.

Estos datos son fundamentales para las referencias cruzadas entre los eventos de riego, el taponamiento del filtro, etc.

El sensor de presión se puede utilizar también para medir el nivel de agua en un tanque de almacenamiento y el nivel de la solución de líquido en un tanque de fertilizantes.



Sensor Ech2o

La sonda de humedad del suelo Ech2o es un sensor de capacitancia que mide la humedad volumétrica del suelo, que mide la constante dieléctrica del material en el que se inserta (suelo), mediante la búsqueda de la velocidad de cambio de voltaje en el sensor que está instalado. El agua tiene una capacitancia de aproximadamente 80, mientras que el valor para los minerales del suelo es de alrededor de 4, y para el aire es 1.

La alta capacitancia del agua en relación con los minerales del suelo y los valores de aire permite medir la humedad del agua en el suelo relacionándola con la capacitancia del suelo cuando cambia el contenido de agua.

El sensor Ech2o está diseñado para permanecer en el suelo de forma permanente o por todo un período de crecimiento y no requiere mantenimiento.



Sensor NetaSense

El sensor NetaSense es un sensor de humedad volumétrica del suelo basada en la tecnología TDT (Time Domain Transmission, Transmisión de Dominio de Tiempo) que proporciona una respuesta inmediata y precisa a los cambios en los niveles de humedad del suelo.

Este sensor es capaz de indicar cambios en la humedad por medio de la medición de la velocidad de una onda electromagnética.

El sensor es diseñado para ser instalado y dejado en el suelo para toda la duración del cultivo, o de forma permanente. Los componentes del sensor son de acero inoxidable y todas las interfaces están selladas en Epoxi para proporcionar años de servicio confiable.

El sensor es fiable en cualquier tipo de suelo.

El sensor NetaSense es capaz de medir un gran volumen de suelo en un radio de 5 cm (2 pulgadas) de sus elementos. Informa la humedad media del suelo a lo largo de su longitud activa - a unos 30 cm (12 pulgadas), si el sensor está instalado vertical u horizontalmente.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Controlador

La mejor manera de aprovechar al máximo las ventajas de un sistema de riego por goteo es controlándolo utilizando un controlador de riego.

Netafim™ ofrece una amplia gama de controladores para el control preciso y la gestión del agua y el suministro de nutrientes al campo, haciendo pleno uso de la excepcional eficiencia y capacidad de la uniformidad del método de riego por goteo.

- Menor uso de agua, nutrientes, productos químicos y energía
- Menores requisitos de mano de obra
- Medidas correctivas en tiempo real
- Una mayor sostenibilidad de los cultivos
- Aumento de la productividad
- Rendimientos mejorados
- Rápido retorno de la inversión

Controladores de riego NMC de Netafim son sistemas de control de riego modernos con características avanzadas para el manejo de las principales líneas de riego incluyendo las bombas, filtros, sistemas de Nutrigación™ y otros accesorios relacionados con la solución integral completa para la gestión de la hacienda. La línea NMC de controladores ofrece una gama de soluciones óptimas para campo abierto, invernadero y las aplicaciones de vivero.

Controles:

- **Válvulas de riego** - Control del riego basado en el tiempo y cantidad de agua.
- **Bombas de riego** - control optimizado de la bomba de acuerdo con el caudal y la presión.
- **Lavado de filtro** - basado en el tiempo o la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro.
- **Válvulas de mantenimiento de presión** - ajuste de la presión de la línea principal, cuando el lavado del filtro se encuentra en proceso.
- **Bombas de fertilizante** - control de la inyección de fertilizante de acuerdo con el tipo de bomba de fertilizante y su caudal.
- **Selector de tanque de fertilizantes** - optimización del uso de fertilizantes en diferentes variedades de cultivos que requiere diferentes recetas.
- **Agitación de fertilizantes** - control de los agitadores en los tanques de fertilizantes para mantener la solución homogénea.
- **Sistema de refrigeración** - para aplicaciones en invernaderos o viveros. Opera aspersores Netafim para refrigerar la temperatura del invernadero de acuerdo con las necesidades de la planta.
- **Sistema de nebulización** - para aplicaciones en invernaderos o viveros. Opera aspersores de Netafim para aumentar la humedad relativa de acuerdo con las necesidades de la planta.
- **Dispositivo de alarma** - genera una alarma en la aparición de un mal funcionamiento o cualquier evento inusual. La alarma puede aparecer en la pantalla del ordenador, ser enviada por correo electrónico o como un SMS o notificación de inserción a los teléfonos inteligentes (smartphones).

Monitores:

- **Medidores de agua** - controlan el volumen de riego y caudal. Se asegura de que el agua en el sistema está fluyendo como estaba previsto, sin fugas o problemas de obstrucción.
- **Medidores de fertilizantes** - monitorean el caudal y la cantidad de fertilizantes.
- **Sensores de pH y CE** - para un control avanzado y preciso de los fertilizantes.
- **Sensores de temperatura y humedad** - para la refrigeración y humidificación.
- **Estación meteorológica** - para el control de riego basado en la evapotranspiración y para la mitigación de las heladas.
- **Sensores de presión** - para el lavado del filtro y control de riego.
- **Sensores de tensiómetro** - para medir la tensión del agua en el suelo durante la evaluación de la capacidad de campo.
- **Sensores de humedad del suelo** - para medir el contenido volumétrico del agua en el suelo durante el tiempo correcto y el volumen preciso de riego.
- **Sensor de propósito general** - controladores NMC de Netafim pueden monitorear cualquier tipo de sensor 0-5 VDC o 4-20 mA de acuerdo con las necesidades del cliente.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Controladores de riego NMC de Netafim™

NMC Pro

- El más desarrollado de la línea de control de riego
- Características de hardware y software de gran alcance para aplicaciones de invernadero y de campo abierto
- Cumple con la demanda más moderna para el riego inteligente y eficiente
- Se pueden gestionar hasta 255 válvulas de riego



NMC Junior

- Controlador de riego multifunción para pequeñas aplicaciones
- Se pueden gestionar hasta 15 válvulas de riego
- Solución avanzada para aplicaciones sencillas de invernadero



Controladores climáticos NMC Netafim™

NMC Climático

- Solución integral para aplicaciones de invernadero
- Se pueden gestionar hasta 50 invernaderos de forma simultánea
- Controlado por el software avanzado de PC con una interfaz fácil de usar



Mist-Guard

- Opción 1: controlador de nebulización para aplicaciones de refrigeración
- Opción 2: controlador independiente moderno de alta precisión, sensores de temperatura y humedad incluidos.



Controlador de múltiples líneas principales de riego NMC Netafim™

NMC XL

- Regulador de múltiples líneas principales de riego
- Solución óptima para su aplicación en campo abierto
- Controla hasta 25 estaciones centrales de Nutrigation™
- Controla hasta 128 líneas de riego, incluyendo la medición de caudal, el lavado del filtro y Nutrigation™ local



Unidades Terminales Remotas (RTU) NMC Netafim™

RadioNet

- Monitorización inalámbrica continua y control a distancia.
- Sistema modular de fácil uso que garantiza un control sobre los terminales remotos para aumentar la productividad y la constante evolución de las necesidades
- Interfaz múltiple permite la conexión a una amplia gama de controladores
- Hasta 254 unidades remotas, incluyendo S&F



SingleNet

- Hasta 10 kilómetros de longitud de cable
- Reducción de costes de instalación y cable
- Interfaz múltiple permite la conexión a una amplia gama de controladores
- Hasta 128 unidades remotas



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Accesorios y complementos

Para facilitar la implementación, operación actual y mantenimiento de un sistema de riego por goteo Netafim™, Netafim™ ofrece una amplia variedad de accesorios útiles y complementos diseñados para facilitar las tareas del día a día y para permitir la adición de funciones prácticas para el sistema. A continuación se muestra una lista de los accesorios seleccionados y complementos; para toda la gama, vea el Catálogo de Productos Conexiones y Accesorios en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

Válvula de línea antidrenante (DNL)

Una válvula con diafragma accionada por resorte que se abre a la presurización del sistema

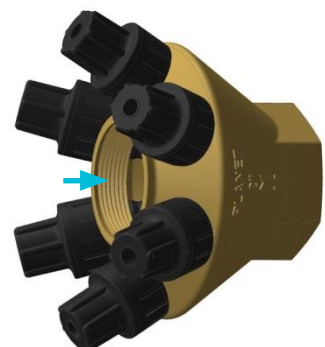
de riego y se cierra hermético cuando el sistema alcanza la presión de cierre. Para el riego intensivo y campos en pendiente, donde la precisión del riego es imprescindible.



Regulador de presión directa

Regulador de control activado por resorte que reduce la mayor presión aguas arriba para mantener constante la presión aguas abajo, se abre completamente a una baja presión en la línea.

Flujo



Indicador de presión Proporciona una indicación visual de la presión del agua en todas las aplicaciones de goteo. Instalado en la tubería de goteo en el extremo más alejado de los terrenos de regadío, permite la inspección rápida, fácil y a distancia de la presión en la línea.



Accesorios colgantes, estacas y estaquillas

Para una instalación bien implementada y facilidad de operación y mantenimiento, Netafim™ ofrece una amplia variedad de accesorios colgantes, estacas y estaquillas, que permite la instalación profesional y conveniente.



Adaptadores y distribuidores.

Una vasta línea de productos complementarios, diferentes familias de modelos y tamaños.



Punzones y herramientas

Para facilitar la instalación y el mantenimiento del sistema de riego, Netafim™ ofrece una variedad de herramientas específicas para facilitar el trabajo y la prevención de daños a los componentes del sistema.



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Agro-máquinas

Con base en la experiencia de campo y el conocimiento acumulado por Netafim™ a lo largo de muchos años de funcionamiento, la empresa ofrece una amplia variedad de aplicaciones y herramientas auxiliares diseñadas para una instalación sencilla, rápida y eficaz y la recolección de tuberías de goteo, manteniendo su integridad y evitando daños en los goteros.

Maquinaria de inserción subterránea

Máquinas de inserción subterráneas permiten a todo productor instalar tuberías de goteo de una manera eficaz y rentable.

Las características incorporadas en esta herramienta garantizan que el procedimiento de inserción de la tubería de goteo se realice con precisión.

El uso de materiales resistentes al desgaste garantiza la integridad de la tubería de goteo inyectada.

Una guía especial de plástico situada en la entrada del tubo de inyección preverá los problemas asociados con el borneo tubería de goteo .

Una amplia variedad de máquinas está disponible para la inserción superficial, medio o profundo abajo la superficie de tuberías de goteo con paredes gruesas, medianas o delgadas, en campo abierto, huertos, cultivos en hileras, árboles, caña de azúcar y muchas opciones incluyendo herramientas que cubren, inserción múltiple, inserción superficial de máquina con rodillo, liberadores de goteros y más.



Maquinaria de colocación y recuperación

Maquinaria de colocación

Las máquinas de colocación son diseñadas para llevar a cabo la instalación de tuberías de goteo de pared gruesa, media o delgada sobre la superficie de una manera adecuada, rápida y segura.

Múltiple montaje opcional de unidades sobre los marcos de barra de herramientas permite a Netafim™ ofrecer una amplia variedad de productos y unidades modulares de acuerdo con las necesidades específicas del productor.

También están disponibles las herramientas auxiliares tales como asiento de los trabajadores, dispositivo de almacenamiento para bobinas de tuberías de goteo, dispositivo de colocación de cartón, rollos de plástico y metal, etc.



Maquinaria de recuperación

Las características incorporadas en el diseño de esta máquina aseguran la recuperación de la tubería de goteo para que su reutilización y/o eliminación se lleve a cabo de forma rápida y adecuada.

Las siguientes herramientas auxiliares se pueden montar en la maquinaria para optimizar los procedimientos: cepillo, ordenador de recolección y dispositivos de tracción para prevenir no sobrepasar la máxima fuerza de tracción constante permitida para el rebobinado de las tuberías de goteo (diferentes diámetros de tubería y tipos de espesor de pared requieren diferentes fuerzas de tracción máxima).



VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Maquinaria de extracción

Esta máquina está diseñada para extraer tuberías de goteo subterráneas.

Las unidades se pueden utilizar como unidades individuales o múltiples montadas en una barra de herramientas.

Modelos montados traseros o delanteros están disponibles.

Los neumáticos de tracción neumáticas aprietan suavemente la tubería de goteo y la depositan sobre la superficie a la espera de la recolección.



Accesorios

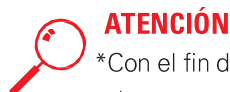
Una amplia variedad de accesorios de utilidad montables para las máquinas está disponible y se puede adquirir como piezas de repuesto para el reemplazo. Los accesorios también pueden ayudar en el montaje de máquinas y/o el uso de las funciones individuales en diversos períodos integrados de la temporada de cultivo.

Accesorios más comunes:

- Caja de rodillo*
- Puntas de Inyección profunda y mid profundidad*
- Dispositivos de reciclaje para tuberías de goteo con pared delgada y gruesa
- Titulares del carrete y portadores de bobina
- Carretes - Metal o reutilizable
- Unidades de ruedas, ruedas de regulación neumática
- Plataformas de Almacenamiento/Trabajadores
- Surcadores
- Tapadores de cobertura

Caja de Rodillos

Punta de Inyección



ATENCIÓN

*Con el fin de evitar daños a las tuberías de goteo en la inyección o el proceso de colocación se debe utilizar siempre una caja de rodillos y un tubo inyector de Netafim™. Estos dos accesorios son especialmente diseñados y fabricados con materiales resistentes al desgaste para garantizar la integridad de la tubería de goteo insertada de cualquier tipo o grado.

Vea las Instrucciones para la [inserción de la tubería de goteo y la colocación](#), en la página 63.

Para más información acerca de la maquinaria agrícola, vea el Catálogo de maquinaria agrícola en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials> o llame a su representante local de Netafim™.

GESTIÓN Y

FUNCIONAMIENTO

DEL RIEGO POR GOTEO

Riego	48
Nutrigation™	53
Nutrigation™ a través de un sistema de riego por goteo	54
Chemigation	61
Inserción o colocación de tuberías de goteo	63

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

El objetivo de este capítulo es proporcionar pautas y consejos útiles para la correcta gestión y operación de un sistema de riego por goteo.

Riego

Parámetros hidráulicos

Los siguientes parámetros hidráulicos se consideran en el diseño de un sistema de riego. Todos están interrelacionados y el cambio de un parámetro afectará los resultados del sistema:

Parámetr	Definición	Medición	Unidades
Q	Caudal gotero	Cantidad de agua proporcionada por el gotero en una unidad de tiempo	l/h - litros por hora
E	Distancia entre goteros	Distancia entre dos goteros en la línea de goteo	m - metros
D	Distancia entre tuberías de goteo	Distancia entre dos tuberías de goteo	m - metros
Pr	Pluviometría	La cantidad de agua por unidad de superficie por un período de tiempo especificado	mm/h - milímetros por hora
HIR	Tasa de riego por hora	Volumen de agua que el sistema suplirá durante una hora para un área especificada	m ³ /Ha/h - metros cúbicos por hectárea por hora
DWR	Requisito diario de agua	Volumen de agua que el cultivo necesita por día (con base en la evaporación de tanque o ecuación de Penman-Montieth , página 90)	mm/d - milímetros por día
			o m ³ /Ha/d - metro cúbico por hectárea por día (mm/día * 10)
T	Tiempo de riego	Tiempo necesario para irrigar una determinada área	h - horas
S	Número de turnos	Número de turnos posibles por día para suplir el requisito diario de agua en el proyecto completo	Número entero
N	Horas de turno diario	Número total de horas por día que el sistema irriga el proyecto	h - horas

Requisitos hidráulicos

La especificación hidráulica de un sistema de riego debe permitir suplir la cantidad necesaria de agua para el cultivo en el momento que lo necesita.

El aspecto más importante del uso del agua de los cultivos para el diseño de un sistema de riego por goteo es el requerimiento de agua "pico" o la cantidad de agua que un cultivo utiliza durante su periodo de más alto consumo de agua. Esto es debido a que durante este período el sistema debe suplir la mayor cantidad de agua.

Mientras que la lluvia puede ser un factor en reducir la necesidad de riego para una temporada, no debe tenerse en cuenta en la hora de calcular una tasa "pico" de uso.

Los diferentes cultivos y diferentes fechas de siembra se traducirán en diferentes necesidades de agua. El sistema de irrigación puede estar destinado para el riego de más de un cultivo (rotación), en cuyo caso el cultivo con la demanda más grande de agua debe ser el criterio de diseño.

Uniformidad y eficiencia



ATENCIÓN

Los bajos costos de inicio pueden resultar en altos costos de operación anuales. Al diseñar un sistema de riego por goteo, es importante tener en cuenta la uniformidad y eficiencia con el fin de mantener bajos costos totales.

La uniformidad es la capacidad del sistema de riego de suministrar agua y fertilizante lo más equitativamente posible a todas las plantas en el campo o huerto. Uniformidad ahorra agua y fertilizantes y mejora el rendimiento, lo que resulta en un retorno más rápido de la inversión.

La eficiencia es la capacidad del sistema de riego para suministrar agua y fertilizantes de acuerdo a las necesidades de los cultivos exactamente como sea posible. Eficiencia ahorra recursos y preserva el medio ambiente al mismo tiempo que sirve de manera óptima las necesidades del cultivo.

Eficiencia en el uso del agua es la relación entre la cantidad de agua de riego aplicada que se utiliza beneficiosamente por la planta, a la cantidad total de agua de riego aplicada.



NOTA

Cuanto mayor es la uniformidad, más eficiente es el uso de agua y energía.

La programación de riego determina la eficiencia real del sistema de riego. Si se mide el tiempo de riego de forma inadecuada, sea en frecuencia o duración, la capacidad de campo del suelo en la zona radicular se superará y el agua se perderá por escorrentía o por percolación profunda (vea [Capacidad de Campo](#), en la página 85). Dependiendo del cultivo, esto puede afectar o no afectar negativamente a la cosecha, pero en cualquier caso causará costos innecesarios.

Incluso con un sistema de riego perfectamente planificado para alta eficiencia, la duración inadecuada de riego eliminará la mayoría de las ventajas obtenidas por el diseño del sistema.

La variación de caudal (VF) y la uniformidad de emisión (UE) son importantes en la uniformidad de un sistema de riego por goteo. Estos son los términos más aplicables a sistemas de riego por goteo; son definidos por el diseño del sistema y son críticos para su funcionamiento, ya que se aplican a la uniformidad del riego.

La variación de caudal (VF) expresa la variación de caudal entre el gotero "sintiendo" la presión más alta y el gotero "sintiendo" la presión más baja en un bloque de riego (zona). Estos goteros no siempre serán los primeros y los últimos goteros en la tubería de goteo.

$$FV \% = \frac{Q \text{ max.} - Q \text{ min.}}{Q \text{ max.}} * 100$$



NOTA

Se considera riego uniforme a una variación del 10% del caudal.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Uniformidad de Emisión (UE)

Uniformidad de emisión se calcula a partir de cuatro variables principales:

- Mínimo Q = flujo mínimo en el bloque de riego
- Medio Q = flujo medio en el bloque de riego.
- CV = la variación de fabricación del emisor, que debe representar la variación de fabricación de los productos que están en el campo.
- n = número de goteros por planta en el bloque de riego ('n' sistemas de cultivos permanentes es el número de goteros por planta, en los cultivos en hileras "n" tiene un valor de 1, debido al hecho de que un solo gotero podría suplir agua a varias plantas).

$$UE \% = 100 * 1 - \left(1.27 * \frac{CV}{\sqrt{n}} \right) * \frac{Q \text{ mín.}}{Q \text{ medio}}$$

Si un bloque de riego diseñado se calcula para tener una variación de caudal de 15%, en ese caso, es el punto de caudal más bajo en este bloque estará recibiendo 15% menos de agua que el punto más alto de caudal del mismo.



ATENCIÓN

Si un diseño de bloques de riego se calcula para tener 90% de uniformidad de emisión (UE), es inexacto suponer que el punto de caudal mínimo en este bloque es 10% menor que el punto de caudal de alta en el bloque. Una regla general es que por cada cambio de un (1) % en la UE hay aproximadamente dos (2) % de cambio en la FV. Por lo tanto, una UE de 90% (10% por debajo del 100%) tendría un FV aproximadamente del 20%, es decir, el punto de caudal más bajo en el bloque de riego en realidad tendrá un caudal aproximado a 20% por debajo del punto de mayor flujo.

Cálculos hidráulicos



EJEMPLO

Cálculo del índice de precipitación (Pr)

Datos

Caudal de goteo Q = 0,5 l/hr

Distancia entre goteros E = 0,5 m

Distancia entre tuberías de goteros D = 1,8 m

Cálculo

Cálculo de precipitación por hora es lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Precipitación (Pr)} &= \frac{Q}{(E \times D)} = \\ &= \frac{0.5}{(0.5 \times 1.8)} = 0.55 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Cálculo de la tasa de riego

Hay dos formas de calcular la tasa de riego.

Calcular la tasa de riego por hora (HIR) en metros cúbicos:

$$\text{Índice de riego por hora (HIR)} = \frac{0.55 \text{ mm}}{\text{Ha} \times 10} = 5,5 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{h}$$

Alternativamente, se puede calcular la tasa de riego por hora (HIR) multiplicando el número de goteros por hectárea por el flujo por hora.

Cálculo de la tasa de riego por hora basado en el número de goteros por hectárea:

Datos

Caudal de goteo $Q = 0,5 \text{ l/hr}$

Distancia entre goteros $E = 0,5 \text{ m}$

Distancia entre tuberías de goteros $D = 1,8 \text{ m}$

Cálculo

a. Calcule la longitud total de las tuberías de goteo:

$$\text{Longitud de la tubería de goteo/Ha} = \frac{10000 \text{ m}^2}{1,8} = 5555 \text{ m}$$

b. Calcule el número total de goteros por hectárea:

$$\text{Tuberías de goteros/Ha} = \frac{5555 \text{ m}}{0,5} = 11,111 \text{ goteros}$$

c. Calcule la tasa de riego por hora:

$$\text{Tasa de riego por hora (HIR)} = \frac{11,111 \text{ drippers} \times 0,5 \text{ l/hr}}{1000} = 5,5 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{h}$$

Cálculo de los requerimientos diarios de agua (DWR):

Datos

Tanque de Evaporación* $EV_{To} = 8,4 \text{ mm/d}$

Coeficiente del cultivo* $K_c = 0,75$

*vea [Aporte de agua](#), en la página 88.

$$\text{DWR} = 8,4 \times 0,75 = 6,3 \text{ mm/d} = 63 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{d}$$

Calcule la duración de riego necesaria (horas/día):

Datos

Tasa de riego por Hora $\text{HIR} = 5,5 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{h}$

$$\text{Tiempo de riego} = \frac{\text{DWR}}{\text{HIR}} = \frac{63 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{d}}{5,5 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{h}} = 11,45 \text{ horas (11 horas y 27 min**)}$$

**Conversión de horas decimales a minutos: $\frac{\text{Horas decimales}}{100} \times 60 = \frac{0,45}{100} \times 60 = 0,27 = 27 \text{ min}$

Conclusión

Sobre la base de los cálculos, se tarda menos de 12 horas para irrigar el área requerida ($63 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{d}$). Esto significa que el área de cultivo eficaz puede duplicarse si se utiliza el equipo dos veces al día.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Cálculo del área máximo de riego basado en el suministro de agua

Saber cuánta es la cantidad de agua disponible por hora y la cantidad necesaria de agua en m³/Ha/h nos permite calcular el área máxima que podría regarse a la vez.

Datos

Caudal de gotero	0,5 l/h
Distancia entre goteros	0,5 m
Distancia entre tuberías de goteo	1,8 m
Precipitación por hora	0,55 mm/h
Retorno diario (igual a HIR)	6,3 mm/d
Horas diarias / turno	11,45 h
Posible número de turnos en 24 horas	2
Descarga de la bomba	(10 l/sec) 36 m ³ /h

Cálculo

Calcular el área máxima que puede ser regada en 24 horas sobre la base de los datos anteriores:

$$\frac{\text{Descarga de la bomba por hora} \times \text{Horas diarias / turno} \times \text{números de turno}}{\text{Retorno diario}} =$$
$$= \frac{36 \text{ m}^3/\text{h} \times 11,45 \text{ horas/turno} \times 2 \text{ turnos}}{63 \text{ m}^3/\text{Ha/d}} = 13 \text{ Ha}$$

Nutrigation™

Los cultivos requieren un programa balanceado de nutrientes esenciales a lo largo de su ciclo de crecimiento. Muchos nutrientes de origen vegetal se pueden encontrar en el suelo, pero a menudo en cantidades insuficientes para mantener altos rendimientos de los cultivos. Las condiciones del suelo y climáticas también pueden limitar la absorción de los nutrientes por la planta en las etapas clave de crecimiento.

La bibliografía profesional reconoce que las plantas necesitan 13 nutrientes esenciales del suelo, todos los cuales tienen varias funciones importantes. Si alguno de estos es deficiente, el crecimiento y rendimiento sufren.

Principales nutrientes

Nitrógeno (N)

A menudo se requiere la mayor cantidad por los cultivos, principalmente para el vigor y rendimiento. El nitrógeno tiene un papel clave en la producción de clorofila y la síntesis de proteínas. La clorofila es el pigmento verde de las plantas responsable de la fotosíntesis. Cuando el nitrógeno es deficiente, las plantas desarrollan hojas amarillas o pálidas y su crecimiento se detiene.

Fósforo (P)

Es un componente vital del trifosfato de adenosina (ATP), que proporciona la energía para muchos procesos en la planta. Fósforo rara vez produce respuestas de crecimiento espectaculares, pero es fundamental para el éxito del desarrollo de todos los cultivos. Por ejemplo, el maíz u otros cultivos que carecen de fósforo durante la estación de crecimiento alcanzan rendimientos más bajos.

Potasio (K)

Es necesario por casi todos los cultivos y, a menudo, en mayor proporción que el nitrógeno. El potasio

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

regula el contenido de agua de la planta. Es la clave para lograr un buen rendimiento y calidad en el algodón, y crítico para el aumento del tamaño, contenido de jugo y dulzura de la fruta en frutales.

Nutrientes secundarios

Calcio (Ca)

Es tal vez el nutriente secundario más importante. El calcio fortalece las paredes celulares, lo que ayuda a disminuir las manchas y las enfermedades en los cultivos de frutas, hojas verdes y hortalizas. Esto significa que una buena cantidad de calcio produce cultivos de alimentos que sean menos propensos a los daños y tienen una vida de anaquel más larga. Cultivos con una escasez de calcio tienen trastornos del crecimiento, tales como la piel corchosa.

Magnesio (Mg)

También es importante para la calidad de los cultivos, y es también un componente clave de la clorofila de las hojas y de las enzimas que apoyan el crecimiento de las plantas. Baja cantidad de magnesio conduce a la fotosíntesis reducida, lo que limita seriamente los rendimientos de los cultivos.

Llenado de grano en el arroz y el contenido de materia seca de patatas pueden reducirse significativamente si el magnesio es poco suministrado.

Azufre (S)

Es una parte esencial de muchos aminoácidos y proteínas. Sin ambos, S y Mg, los cultivos sufren, el crecimiento se desacelera y las hojas se vuelven pálidas o de color amarillo. El azufre es particularmente importante para asegurar el contenido de proteína de los granos de los cultivos de cereales.

Micronutrientes

Refuerzan y complementan el fuerte crecimiento y las estructuras establecidas por los nutrientes principales y secundarios de las plantas.

Manganeso (Mn)

Influencia en la fotosíntesis, el proceso por el que las plantas utilizan la luz solar para el crecimiento.

Cobre (Cu)

Influencia en la fotosíntesis, el proceso por el cual las plantas utilizan la luz solar para el crecimiento.

Hierro (Fe)

Influencia en la fotosíntesis, el proceso por el cual las plantas utilizan la luz solar para el crecimiento.

Las deficiencias más comunes - por ejemplo, en las frutas de pepitas - donde el efecto reduce la producción de clorofila. Como resultado, estos cultivos sufren y las hojas más jóvenes desarrollan un color amarillento o clorosis severa.

Boro (B)

Es necesario para el desarrollo de brotes y raíces, y es esencial en las fases de floración y fructificación de los cultivos.

Zinc (Zn)

Se necesita para la producción de hormonas de plantas importantes, como las auxinas. La deficiencia de zinc conduce a defectos estructurales en hojas y otros órganos de la planta.

Molibdeno (Mo)

Está involucrado en los sistemas enzimáticos de las plantas que controlan el metabolismo del nitrógeno.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

El contenido del elemento (%) en los fertilizantes - Apto para Nutrigation™

El contenido del elemento (%) en los fertilizantes - Apto para Nutrigation™		Elemento									
		nitrogeno (total) pentóxido de fósforo potasio calcio cloro sodio magnesio azufre sulfato									
Fertilizante	Fórmula	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Cl	Na	Mg	S	SO ₄	
Urea	CO(NH ₂) ₂	46									
Nitrato de amonio de urea	CO(NH ₂) ₂ NH ₄ NO ₃	32									
Fosfato monoamónico MAP	NH ₄ H ₂ PO ₄	12	61								
Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	32									
Nitrato de potasio	KNO ₃	13		46							
Nitrato de calcio	Ca(NO ₃) ₂	15			19						
Cloruro de calcio	CaCl ₂				27	63					
Cloruro de potasio	KCl			61		47					
Sulfato de potasio	K ₂ SO ₄			51					18	55	
MKP monofosfato de potasio	KH ₂ PO ₄		52	34							
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ SO ₄	21							24	73	
Sulfato de magnesio	MgSO ₄							16	16	49	
Sulfato de calcio	CaSO ₄				19				8	26	
Nitrato de magnesio	Mg(NO ₃) ₂	11						10			
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄								33		
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄		61								
Ácido nítrico	HNO ₃	13									
Cloruro de sodio (sal)	NaCl					62	38				

Necesidades de los cultivos

Cada cultivo necesita una diversa gama de nutrientes en cada etapa crítica de su desarrollo.

Por ejemplo, el nitrógeno y el fósforo son a menudo más críticos en las primeras etapas de crecimiento de la raíz y el desarrollo de la hoja, mientras que el zinc y boro son importantes durante la floración.

Los cultivos arbóreos (frutales) tienen diferentes necesidades de nutrientes que los cultivos de campo abierto de hileras. Pueden almacenar nutrientes como el nitrógeno dentro de sus troncos, las ramas y las hojas y luego redistribuirlos en puntos clave durante el ciclo de crecimiento.

Es importante, sin embargo, suministrar a los árboles con niveles de sustitución de los nutrientes extraídos en la fruta cosechada y los que son críticos para el crecimiento, pero no pueden ser reciclados.

La influencia del pH del suelo en la disponibilidad de nutrientes

El nivel de pH del suelo tiene una influencia específica sobre la disponibilidad de cada nutriente para el cultivo ([vea la página 86](#)).

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Nutrigation™ a través de un sistema de riego por goteo

Nutrigation™ es la aplicación combinada de agua y nutrientes a un cultivo - una mezcla de fertilización y riego. Se puede adaptar a todos los tipos de cultivos.



PELIGRO DE QUÍMICOS

Nutrientes, ácidos y productos químicos, cuando no se manejan adecuadamente, pueden causar lesiones graves o incluso la muerte. También pueden dañar los cultivos, el suelo, el medio ambiente y el sistema de riego. **El manejo adecuado de nutrientes, ácidos y sustancias químicas es la responsabilidad del productor.** Observe siempre las instrucciones del fabricante de fertilizantes/ácido y las normas emitidas por la autoridad local competente.

En el riego por goteo, las raíces se concentran en un volumen de suelo limitado en comparación con el volumen de suelo que ocupan estas raíces si el riego no es localizado. Por esta razón, durante la temporada de riego, pequeñas cantidades de fertilizantes deben aplicarse con frecuencia.

En los métodos de fertilización tradicionales, algunos de los fertilizantes se aplican fuera del volumen de suelo ocupado por las raíces y por lo tanto hay desperdicio.

Ventajas

Aumento de la eficiencia de la aplicación de fertilizantes

- La aplicación de fertilizantes con el agua de riego proporciona una mejor distribución y una mayor uniformidad de aplicación.
- La dosis total de los fertilizantes aplicados se divide en varias partes más pequeñas que permiten una mejor retención de los fertilizantes en el suelo y una mayor disponibilidad.
- Las pérdidas por volatilización se evitan, al igual que con los fertilizantes que contienen compuestos de nitrógeno.
- Nutrigation™ permite la aplicación de nutrientes de acuerdo con los requerimientos del cultivo; también hay una posibilidad de variación de la relación entre los nutrientes durante las diferentes etapas fenológicas, tales como la etapa vegetativa, la floración, el cuajado, relleno y maduración de fruta.

El ahorro en fertilizantes y mano de obra

- Debido a las condiciones de aplicación por el agua de riego y las diversas formas de pérdidas evitadas, se reduce la cantidad de fertilizante utilizada para lograr el mismo nivel de producción.
- Elaboración y aplicación de fertilizantes en el costo del sistema de riego por goteo es más pequeño en comparación con la aplicación tradicional.

Ventajas operativas

- Riesgos para la salud se evitan ya que los trabajadores no entran en contacto con los fertilizantes y productos químicos inyectados.
- Como Nutrigation™ no requiere el tráfico en el campo, se evitan daños a las plantas y la compactación del suelo.
- Nutrigation™ puede mantener el contenido de nutrientes apropiado en suelos con baja capacidad de retención de nutrientes, lo que permite el cultivo en los tipos de suelo de otro modo no cultivables.
- La contaminación de las aguas subterráneas por parte de elementos de fertilizantes se produce en muchos lugares donde se utiliza el riego por inundación. Nutrigation™ aplica la cantidad de fertilizante y agua en porciones más frecuentes y más pequeñas para evitar la escorrentía o percolación profunda.
- Existe la posibilidad de aplicar otros productos químicos a través del sistema, tales como desinfectantes del suelo, productos sistémicos contra enfermedades de los cultivos y las plagas.

Limitaciones

- Solo se permiten fertilizantes solubles en agua que se utilizarán en el riego por goteo.
- Algunos fertilizantes, aunque solubles en agua, pueden no ser compatibles con el método de Nutrigation™, tales como fertilizante que eleva el pH del agua de riego tan alto que producirá precipitación de sales dentro del sistema.
- Ciertos fertilizantes son corrosivos para las partes metálicas de los equipos, por lo tanto, las partes del sistema que entran en contacto con los fertilizantes deben ser resistentes a la corrosión.

Características de los fertilizantes utilizados en Nutrigation™

Conocer las características de los fertilizantes que se utilizan en Nutrigation™ es esencial para hacer la elección correcta de los fertilizantes y la aplicación, para proporcionar los elementos adecuados a la planta en el momento adecuado.

Composición química

Los fertilizantes pueden ser simples o compuestos:

- **Fertilizantes simples:** son los fertilizantes que consisten en un producto único. Por ejemplo: urea, nitrato de amonio, cloruro de potasio.
- **Fertilizantes compuestos:** son los productos que se obtienen mediante la mezcla de varios fertilizantes simples y, en general, se pueden ver fácilmente en la mezcla, y en general no se usan en Nutrigation™.

Forma

- **Estado sólido:** en este caso, el fertilizante puede ser granular o en polvo.
- **Estado líquido:** son fertilizantes que se pueden inyectar directamente en el sistema de riego. Algunos fertilizantes deben ser disueltos en agua para reducir la concentración antes de la inyección.

Solubilidad

La solubilidad es una de las características más importantes a tener en cuenta en la preparación de fertilizantes líquidos. Cada fertilizante tiene un nivel de solubilidad, que es influenciado por la temperatura del agua en la que se disuelve.



ADVERTENCIA

Solo se utilizarán en el riego por goteo, fertilizantes solubles en agua.

Algunos fertilizantes son muy fáciles de disolver en agua y otros son más difíciles, pero todavía se puede utilizar en Nutrigation™. Hay fertilizantes con un nivel de solubilidad tan baja que se clasifican como insoluble en agua y su uso en los sistemas de riego no se permite, por ejemplo, el superfosfato simple y triple.

Interacción con el agua de riego

Los fertilizantes son sales que reaccionan con otras sales que se encuentran en el agua de riego. Por lo tanto, es importante tener en cuenta la composición química del agua que se utilizará para la preparación de los fertilizantes líquidos.

Por ejemplo, en condiciones de agua de alta alcalinidad, el fósforo de un fertilizante de fosfato precipita con el calcio y magnesio presentes en el agua. Estos precipitados se pueden ver en la parte inferior del tanque de fertilizante.

Interacción entre los fertilizantes

Hay fertilizantes que no se pueden mezclar en la misma mezcla, ya que son incompatibles. En algunos casos, cuando se mezcla, los fertilizantes inducen inmediatamente cristalización y causan obstrucción en el sistema de riego. En otros casos, la reacción entre dos fertilizantes incompatibles provoca la pérdida de ingredientes nutricionales para la planta.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Compatibilidad de los fertilizantes solubles más comunes:

Urea		Sulfato de magnesio (MagS)
Nitrato de amonio (AN)		Nitrato de magnesio (MagN)
Sulfato de amonio (AS)		Cloruro de Calcio (CChI)
MAP		Nitrato de calcio (CN)
MKP		Sulfato de potasio (SOP)
Nitrato de potasio (NOP)		Cloruro de Potasio (MOP)
Cloruro de Potasio (MOP)		Nitrato de potasio (NOP)
Sulfato de potasio (SOP)		MKP
Nitrato de calcio (CN)		MAP
Cloruro de calcio (CChI)		Sulfato de amonio (AS)
Nitrato de Magnesio (MagN)		Nitrato de amonio (AN)

⊕ Compatible,
⊗ Compatibilidad Limitada,
⊖ Incompatible

Prueba de jarras

Para asegurarse de no inyectar productos que podrían obstruir o dañar el sistema de riego; antes de la inyección de fertilizantes, ácido o cualquier producto químico, sobre todo si es la primera vez que se usa un producto específico o de la mezcla de productos, o si se suministra un producto por un nuevo proveedor, realice una sencilla prueba de jarras de la siguiente manera:

- Use un recipiente de vidrio limpio y transparente de 2 litros (0,5 USG) mínimo.
- Rellene con la misma agua utilizada para el riego, tomada en el punto de inyección en el sistema.
- Agregue lo(s) producto(s) en el agua en el recipiente en la proporción exacta prescrita para inyección.
- Mezcle manualmente el contenido del recipiente hasta que los productos estén completamente disueltos.
- Si después de la mezcla durante unos minutos los productos todavía no se disuelven, no inyecte el producto o mezcla en el sistema de riego y llame a su representante local de Netafim™ para obtener asesoramiento.
- Si los productos se disuelven correctamente, coloque el recipiente a descansar, sin tapar, durante 24 horas a temperatura ambiente, protegido de la luz solar directa.
- Después de 24 horas, examine visualmente el contenido del recipiente a contra luz y compruebe si hay algún tipo de sedimentación, coagulación o sólidos flotantes.
- Si alguno de estas reacciones estuviera presente, no inyecte el producto o mezcla en el sistema de riego y llame a su representante local de Netafim™ para obtener asesoramiento.

Corrosividad

La mayoría de los fertilizantes, tanto sólidos como líquidos, atacan metales en los sistemas de riego y fertilización. Generalmente, cuanto mayor es la acidez de la solución, mayor será el efecto corrosivo. Por ejemplo, la combinación de cloruro de potasio y ácido fosfórico es extremadamente corrosiva.

Volatilización

Los fertilizantes que contienen urea y nitrógeno de amonio se pueden perder por la volatilización de amoniaco. Los tanques de almacenamiento de mezclas de fertilizantes líquidos para más de 4 días deben ser sellados.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

PH de fertilizante

Los fertilizantes líquidos tienen diferentes niveles de pH que pueden afectar el cultivo y el sistema de riego por goteo.

El nivel de pH aceptable para los cultivos es de 5-7.

El efecto de los fertilizantes con diferentes niveles de pH en el sistema de riego:

Nivel de pH		Efecto sobre el sistema de riego
hasta 5	ácido	Puede perjudicar a los goteros PC y componentes del sistema que contienen Acetal, dependiendo de la duración de la exposición a la sustancia y la temperatura ambiente.*
5 - 6	ligeramente ácida	Cuando se combina con ciertos nutrientes, puede dañar los goteros PC y los componentes del sistema hechos de materiales que contienen Acetal, dependiendo de la duración de la exposición a la sustancia y la temperatura ambiente.*
6 - 8	neutro	Todos los componentes de un sistema de riego por goteo de Netafim™ son resistentes a niveles de pH de 6 y más.
8 y más	básico	Con la combinación de ciertos nutrientes, se puede producir la sedimentación, causando la obstrucción de los goteros u otros componentes*

* Consulte a un experto Netafim™.

Salinidad

Los fertilizantes son sales que contribuyen al aumento de la salinidad del agua de riego. La medición de la conductividad eléctrica refleja la salinidad del agua, y se mide con instrumentos sencillos en el campo y en el laboratorio.

Higroscopicidad

Fertilizantes sólidos tienen diferentes niveles de higroscopía (humedad que se adhiere al fertilizante); endureciendo los gránulos, y haciéndolos difíciles de manejar después. Es importante mantenerlos en un espacio cerrado con el fin de evitar este fenómeno.

Fertilizantes líquidos

Preparación de fertilizantes líquidos:

La temperatura del agua en la que se disuelve influye en la cantidad de fertilizante para disolver, como se muestra en la siguiente tabla.

Efecto de la temperatura (° C) de la solubilidad de los fertilizantes (gramos de fertilizante / litro de agua):

G de fertilizante / L de agua	Temperatura °C					
	0	5	10	20	25	30
Urea	680	780	850	1060	1200	1330
Sulfato de amonio	700	715	730	750	770	780
Sulfato de potasio	70	80	90	110	120	130
Cloruro de potasio	280	290	310	340	350	370
Nitrato de potasio	130	170	210	320	370	460
Fosfato de monoamonio	227	255	295	374	410	464

Se puede observar que la temperatura de fertilizantes afecta fuertemente su solubilidad, como en el caso de la urea. En contraste, las características de sulfato de amonio no son casi afectadas por la temperatura.

Generalmente, la temperatura del agua, en condiciones de campo, es más alta que 20° C. Por lo tanto, podría parecer lógico suponer que en el momento de la preparación de un fertilizante líquido, que cuanto mayor es la temperatura del agua, mayor es la cantidad de fertilizante que se puede disolver. Sin embargo, un parámetro crucial ha sido ignorado...

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Cuando fertilizantes se mezclan con agua, una reacción entre el agua y el producto se produce, que enfría la mezcla. Esto se denomina **reacción endotérmica**. Debido a la temperatura reducida del agua, la cantidad total de producto que se calcula de acuerdo a la temperatura original del agua antes de la mezcla no se puede disolver más. Esto ocurre con los fertilizantes que contienen compuestos de nitrógeno tales como nitrato de amonio y urea.



CONSEJO

Cuando un fertilizante ha de disolverse, no exceda la cantidad permitida de 10° C, de acuerdo con la tabla anterior.

Eligiendo el punto de inyección de fertilizante líquido

La mezcla puede ser inyectada en varios puntos del sistema, de acuerdo a la necesidad.

El fertilizante inyectado en el sistema de riego se mueve con el agua de riego desde el punto de inyección aguas abajo, por lo tanto, cuando al irrigar, la parte del sistema aguas abajo del punto de inyección también recibe fertilizante.

Tres puntos de inyección se pueden enumerar:

A. En el cabezal de riego

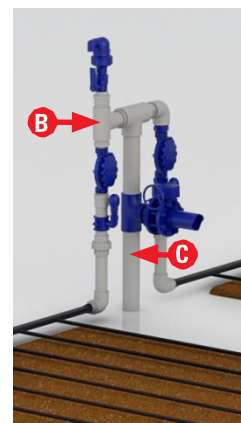
El fertilizante inyectado en este lugar llega a todas las válvulas que reciben agua del cabezal de riego.

B. Una válvula en una parcela específica

Fertilizante inyectado después de una válvula específica llegará a la parte de la parcela irrigada por la dicha válvula.

C. Entre el cabezal de riego y un grupo de válvulas

Esta es la ubicación entre los dos puntos anteriores, sino que debe ser utilizada para fertilizar un grupo de válvulas que irrigan al mismo tiempo.



Equipo para la inyección de fertilizante líquido

Para obtener la gama completa de unidades de dosificación y la forma de elegir el adecuado, consulte la [Unidad de dosificación](#), en la página 26.

Gestión de goteo Nutrigation™

Teniendo una visión general del programa de riego y fertilización, proceda a analizar si el programa es técnica y agrónomicamente aceptable.

En primer lugar, se deben cumplir dos reglas importantes:

- La inyección de fertilizante líquido comenzará solo cuando el sistema de riego está completamente presurizado y estabilizado, o sea, cuando el agua ha alcanzado la línea de goteo más alejada con la presión requerida. La duración de la inyección de fertilizante depende del tamaño y el diseño del sistema, pero como regla general, no debe en ningún caso ser inferior a 0,5 hora (media hora).
- El riego no debe ser detenido antes que la cantidad necesaria de agua con fertilizante haya salido por gotero más alejado. Esto también depende del tamaño del proyecto, la longitud de las tuberías de goteo y el diseño del sistema. Vea Tiempo de Avance en la Guía de mantenimiento preventivo en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>. Si es necesario, llame a un experto de Netafim™ para calcular el tiempo de inyección de fertilizantes para su sistema específico.

Sabiendo la hora de inicio y la hora de finalización del riego, y el tiempo que la fertilización se puede realizar, se procederá de acuerdo con los cálculos y el equipo de inyección.

Ajuste del tiempo de aplicación de fertilizantes durante el riego:

El tiempo de inyección de fertilizante líquido se debe determinar de acuerdo con el tiempo de ejecución para que la fertilización sea mejor ejecutada, evitando el desperdicio de fertilizantes debido al exceso de agua, o el fracaso por no poder completar el programa de fertilización debido al tiempo de riego. **Por lo tanto, un programa debe ser hecho.**

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Pasos a seguir en el establecimiento de la duración de la inyección y el tiempo

EJEMPLO

A. Cálculo de la cantidad del elemento puro.

Ejemplo: Nitrógeno

- Cantidad de nitrógeno puro por mes: 50 Kg. por hectárea.
- Días en el mes: 30 días.
- Cantidad de nitrógeno puro por día: $50/30 = 1,66$ Kg./ha/día

B. Calcular cuántos litros de fertilizante líquido se necesitarán

- Para 100 litros de mezcla final (agua y fertilizantes), 20 Kg. de urea o 27.8 kg de nitrato de amonio se disolverá.
- Esa cantidad de urea o nitrato de amonio representa 9 Kg. de nitrógeno puro ($20 \text{ Kg.} \cdot 45\%$, o $27,8 \cdot 33\%$).
- Si en 100 litros de fertilizante líquido hay 9 Kg. de nitrógeno puro, se deduce que 1 (uno) Kg. de nitrógeno puro es igual a 11,1 litros de la mezcla, o lo mismo ($100/9 = 11,1$).
- Tamaño de la parcela a regar: 20 hectáreas.
- Total inyectado de fertilizante líquido cada día va a ser:
 $\text{Total de hectáreas} \cdot \text{Kg. de nitrógeno puro en el riego} \cdot \text{litros de fertilizante por Kg. de nitrógeno puro} = 20 \text{ ha} \cdot 1,66 \text{ Kg. de N / riego} \cdot 11,1 \text{ litros} = 368 \text{ litros de fertilizante por riego.}$
- Si el riego se realiza cada dos días, 736 litros ($368 \cdot 2$) deben ser aplicados.

C. Duración requerida de riego

- Se calcula la capacidad de riego por hora del sistema:
 - El caudal de goteo es de 0,8 litros por hora.
 - La distancia entre goteros es de 0,50 metros.
 - La distancia entre las tuberías de goteo es de 1,60 metros.
 - La precipitación horaria de riego es $= 0,8 / (0,5 \cdot 1,6) = 1,0$ mm por hora o 10,0 m3 por hectárea por hora.
 - Evapotranspiración de Referencia en Tanque Clase "A" es de 8 mm.
 - Coeficiente de reposición (K_c) = 0,8
 - Cantidad de agua para el riego por día $= 8 \text{ mm} \cdot 0,8 = 6,4 \text{ mm}$ o 64 m3 por hectárea.
 - Tiempo de riego por día $= \text{total de agua para el riego en mm} / \text{Capacidad horaria de riego en mm/hora} = 6,4 \text{ mm} / 1,0 \text{ mm por hora} = 6 \text{ horas y } 24 \text{ minutos.}$
 - Sin embargo, como se riega cada dos días, la duración debe establecerse durante 12 h y 48 m.

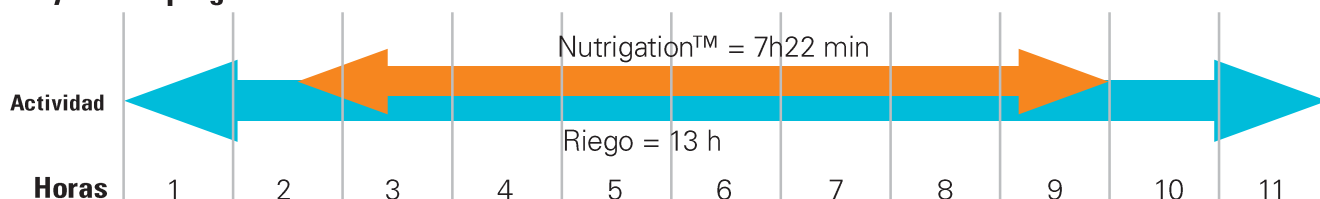
D. Cálculo de tiempo de inyección

- En este ejemplo, el inyector de fertilizante es capaz de inyectar 100 litros por hora.
- Total de fertilizante a inyectar es de 736 litros (paso B).
- Tiempo para ser inyectado: $736 \text{ litros de fertilizante} / 100 \text{ litros por hora} = 7,36 \text{ horas}$ (7h y 22m).

E. Programa de inyección

Después de calcular todos los datos anteriores, el siguiente paso es decidir el momento de la inyección de fertilizantes durante el riego.

Proyecto de programa:



GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Nutrigation™ en la temporada de lluvias

Puede suceder que, después de una precipitación, se debe realizar la fertilización, la aplicación de la cantidad de fertilizante que no podía ser aplicada durante los días sin riego. Para este propósito, la mezcla de fertilizante líquido puede ser modificada mediante una concentración más alta para la misma cantidad de agua.



EJEMPLO

Si debe fertilizar para completar la dosis de 4 días, pero con una cantidad de agua equivalente a 1 (un) día de riego, se puede proceder de la siguiente manera:

- Cantidad de agua: 6,4 mm
- Tiempo de ejecución: 6 horas y 24 minutos
- Dosis de nitrógeno por día: 1.66 Kg. por hectárea.
- Días para reponer la fertilización: 4 días.
- En el tanque de fertilizante líquido, se puede preparar en cualquiera de las siguientes maneras:
 - A la misma concentración, lo que significa que en 11 litros de la mezcla hay 1 Kg. de nitrógeno puro.
 - Incrementar de la cantidad de urea. Por ejemplo, agregar 30 Kg. de urea, equivalente a 13,5 Kg. De Nitrógeno puro ($30 \times 0,45 = 13,5$) en la mezcla de 100 litros. Esto significa un (1) Kg. de nitrógeno por cada 7,4 litros de fertilizante líquido.
- Si el tamaño del proyecto es de 20 hectáreas, la cantidad de inyección depende si se continúa con la misma concentración de nitrógeno en el tanque o se incrementa, como se explica en la sección anterior. Entonces:
 - $1,66 \text{ Kg. N/día} \times 20 \text{ hectáreas} \times 11 \text{ l/Kg. de N} \times 4 \text{ días} = 1461 \text{ litros.}$
 - $1,66 \text{ Kg. N/día} \times 20 \text{ hectáreas} \times 7,4 \text{ l/Kg. de N} \times 4 \text{ días} = 982 \text{ litros.}$
- El tiempo de inyección puede ser de 4 a 5 horas, lo que requeriría adaptar el caudal del inyector de fertilizante, de acuerdo con el siguiente cálculo:
 - $1461 \text{ litros} / 4 \text{ horas} = 365 \text{ litros por hora.}$
 - $1461 \text{ litros} / 5 \text{ horas} = 293 \text{ litros por hora.}$
 - $982 \text{ litros} / 4 \text{ horas} = 245 \text{ litros por hora.}$
 - $982 \text{ litros} / 5 \text{ horas} = 196 \text{ litros por hora.}$

Elija la opción que se adapte a las capacidades del sistema y la humedad del suelo, y permita el riego con conductividad eléctrica (CE) aceptable.

Chemigation

Chemigation™ se refiere a la inyección de productos químicos para prevenir o reducir la obstrucción del gotero (adición de cloro, peróxido de hidrógeno, ácido u otros), y la inyección de productos químicos para las requerimientos de los cultivos y del suelo (herbicidas, pesticidas y otros).



ADVERTENCIA

Las sustancias químicas utilizadas en los sistemas de riego por goteo, cuando no se manejan adecuadamente, pueden causar lesiones graves o incluso la muerte. También pueden dañar los cultivos, el suelo, el medio ambiente y el sistema de riego.

El manejo adecuado de las sustancias químicas es la responsabilidad del productor.

Observe siempre las instrucciones del fabricante del producto químico y las normas emitidas por la autoridad local competente.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO



NOTA

Netafim™ autoriza el uso de ciertos agentes químicos. Los productos que no están autorizados en este resumen deben pasar una prueba de control en el laboratorio de Netafim antes de ser utilizados, para determinar si son seguros para su uso con sistemas Netafim.

Fungicidas, herbicidas, insecticidas y desinfectantes de suelo autorizados por Netafim™

- Metam Sodio
- Telone II
- Formaldehído

Existen opciones adicionales, póngase en contacto con el departamento agronómico de Netafim™ para obtener más información.

Después de la quimigación, es necesario continuar el riego durante al menos 30 minutos con agua que está libre de productos químicos. Verifique la duración de lavado y sincronía con las tablas que muestran los tiempos de avance (vea Ficha Técnica de la tubería de goteo).

Siguiendo el punto anterior, en sistemas de riego con goteros anti-drenante (CNL), es necesario abrir los extremos de las tuberías de goteo para un mejor lavado.

Posibles problemas del producto

En general, los productos, tanto los aprobados y no aprobados por Netafim™, contienen aproximadamente el mismo porcentaje de material activo.

Las diferencias entre los diferentes productos son:

- La calidad del producto
- El tiempo de almacenamiento
- La dosificación
- La calidad de la emulsión

Con emulsión de buena calidad, los componentes activos en el producto se mezclan con el agua sin crear capas de diferentes composiciones. Cuando no se cumplen estas condiciones, el contacto de altas concentraciones de componentes activos del producto con distintas partes del sistema, tales como válvulas, goteros, medidores de flujo, etc., podrían dañarlos. Estos productos son muy corrosivos para algunos metales y también reaccionan con diversos polímeros (dependiendo del producto).

Aplicación de herbicida por Chemigación a través de riego por goteo

Chemigation se realiza con una unidad de dosificación. Para obtener la gama completa de unidades de dosificación y la forma de elegir el adecuado, consulte [Unidad de dosificación](#), en la página 26.

Ventajas

- Evita daños a los cultivos y la contaminación de follaje, flores y frutos causada por pulverización.
- La aplicación es local y evita daños en los cultivos vecinos.

Proceso de inyección de herbicida

- El herbicida debe ser diluido a una solución acuosa antes de la inyección.
- Inyectar el herbicida en el sistema en la cabecera de la parcela en cuestión.
- Empezar la inyección del herbicida solo después que se unen los bulbos húmedos alrededor de los goteros.
- Después de la quimigación, es necesario continuar el riego durante al menos 30 minutos con agua que está libre de productos químicos. Verifique la duración de lavado y sincronía con las tablas que muestran los tiempos de avance (vea Ficha Técnica de la tubería de goteo).



CONSEJO

La inyección de herbicida debe llevarse a cabo cerca del final del evento de riego. **Ejemplo:** si se va a regar 300 m³, el herbicida se deberá aplicar, después de 250 m³ se hayan irrigados.

GESTIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO POR GOTEO

Inyección o colocación de tuberías de goteo

Es importante colocar o inyectar las tuberías de goteo con los goteros hacia arriba. Esto evita que los sedimentos presentes en las tuberías penetren en los goteros y alargue la vida de las tuberías de goteo.



NOTA

Al insertar o colocar tuberías de goteo de pared gruesa, es imposible garantizar que todos los goteros estarán de manera uniforme hacia arriba.

Al inyectar la tubería de goteo, una caja de rodillos Netafim™ con rodillos de Okolon debe ser instalada en la máquina de inyección para evitar su flexión, y así ayudar a que los goteros queden instalados en la parte superior de la línea (orificio de salida del agua hacia arriba).



NOTA

La flexión de la tubería de goteo puede interferir con el flujo regular del agua y pueden bloquear el paso del agua por la tubería de goteo.

Utilice cincel de inyección de Netafim

- Diámetro: 1,5"
- Sin costura, tubo de acero grado 40, sin protuberancias internas que podrían dañar las tuberías de goteo.
- Entrada cónica al tubo para permitir una inyección sin dificultades de la tubería de goteo a lo largo de todo el tiempo de inyección.
- Permite la inyección profunda garantizando al mismo tiempo que la entrada al tubo del cincel esté siempre por encima del nivel del suelo para evitar que la tierra penetre dentro de éste.
- La salida del tubo está biselada para garantizar la correcta inyección de la tubería de goteo sin dañar los goteros.



El carrete de la tubería de goteo debe ser instalado de modo que gire en la dirección opuesta al movimiento del tractor como se indica por la flecha en el lado de la bobina. De esta manera, la tubería de goteo entra en la entrada del tubo del cincel en un ángulo correcto.



ADVERTENCIA La instalación de manera equivocada del carrete de tubería de goteo dañará los goteros, debido a que penetrarán en la entrada cónica en un ángulo demasiado empujado.

Vea una visión general de la [maquinaria agrícola de Netafim para la inserción de goteros, colocación y recuperación](#) en la página 44.

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Horario de mantenimiento	67
Lavado del sistema	68
Preparación y uso de una lista de comprobación de condiciones hidráulicas	74
Inyección de químicos para el mantenimiento del sistema	74
Análisis del agua	76
Goteros de muestra	78
Control de roedores	79
Prevención de la intrusión de raíces en sistemas subterráneos de riego por goteo (SDI)	80
Contaminación por partículas externas en SDI	80
Períodos de inactividad del sistema	81

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

El objetivo de este capítulo es proporcionar pautas y consejos útiles para el mantenimiento adecuado de un sistema de riego por goteo.



NOTA

Para el correcto funcionamiento del sistema de riego es imprescindible poner en práctica todas las instrucciones de mantenimiento adecuado del sistema de riego por goteo en este capítulo.

Para un rendimiento óptimo, los sistemas de riego por goteo requieren mantenimiento rutinario del sistema. A pesar de que las recientes innovaciones en el diseño de goteros han proporcionados tuberías de goteo de difícil obturación, fácilmente disponibles, la naturaleza de las fuentes agrícolas de agua, las prácticas de inyección de nutrientes, las limitaciones naturales de los equipos de filtración y el ambiente de crecimiento agrícola en general hacen el mantenimiento una prioridad.



ADVERTENCIA

En casos extremos de negligencia en realizar el mantenimiento rutinario del sistema, un sistema de riego por goteo obstruido puede causar la pérdida de la cosecha actual, e incluso requerir la sustitución de las tuberías de goteo.

Tomar lecturas de referencia y supervisar el caudal, la presión y el estado del agua de descarga regularmente proporcionará orientación para la programación del mantenimiento.

Además del caudal, la presión y la condición de las aguas de lavado, el estado general de la estación de bombeo y el sistema de distribución deben ser inspeccionados y/o calibrados de manera rutinaria, incluyendo componentes de equipos de control, motores, depósitos, inyectoros, tuberías, válvulas, accesorios, medidores de flujo y medidores de presión.

Equipo roto o disfuncional debe inmediatamente ser reparado o sustituido con el mismo equipo o similar que realizará la misma función de acuerdo con los criterios de diseño del sistema.

Además de hacer ajustes en el equipo o las reparaciones, la mayoría de las actividades de mantenimiento del sistema son: la aplicación de productos químicos, el lavado del sistema y el control de plagas.

El mantenimiento consiste en dos categorías:

- **Mantenimiento preventivo**, destinado a prevenir la obstrucción de los goteros, se puede dividir en tres categorías:
 - Lavado del sistema
 - Inyección de químicos
 - La programación del riego ([vea la página 49](#))
- **El mantenimiento correctivo**, consiste principalmente en la eliminación de obstrucciones ya presentes en los goteros:
 - Obstrucción orgánica – debe ser tratada con peróxido de hidrógeno.
 - Obstrucción mineral - debe ser tratada con ácidos (o una combinación de ácido y peróxido de hidrógeno).

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Agenda de mantenimiento

Cuando se opera un nuevo sistema por primera vez

- Lave la tubería - línea principal, sub-red y las tuberías de distribución.
- Lave las tuberías de goteo.
- Compruebe el caudal real y la presión de trabajo para cada turno de riego (Cuando el sistema esté activo durante al menos media hora).
- Compare los datos obtenidos con los datos que se suministran con el sistema (en proyecto). La tolerancia no debe ser mayor que $\pm 5\%$.
- Anote los nuevos datos adquiridos y manténgalos como punto de referencia para futuras consultas.
- Si la tasa de caudal y/o la presión de trabajo en cualquier punto en el sistema difieren en más de 5% de los datos suministrados con el sistema, el instalador tiene que comprobar el sistema en busca de errores.

Una vez a la semana

- Compruebe el caudal real y la presión de trabajo para cada turno de riego en condiciones normales de funcionamiento (o sea, cuando el sistema está activo durante al menos media hora y se estabiliza).
- Compare los datos obtenidos con los datos de referencia.
- Compruebe si hay agua que llega al final de todas las tuberías de goteo.
- Compruebe el diferencial de presión a través de los filtros. Un sistema de filtración bien planificado debe perder de 0,2-0,3 bar (cuando el sistema de filtración esté limpio). Si la presión diferencial superar 0,8 bar (11,6 PSI), compruebe el(los) filtro(s) y su controlador en busca de fallas.

Una vez al mes

- Lave las tuberías de goteo.
(Podría ser necesario lavar a una frecuencia inferior o superior de acuerdo con el tipo y la calidad del agua).
- Si el sistema de filtración es automático, inicie el lavado del (de los) filtro(s) y compruebe que todos los componentes funcionan según lo previsto.
- Si se instalan válvulas de regulación de presión, verifique la presión a la salida de cada una de ellas y compare éstos con los datos de referencia.

Una vez en una temporada de cultivo

En algunos casos, esto se debe realizar dos o tres veces en una temporada de cultivo de acuerdo con el tipo y la calidad del agua utilizada.

- Compruebe el nivel de suciedad en el sistema (carbonatos, algas y sedimentaciones de sales).
- Compruebe si hay presencia de obstrucción de goteros.
- Lave la tubería - línea principal, sub-red y las tuberías de distribución.
- Si es necesario, inyecte peróxido de hidrógeno y/o ácidos según se requiera.

Al final de la temporada de cultivo

- Inyecte productos químicos para el correcto mantenimiento y el lavado de la línea principal, las líneas sub-principales, las tuberías de distribución y las tuberías de goteo.
- Lave las tuberías de goteo.
- Prepare el sistema para el período de inactividad entre las temporadas de cultivo.
- Prepare la "invernación" del sistema en las regiones donde la temperatura podría descender por debajo de 0° C (32° F).

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Lavado del sistema

El lavado del sistema de riego reduce al mínimo la acumulación de contaminantes, sacándolos fuera del sistema.

El lavado del sistema de riego se compone de 3 procesos:

- Lavado de filtro
- Lavado de las líneas principales y sub-principales
- Lavado de las tuberías de goteo

Lavado de filtros por retrolavado (flujo inverso)



ATENCIÓN

Para la filtración efectiva, los filtros deben ser retrolavados siempre que se ensucien.

Filtros - ya sea de disco, la malla o del arena/grava (vea los [Tipos de filtros](#), página 17) - deberán ser lavados periódicamente para eliminar toda partícula retenida o materia orgánica. Los filtros obstruidos pueden reducir la presión en el sistema lo que provocará la reducción de la tasa de aplicación de agua.

El rendimiento del filtro depende de la eficiencia de su lavado y limpieza. Toda acumulación de materiales eventualmente conduce a la obstrucción del filtro.

En el diseño de un sistema de filtración, el lavado del filtro debe ser considerado. La mayoría de los sistemas de filtración es diseñada, ya sea para el lavado manual, semiautomático o automático. Ciclos de lavado para los sistemas manuales y semi-automáticos se activan manualmente, mientras que los ciclos de lavado para los sistemas automáticos se activan tanto cuando se supera una diferencia de presión preestablecida a través de los filtros, o por un intervalo de tiempo de funcionamiento preestablecido. La selección de la automatización de la filtración depende de consideraciones de costos y mano de obra.

Agua de pozo, por lo general, requiere un separador de arena para eliminar la arena antes de entrar en el sistema de filtración (vea [Separador de Arena de Hidrociclón](#), página 17).

Diferencial de presión a través de un filtro

Cada filtro debe causar una pérdida de presión en el sistema mientras filtra. Esta pérdida de presión se mide por el diferencial de presión a través del filtro (entre la entrada y la salida del filtro).



NOTA

Compruebe la documentación del filtro para conocer el diferencial de presión permisible a través de éstos.

La mayoría de los filtros incurren en pérdidas de presión cada vez más grandes entre la entrada y la salida del filtro como éste se obstruye. Monitoree el diferencial de presión del filtro con frecuencia, especialmente cuando las condiciones del agua cambian a través de la temporada.

Compruebe la diferencia de presión a través del filtro (de acuerdo con la documentación del filtro)		
Filtro	Más alto que el máximo	Inferior al mínimo
Grava / arena	• Obstrucción parcial o total del medio. • Desarrollo de biofilm en el medio.	• Túneles en el medio. • Rotura y pérdida del medio.
Malla	• Obstrucción de la malla • Desarrollo de biofilm.	• Rotura de la malla.
Disco	• Obstrucción de los pasos de agua en los filtros. • Desarrollo de biofilm.	• Fuga a través de los discos. • Sólidos atrapados entre los discos (que impiden que éstos sean prensados causando brechas entre los discos).

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Diferencial de presión excesiva puede producir el paso de suciedad a través de los filtros y/o rendimiento deficiente del sistema de riego.



ATENCIÓN

El lavado demasiado frecuente se produce cuando el filtro no se limpia adecuadamente y el diferencial de presión a través del filtro se mantiene alto inmediatamente después de lavado.

Inspección visual

Inspeccione visualmente la unidad de filtración y el resto de componentes de filtros y accesorios para verificar la integridad mecánica.

Lavado automático

Compruebe la frecuencia de lavado automático		
La frecuencia de lavado es demasiado alta	La frecuencia de lavado es demasiado baja	Lavado automático no funciona
• La unidad o medio de filtración sigue obstruido después del lavado. • El rango de presión no está ajustado en el controlador. • Fallos en la automatización o en el sensor.	• La unidad o medio de filtración está roto o con fugas. • Fallos en la automatización o en el sensor. • Falla mecánica.	• Fallos en la automatización o en el sensor. • Falla mecánica.

Una vez al mes

Si el sistema de filtración es automático, inicie el lavado del (de los) filtro(s) manualmente y compruebe que todos los componentes funcionan según lo previsto.

Filtro de grava/arena

Compruebe el agua en la salida de drenaje del filtro a través del tacto para detectar la pérdida de medio de grava/arena.

Técnicas de lavado del filtro

Muchos sistemas de filtros son automatizados y harán la auto-limpieza a través de una válvula de lavado de 3 vías cuando se alcance diferencial de presión preestablecido. Para este procedimiento, el flujo de agua se invierte por un corto tiempo para llevar los desechos a través de una línea de lavado de filtro por flujo inverso.



ATENCIÓN

Para evitar la pérdida de fertilizantes, si se instala un filtro aguas abajo de una unidad de dosificación, ajuste el controlador para hacer una pausa de Nutrigation™ o Chemigación durante el lavado del filtro por flujo inverso.

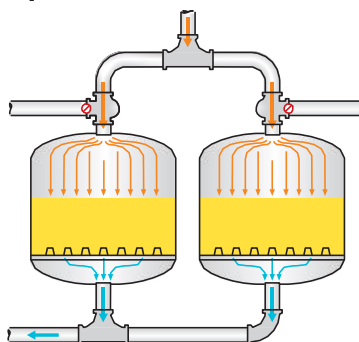
Siempre dé prioridad al retrolavado. Nunca realice Nutrigation™ o Chemigación durante el lavado de filtro por flujo inverso.

Cada tipo de filtro tiene un retrolavado diferente

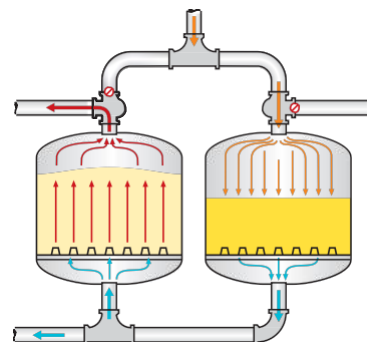
Filtro de grava/arena

- En el funcionamiento actual, las válvulas automáticas de 3 vías cierran las salidas de drenaje del filtro. El agua fluye a través del medio de grava/arena a la línea de riego.
- Cuando se realiza el lavado del filtro, la válvula de 3 vías automática, de uno de los filtros abre la salida de drenaje, mientras bloquea la entrada de agua al filtro. La salida del drenaje abierta crea un diferencial de presión a través del filtro, permitiendo que el agua fluya a través del filtro hacia afuera por la salida de drenaje arrastrando consigo las impurezas. Los filtros siguientes en la misma batería serán lavados consecutivamente.

Operación Actual



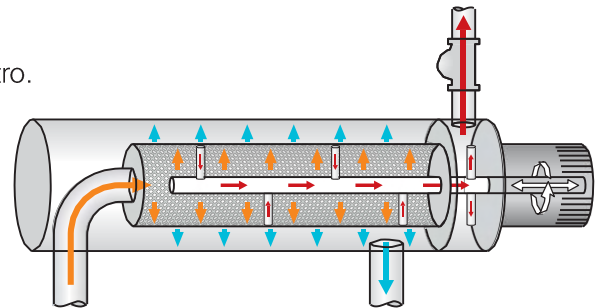
Lavado del Filtro



MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

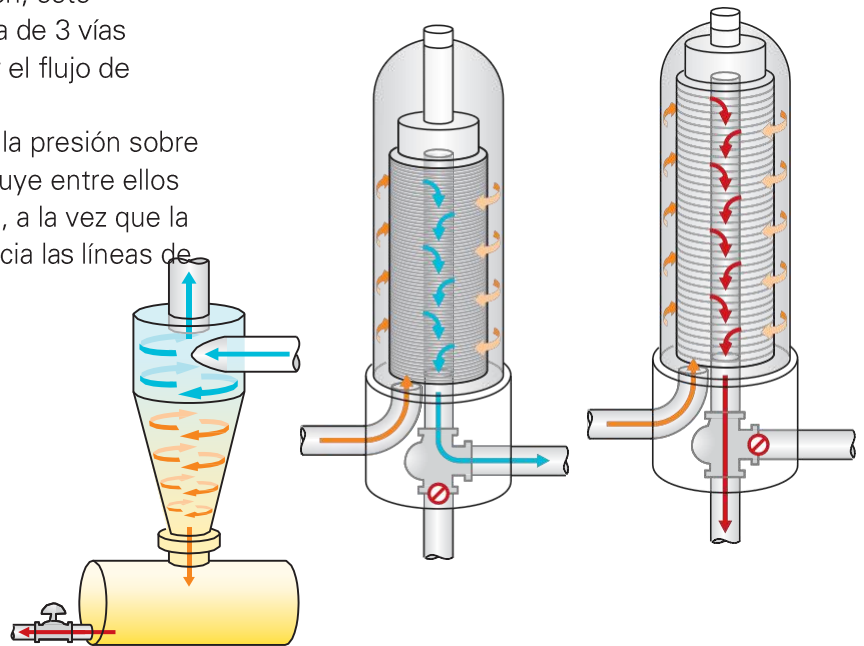
Filtro de malla

El lavado es hecho durante el funcionamiento actual del filtro. La válvula automática abre la salida de drenaje, lo que crea una succión en el eje de lavado. El motor hace girar el eje de lavado y se mueve hacia atrás y adelante, cubriendo toda la superficie interior de la malla de filtrado.



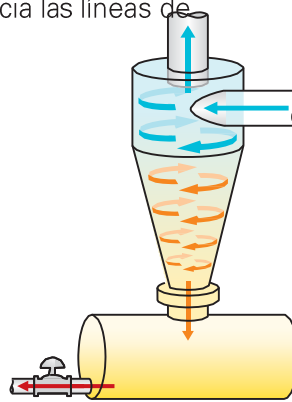
Filtro de disco

- Durante el funcionamiento actual del pistón, éste mantiene los discos prensados y la válvula de 3 vías automática está configurada para permitir el flujo de agua a la tubería de riego.
- En la operación de lavado, el pistón libera la presión sobre los discos para permitir que el agua que fluye entre ellos arrastre la suciedad retenida en los discos, a la vez que la válvula de 3 vías cierra el paso de agua hacia las líneas de riego abriendo la salida de ésta al drenaje.



Separador de arena

Para lavar la arena acumulada en el compartimiento inferior del hidrociclón, abra la válvula de salida de éste..



Mantenimiento periódico de los filtros



PRECAUCIÓN

Asegúrese que el sistema no esté bajo presión.

Filtro de grava/arena

La inspección periódica del medio en filtros de grava/arena es una tarea esencial de mantenimiento que se descuida con frecuencia. Grava/arena no tener apelmazamiento o formación de grietas, y debe ser limpiado adecuadamente durante los ciclos de lavado del filtro por retrolavado.

El filtro puede perder un poco de grava/arena durante los ciclos de limpieza por retrolavado, por lo que incluso, si el filtro está en buenas condiciones de funcionamiento, puede requerir grava/arena adicional de vez en cuando.

Durante la inspección, examine la grava/arena con el tacto. Los granos de grava/arena deben ser de bordes afilados, no redondeados y suaves como la arena de playa. Los bordes afilados promueven una mejor filtración, pero los ciclos de lavado del filtro por retrolavado producirán suave desgaste de los granos de arena/grava en el tiempo. Si esto ha ocurrido, sustituya la grava/arena. El redondeo de los bordes de grava/arena puede tardar varios años, pero con el tiempo sucederá.

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Filtro de malla

Saque la malla de la carcasa del filtro y límpiela con agua a presión y cepillos.

Inspeccione visualmente la malla en busca de brechas y grietas, y reemplace la malla si está dañada.

Filtro de disco

- Abra la carcasa del filtro y libere el pistón que sostiene los discos prensados juntos.
- Saque los discos de la columna interna del filtro.

Para el agua de superficie con residuos orgánicos y biológicos:

Prepare una solución de peróxido de hidrógeno al 10%. Vierta 7 litros (1,8 galones) de agua en un recipiente y añada 3 litros (0,8 galones) de peróxido de hidrógeno (35%), o vierta 8 litros (2,1 galones) de agua en el recipiente y añada 2 litros (0,53 galones) de peróxido de hidrógeno (50%) al agua.

Para agua de pozo con depósitos de manganeso, hierro o carbonatos:

Prepare una solución de ácido clorhídrico al 10%. Vierta 7 litros (1,8 galones) de agua en un recipiente y añada 3 litros (0,8 galones) de ácido clorhídrico (30-35%) al agua.

- Agrupe los discos sobre un cable resistente a los ácidos y ate los extremos del alambre para formar un grupo de discos. El grupo no debe estar demasiado apretado, para permitir el contacto de todas las superficies de los discos con la solución limpiadora.
- Remoje los discos en esta solución asegurándose de que los discos estén sueltos y tienen un buen contacto en ambos lados con la solución. No ponga demasiado grupos de discos juntos.
- Remueva cada grupo de discos en la solución un par de veces. El tiempo total de inmersión es de 1 a 3 horas.
- Si la solución ya no hace la limpieza de los discos, sustituirlos por una nueva solución limpiadora.
- Inspeccione visualmente los discos, verificando la limpieza de éstos y buscando abolladuras y/o grietas reemplazando los discos dañados.
- Ponga los discos nuevamente en el filtro. Asegúrese de volver a poner la misma cantidad de discos que se han sacado. Apriete el pistón que sostiene los discos prensados juntos y cierre la carcasa del filtro.
- Lave el filtro un par de veces con agua limpia para eliminar todas las sustancias químicas.

Lavado de las líneas principales, sub-principales y de distribución

Lavar las líneas principales, sub-principales y de distribución es una operación importante que no recibe la atención que necesita. Incluso con un filtro primario en la estación de control del cabezal, las partículas pequeñas pueden llegar a pasar el filtro y deben ser eliminadas físicamente del sistema de tuberías.

Lavar las líneas principales, sub-principales y de distribución reducirá considerablemente la acumulación de materiales orgánicos y minerales en el sistema. Esto evitará que los materiales lleguen a los goteros y causen, quizá, la obstrucción de ellos, minimizando así la cantidad de productos químicos necesarios para el mantenimiento del sistema. El lavado periódico de las líneas principales, sub-principales y de distribución se traducirá en un ahorro significativo de tiempo de trabajo y de productos químicos.

Las líneas principales, sub-principales y de distribución, en el sistema deben ser lavadas de forma secuencial.

Cada una de ellas debe lavarse hasta que el agua salga limpia y clara.



ATENCIÓN

Las tuberías deben ser lavadas periódicamente. La frecuencia dependerá principalmente de la calidad del agua y del programa de mantenimiento (mínimo: una vez en cada temporada de cultivo).

El lavado es efectivo solo cuando la velocidad de flujo dentro de la línea principal, sub-principal o de distribución es suficiente para permitir velocidades de lavado adecuadas en el sistema.

Obtener la velocidad del agua que fluye en las tuberías

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

La velocidad del agua en una tubería depende del caudal y el diámetro interno de la tubería.

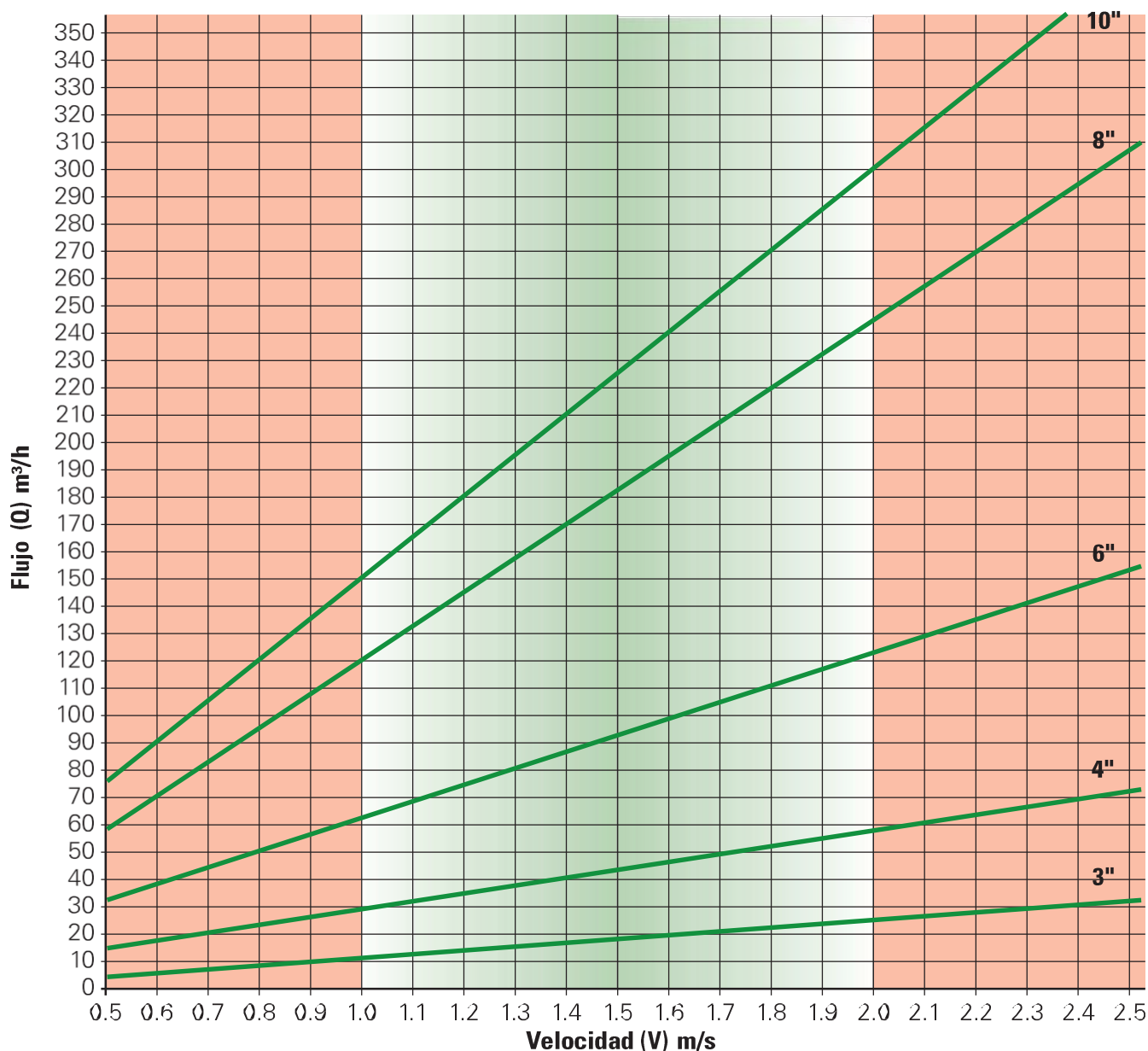
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

- Identificar el diámetro de cada sección de tubería a ser lavada por separado utilizando la siguiente tabla, que presenta los diámetros más comunes de tubos utilizados para las líneas principales, sub-principales y de distribución:

Diámetro nominal de la tubería - Pulgadas (mm)	3 (75)	4 (110)	6 (160)	8 (225)	10 (250)
Diámetro real de la tubería interna - mm	67,8	101,6	147,6	207,8	230,8

- Compruebe la velocidad de flujo en cada sección de tubería a ser lavada por separado con el medidor de agua más cercano instalado aguas arriba de la misma.
- Conociendo el diámetro de la tubería y el caudal, use el gráfico a continuación para verificar la velocidad en cada sección de tubería a ser lavada. La velocidad comercial de diseño hidráulico recomendada es de 1,5 m/s (5 pies/s). El rango de velocidad admisible es entre 1,0-2,0 m/s (3,3 a 6,6 pies/s).

Las velocidades en tubos de diferentes diámetros para las diferentes velocidades de flujo*



*Si la tubería utilizada en las líneas principales, sub-principales o de distribución del sistema no aparecen

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

en el gráfico de arriba, llame a su representante local Netafim™.

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Lavado manual de líneas principales, sub-principales y de distribución

El lavado manual de líneas principales, sub-principales y de distribución debe llevarse a cabo de la siguiente manera:

- Lave las tuberías en este orden: la línea principal, líneas sub-principales, líneas de distribución.
- Abra las válvulas de lavado de cada uno de ellas, a su vez, cuando éstas están bajo presión.

El proceso de lavado de las líneas principales, sub-principales y de distribución consta de dos olas:

- La primera ola elimina los contaminantes concentrados en el extremo de la tubería.
- La segunda ola elimina los contaminantes de la tubería.

El color del agua no es tan oscuro como en la primera ola, y el proceso toma más tiempo. El lavado debe continuarse hasta que el agua sea visualmente limpia.

Lavado de las tuberías de goteo

Las tuberías de goteo, tanto en sistemas SDI o sobre superficie, requieren lavado periódico para lavar los sedimentos orgánico o mineral, y los residuos de los productos químicos inyectados en el sistema.

En los sistemas SDI, se debe dar alta prioridad al lavado de goteros ya que el reemplazo de goteros frecuente no es práctico y se espera que la tubería de goteo dure hasta 20 años o incluso más tiempo. Pero incluso, para el uso de goteros a corto plazo, el lavado es importante para mantener la uniformidad del sistema.

El lavado debe realizarse con la frecuencia necesaria para mantener las tuberías de goteo limpias; esto depende de la calidad del agua, la temperatura y la eficiencia del filtro del sistema.

Todas las tuberías de goteo en el sistema deben ser lavadas en forma secuencial.

Las tuberías de goteo deben lavarse hasta que el agua salga clara y limpia.

El agua de lavado debe desecharse adecuadamente para evitar su reingreso al sistema y/o afectar el medio ambiente que rodea el lugar.

Dado que las presiones de trabajo y los caudales del sistema serán significativamente más altos durante los eventos de lavado, éstos deben ser tomados en cuenta al diseñar las bombas y las tuberías.

La longitud de la tubería de goteo causa impactará en las duraciones de lavado requerido. Tuberías de goteo más largas necesitan tiempo de lavado más largo.

Inspección visual de la calidad del agua

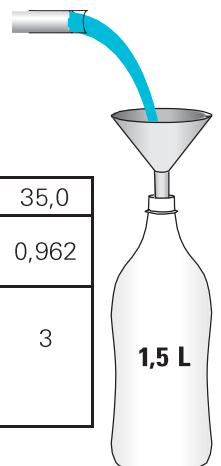
Tan a menudo como cada riego, los extremos de la tubería de goteo deben abrirse, introduciendo el contenido en un recipiente transparente para inspeccionar la calidad del agua.

El mantenimiento deberá llevarse a cabo tan pronto como la calidad del agua comience a degradarse (viendo esto por cambio de color, partículas en suspensión, materia orgánica, o cualquier material sólido dentro el recipiente).

Verificación de la velocidad de flujo en la tubería de goteo durante el lavado

Coloque el extremo abierto de la tubería de goteo sobre una botella de 1,5 litros, usando un embudo. Compruebe que toda el agua entra en la botella.

Mida el tiempo (en segundos) que se tarda en llenar la botella, y utilice la tabla siguiente para determinar que la velocidad es de al menos 0,3 m/s (1 pie/s).



ID de Goteros (mm)	11,8	14,2	16,2	17,5	20,8	22,2	25,0	35,0
Cantidad de agua por 1 metro de longitud de tubería de goteo (litros)	0,108	0,158	0,206	0,240	0,338	0,386	0,490	0,962
Para obtener una velocidad de al menos 0,3 m/s, (1 pie/s), la botella debe ser llenada en menos de ... segundos	28	19	15	13	9	8	6	3

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

El proceso de lavado de goteros consta de dos olas:

- La primera ola elimina los sedimentos concentrados al final de la tubería de goteo.
 - La segunda ola elimina los sedimentos de la tubería de goteo.
- El color del agua no es tan oscuro como en la primera ola, pero el proceso toma más tiempo.
El lavado debe continuar hasta que el agua esté visualmente limpia.

Tuberías de goteo Netafim™ - presión máxima de lavado

Para obtener las [características de la tubería de goteo](#), vea las tablas en la página 35.



NOTA

La presión máxima de lavado permitida en las tablas es válida durante el lavado para un máximo de media hora de forma consecutiva, siempre que se mantengan abiertas por lo menos de 5 tuberías de goteo.

Preparación y uso de una lista de comprobación de condiciones hidráulicas

Mantener un registro de las condiciones hidráulicas del sistema (caudal y presión) es de suma importancia para la detección de fallos de funcionamiento, obstrucciones y fugas en el sistema.

Prepare una lista de verificación de las condiciones hidráulicas (en forma de una tabla) que representa el caudal y la presión en el cabezal del sistema y en la cabecera de cada parcela.

Llene la primera línea de la tabla con los datos previstos del sistema recibidos de Netafim™.

Llene la segunda línea de la tabla con los datos de referencia registrados en el momento de la puesta en marcha del sistema (tomar los datos después que el caudal del sistema y la presión se estabilicen).

Los datos de referencia no deben desviarse de los datos previstos en más de $\pm 5\%$.

Si una desviación mayor de $\pm 5\%$ se registra en cualquier punto del sistema, llame a su representante local de Netafim™.

Llene las siguientes líneas con los datos reales registrados cada vez que el sistema se compruebe durante el funcionamiento normal de acuerdo con la [agenda de mantenimiento](#) (vea página 67).

Si una desviación mayor de $\pm 5\%$ se registra en cualquier punto del sistema, solucione el problema y registre nuevamente los datos hidráulicos después de la resolución de los problemas.

Si, en cualquier punto del sistema, las condiciones hidráulicas dentro de $\pm 5\%$ de desviación de los datos de referencia no pueden ser restauradas, llame a su representante local Netafim™.

La lista de verificación de las condiciones hidráulicas debe ser llenada en forma regular y se conserva para consultas futuras.

Inyección de químicos para el mantenimiento del sistema

La inyección de los diferentes tratamientos que pueden prevenir, eliminar, disolver o resolver los casos de obstrucción.

El siguiente diagrama de flujo es una guía para determinar el orden en el que se realizará la inyección de químicos:

1. Comenzar con la comprobación del caudal del sistema a nivel operativo.
2. Calcule la dosis a inyectar, basados en las recomendaciones de la Guía de Mantenimiento Preventivo en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.
3. Realice una inyección de prueba, con el fin de verificar y/o corregir el funcionamiento correcto y el caudal respectivo del sistema de inyección.
4. Lave el sistema de acuerdo a la sección de instrucciones del [Lavado del sistema](#), página 68.
5. Inyecte el producto químico calculado en el paso 2 anterior, dependiendo del tratamiento específico.
6. Lave el sistema, teniendo en cuenta los tiempos de avance (vea la Ficha Técnica de la tubería de goteo).

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Eliminación de residuos químicos en el sistema

Al completar la inyección de productos (fertilizantes, desinfectantes, oxidantes, herbicidas, etc.), continúe el riego solo con agua durante tanto tiempo como sea necesario para eliminar todos los residuos de estos productos dentro del sistema.

Tratamiento con peróxido de hidrógeno (H₂O₂)

El peróxido de hidrógeno se utiliza para la desinfección y oxidación del agua de riego, para la limpieza de la malla, el disco y la grava/filtros de arena.

El peróxido de hidrógeno es un agente oxidante fuerte. Libera átomos de oxígeno que reaccionan con rapidez, oxidando la materia orgánica (también para la oxidación del hierro y manganeso). Se descompone en una reacción exotérmica (reacción química que libera energía en forma de calor) en agua y oxígeno gaseoso.



ADVERTENCIA

El peróxido de hidrógeno es tóxico y peligroso para los seres humanos. Observe siempre las instrucciones del fabricante del producto químico y las normas emitidas por la autoridad local competente.

Ventajas de peróxido de hidrógeno

• Respeta el medio ambiente

No contamina el suelo, es biodegradable, no daña el acuífero, no genera subproductos peligrosos e indirectamente produce más oxígeno disponible para el suelo y las plantas.

• Reacción de oxidación rápida

Consumido inmediatamente al contacto con el agua de riego. Adecuado para la oxidación rápida y desinfección de la fuente de agua (también en estrecha proximidad a los filtros).

El peróxido de hidrógeno es de uso común en los invernaderos y túneles, o en sustratos, donde los sistemas de riego **recorre** solo distancias cortas.



ADVERTENCIA

Nunca lleve a cabo el tratamiento químico mientras las plantas estén en pleno crecimiento en un sustrato artificial o en un cultivo sistema radicular limitado.

La concentración requerida de peróxido de hidrógeno a la entrada del sistema depende de la calidad del agua (potencial de oxidación- reducción y concentración de la materia orgánica en el agua). En general, entre 1 y 10 ppm (partes por millón) se requieren de peróxido de hidrógeno (agente activo).

Usos de peróxido de hidrógeno

- Evita la acumulación de limo bacteriano en las tuberías sub-principales y tuberías de goteo.
- Limpia de depósitos orgánicos acumulados y flujo bacteriano en los sistemas de riego.
- Oxida micro-elementos (tales como hierro y azufre) y elementos traza (tales como manganeso), y previene la propagación bacteriana.
- Mejora la filtración principal y secundaria en condiciones de cargas orgánicas altas.
- Desinfecta y trata agua de riego, aguas residuales, agua potable.
- Previene y elimina los olores del agua y la interferencia con la actividad biológica.
- Reduce los valores de DBO/DQO oxidando materiales contaminantes orgánicos e inorgánicos.

Consulte las instrucciones y el cálculo para la inyección de peróxido de hidrógeno en la Guía de Mantenimiento Preventivo en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Análisis de agua

Cómo analizar el agua utilizada en el sistema de riego y determinar su calidad.

La calidad del agua se refiere a la concentración de sustancias químicas disueltas y suspendidas en el agua, así como las propiedades físicas y biológicas de la misma.

Un análisis de agua es necesario con el fin de seleccionar un tipo apropiado de sistema de filtración, para prescribir un programa de mantenimiento adecuado, para seleccionar el tipo de tuberías de goteo y prescribir un plan de Nutrigation™ apropiado.

La calidad del agua para la agricultura se define de acuerdo con los siguientes criterios:

- La calidad del agua agronómica - la medida en que sea compatible con el suelo y con el cultivo.
- La calidad del agua para el riego - el grado que puede inducir la obstrucción del sistema de riego.

La fuente de agua puede ser: agua potable, aguas residuales, pozos, depósitos, canales o agua de drenaje. Cada una requiere diferentes niveles de tratamiento antes de ser utilizada.

Se recomienda analizar el agua de riego por lo menos una vez antes en la temporada de cultivo y, de ser necesario, durante la temporada de mismo, teniendo en cuenta los factores meteorológicos y ambientales que potencialmente influyen en la calidad del agua. Consulte con el departamento agronómico de Netafim (especialmente recomendado para los nuevos proyectos).

La calidad del agua no es controlable, varía con el tiempo por una variedad de razones. Esto significa que se pueden requerir diferentes tratamientos en diferentes momentos con el fin de garantizar que la calidad del agua sea adecuada para el sistema de riego.

Por lo tanto, se recomienda analizar el agua regularmente con el fin de adaptar constantemente el tratamiento.

Otros factores que afectan la calidad del agua y se deben tener en cuenta son los fertilizantes y productos químicos utilizados en el mismo sistema para los diversos tratamientos.

Tomando muestras de agua:

1. Antes de tomar una muestra de agua, lave una botella de un litro, usando agua de la misma fuente que se analizará.
2. Llene la botella de manera que no haya aire en el interior de la botella (si es posible, apriete la botella para expulsar todo el aire).
3. Cierre la tapa firmemente y guarde la muestra en un lugar sombreado.
4. Envíe la muestra a un laboratorio local autorizado lo más pronto posible después de tomar la muestra.
5. Escriba los siguientes datos en la botella de la muestra:
 - Nombre del Agricultor
 - Ubicación
 - Fuente de Agua
 - Fecha en que fue tomada la muestra

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

6. Solicite un análisis de todos los parámetros siguientes:

- | | | |
|---|---|--|
| • CE (conductividad eléctrica) | • Cl (cloruro) | • TSS |
| • pH (grado de acidez o alcalinidad) | • SO₄ (sulfato) | (total de sólidos en suspensión) |
| • Ca (calcio - dureza del agua) | • PO₄ (fosfato) | • TSD (Total sólidos disueltos) |
| • Mg (magnesio) | • N-NH₄ (nitrógeno-amonio) | • Turbidez |
| • Na (sodio) | • N-NH₃ (nitrógeno-nitrato) | • Algas y Clorofila |
| • K (potasio) | • B (boro) | • Zooplankton |
| • HCO₃ (bicarbonato) | • Fe (hierro) | • DBO |
| • CO₃ (carbonato) | • Mn (manganeso) | (demanda bioquímica de oxígeno*) |
| • Alc (alcalinidad) | | • DQO |
| | | (demanda química de oxígeno*) |
| | | • SSV |
| | | (sólidos suspendidos volátiles) |

* Cuando se utilizan residuos, efluentes industriales y/o aguas recicladas.

Todos los parámetros anteriores son esenciales para un análisis correcto.

En algunos casos, serán necesarios parámetros adicionales para completar la correcta interpretación de la calidad del agua, por ejemplo: oxígeno disuelto, redox, etc.

En caso de duda, consulte con el laboratorio de Netafim™ con respecto a la calidad del agua.

7. Cómo tomar una muestra en el extremo de una tubería de goteo:

- Espere hasta que la presión se haya estabilizado.
- Abra el extremo de la tubería de goteo y deje correr el agua durante 2-3 minutos antes de tomar la muestra.

8. Cómo tomar una muestra en el cabezal de control.

Para estimar la eficiencia de la filtración, la muestra debe tomarse aguas abajo de la salida del cabezal, después que el sistema haya estado trabajando durante al menos una hora.



NOTA

Tome las muestras aguas abajo de la bomba, pero tan cerca de ella como sea posible.

Si el campo a regar se encuentra a más de 1 Km. de este cabezal, tome otra muestra de agua en la entrada al lote de riego.

En nuevos proyectos de riego, las muestras de agua se deben tomar tan cerca como sea posible del punto de succión previsto.

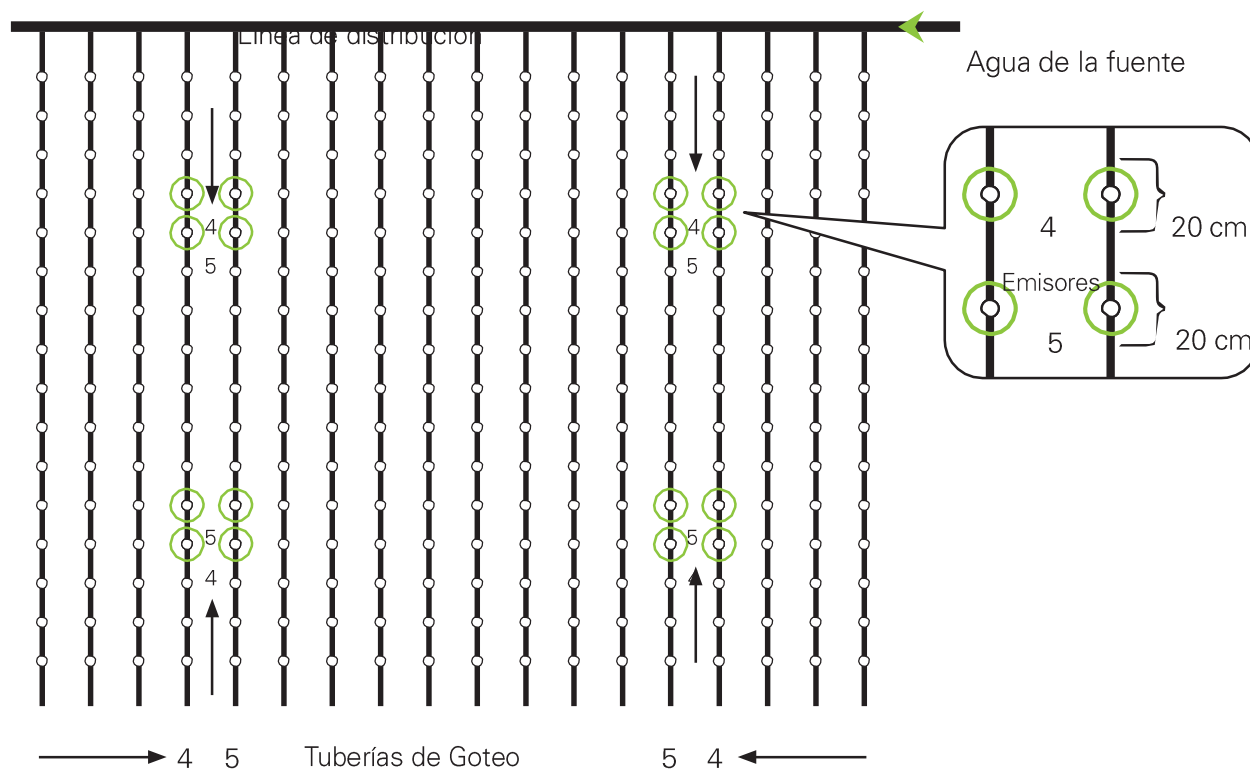
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Muestreo de goteros

Con el fin de verificar el funcionamiento de los goteros, se debe realizar el muestreo de las tuberías de goteo.

Para controlar las tuberías de goteo, lleve a cabo los siguientes pasos:

- Corte una muestra de goteros de 20 cm, el cuarto y quinto gotero desde el principio y antes del final de la línea de goteo a controlar.
- Las tuberías de goteo a ser muestreadas son las ubicadas en los lugares cuarto y quinto desde el comienzo y antes del final del lote de riego.
- Cada muestra debe estar compuesta de: el gotero y al menos 10cm del tubo a cada lado del gotero.
- Envuelva las 16 muestras firmemente con papel húmedo y ponerlo dentro de una bolsa de plástico.
- Envíe las muestras a Netafim™ para el análisis.
- Repare las tuberías de goteo en el campo.
- Cuando la zona se compone de varias parcelas, tome las muestras de una parcela representativa.



Si se utiliza un procedimiento de muestreo diferente, es muy importante describir el proceso utilizado, y adjuntar esta descripción a las muestras.



NOTA

Estas instrucciones son adecuadas para goteros integrales y goteros en línea. Al tomar muestras de los goteros en línea, éstas deben ser enviadas junto con una muestra de la tubería con al menos 10 cm a cada lado, de la misma manera que se hace para goteros integrales.

Control de roedores

Poblaciones no controladas de roedores en los campos agrícolas causan un daño significativo y la pérdida de productividad en una amplia gama de cultivos.

Una amplia variedad de roedores pueden habitar tierras agrícolas, incluyendo:

- **Campañoles**
- **Ratones**
- **Ratas**
- **Ardillas de tierra**
- **Tuzas**

Los pequeños roedores, como ratones y campañoles, hacen daños a árboles jóvenes y adultos por igual, tanto en los viveros como en campo abierto.

Roedores más grandes, como tuzas, causan daños extensivos a los cultivos dañando el sistema radicular de la planta.

Los roedores también pueden dañar el equipo y la infraestructura. Ellos pueden roer los cables de pequeño diámetro y tuberías de riego.

No existe un método único y simple para la gestión de la superpoblación de roedores en las tierras agrícolas. El control de estas plagas potenciales requiere un plan bien diseñado que se ejecuta en una manera consistente.

Plan de manejo de roedores

La gestión de las poblaciones de roedores en tierras agrícolas por lo general cae en las siguientes categorías:

- La modificación del hábitat y la exclusión para reducir la presión de la población.
- Captura y remoción.
- El uso de repelente para impedir la invasión.
- El uso de repelente para disuadir roer.
- El exterminio.

Para obtener instrucciones detalladas para la aplicación de un plan de gestión eficaz de los roedores, consulte la Guía de Administración de Roedores en

<http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

Procedimientos de instalación de preventivos

Los siguientes procedimientos de instalación pueden reducir significativamente el potencial de daño de roedores para tuberías de goteo subterráneo. Se recomienda que se sigan estos procedimientos:

- Si la población de roedores es alta, preparar una zona de almacenamiento temporario que rodea el campo y aplicar rodenticidas de acuerdo con un plan establecido con el agente de extensión local.
- Mantener el campo libre de residuos de cultivos como sea posible. Ratones de campo son especialmente aficionados a los residuos vegetales.
- Inyectar la tubería de goteo a una profundidad práctica para el cultivo a producir. Las tuberías de goteo inyectadas a profundidades mayores a 30 cm (12") presentan menos daños de roedores.



NOTA

Para la etapa de germinación no se recomienda el uso de tuberías de goteo instaladas a una profundidad de 30 cm o más.

- Aplique un repelente o tóxico cuando se inyecta la tubería de goteo.
- Selle, con un rodillo de presión, los espacios de aire (túneles de aire) producidos por el cincel de la unidad de inyección de las tuberías de goteo, reduciendo así posibles caminos para los pequeños roedores (vea el Catálogo de Maquinaria Agrícola en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>).
- Active cada parcela de riego durante 12 horas en no más de dos semanas después de realizar la inyección..

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Prevención de la intrusión de raíces en sistemas subterráneos (SDI) de riego por goteo

Raíces de las plantas pueden penetrar dentro de los goteros, causando una reducción en el caudal y posiblemente una obstrucción. Esto se conoce como la intrusión de raíces.

La intrusión de las raíces se puede producir cuando la planta sufre estrés hídrico y las raíces están buscando la humedad.

El estrés hídrico puede ser:

- Planificado a discreción del agricultor.
- Se debe a la falta de agua o de una fuente de agua defectuosa.
- Debido a un aumento imprevisto en el consumo de agua por el cultivo (ejemplo: varios días consecutivos de inesperada temperatura excepcionalmente alta, y sin riego adecuado para compensar el consumo de agua más alto durante esos días).

El mantenimiento apropiado de humedad en el entorno por medio de la planificación de riego adecuado permite que las raíces se extiendan y utilicen todo el volumen de suelo húmedo disponible, en lugar de concentrarse en el gotero. El uso de monitoreo de humedad del suelo permite un mejor control sobre el patrón de humedecimiento, manteniendo así la humedad óptima del suelo en el entorno de la tubería de goteo.

Una planificación adecuada de riego puede ayudar a minimizar la intrusión de raíces, haciendo coincidir el riego a las necesidades de agua de la planta.

Chemigación para la prevención de la intrusión de raíces

La inyección de herbicidas es útil para la prevención de la intrusión de raíces. Hay muchos productos comerciales disponibles para este propósito.



PRECAUCIÓN

Consulte a la autoridad local para saber sobre herbicidas aprobados en el país/zona y siempre siga las instrucciones de aplicación.

Para obtener instrucciones detalladas para la prevención efectiva de intrusión de raíces, consulte la Guía de Mantenimiento Preventivo en SDI en

<http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

La contaminación por partículas externas en SDI

En época de lluvias, cuando el suelo se vuelve sobresaturado debido a la lluvia y las tuberías de goteo subterráneas están vacías, el agua puede fluir en dirección opuesta, desde el suelo a través de los goteros a la zona interna de las tuberías, llevando las partículas del suelo con el flujo de agua. En estas circunstancias, las tuberías actúan como tuberías de drenaje. Las pequeñas partículas de suelo que penetran dentro de los goteros pueden, eventualmente, si se les permite que se sequen, obstruir los goteros.

La aplicación de un ciclo de riego corto, poco después de eventos extremos de lluvia, ayudará a eliminar las pequeñas partículas de los goteros y prevenir la obstrucción.

Cuando hay un período de lluvias muy intensas y largas, se recomienda lavar las tuberías de goteo antes del comienzo de la próxima temporada de riego.

Si se prevén estas condiciones, se recomienda el uso de goteros anti-sifón (AS).

En los sistemas de riego por goteo que no están equipados con goteros anti-sifón, se recomienda activar el sistema por un período de 10 minutos (después de la presurización), con el fin de eliminar las partículas de suciedad acumuladas.

Para obtener más información, consulte la Guía de Mantenimiento Preventivo SDI en

<http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>.

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Períodos de inactividad del sistema

Para "invernación" del sistema

La preparación del sistema antes del invierno es necesaria en climas donde las temperaturas pueden bajar debajo de cero grados Celsius. En este caso, el agua se congela y se expande lo que posiblemente dañe los componentes de plástico del sistema.

El agua de filtros, válvulas, equipo de Chemigación, reguladores de presión y tuberías del subterráneas debe ser vaciada, especialmente en los extremos más bajos del campo donde el agua típicamente se acumula.

Tuberías de goteo de polietileno no están sujetas a daños por congelación, ya que los goteros proporcionan puntos de drenaje y el polietileno, flexible, no se dañará por esta expansión.

Antes de un período de "invernación":

Lleve a cabo la inyección de químicos, el lavado de todas las tuberías y la limpieza de los filtros.

Vacíe filtros, válvulas, equipos de Chemigación, reguladores de presión y tuberías subterráneas.



CONSEJO

Las tuberías subterráneas pueden ser vaciadas de manera eficiente y fácil usando un compresor de aire que proporcione alta velocidad de flujo y baja presión. Se requiere un adaptador, que consta de las siguientes partes:

- Regulador de presión Brauckman 3/4"
- Récord cónico galvanizado de 3/4"
- 1/2F" - 3/4". Conector roscado.
- Tubo de 1/2" de 10 cm galvanizado
- Abrazadera de banda de acero inoxidable
- Tubo transparente de 3/4" (12 m)
- 1/4"F * 1/2"M conector
- Manómetro 250 GLZ de 6 bar 1/4" BSP
- Válvula de bola de 3/4"
- Conector a la tubería de gotero

Para obtener instrucciones completas de montaje y funcionamiento, consulte el departamento de productos de riego de Netafim.



Procedimientos de arranque del sistema

Los procedimientos de inicio después de un período de inactividad son similares a los que se realizan después de la instalación del sistema.

En resumen, el sistema debe ser cuidadosamente presurizado, inspeccionar en busca de fugas, y verificar la integridad del sistema. Esto incluye la verificación de la funcionalidad de todos los componentes del sistema, incluyendo filtros, válvulas, reguladores, equipos de Chemigación, medidores de agua, manómetros, reguladores de presión y válvulas de lavado.

Una vez que el sistema esté en funcionamiento, de ser necesario, productos químicos deberá ser inyectados, y luego deberá lavarse el sistema completo.

Lecturas iniciales deberán registrarse, y compararse con las lecturas anteriores. De ser necesario, se realizarán los ajustes necesarios.

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

Suelo	84
Gestión de agua	88
Tensiómetros	93

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

El objetivo de este capítulo es proporcionar información vital relativa a la condición del suelo, la disponibilidad de agua y las necesidades del cultivo, y las directrices para la planificación y gestión de un sistema de riego por goteo.

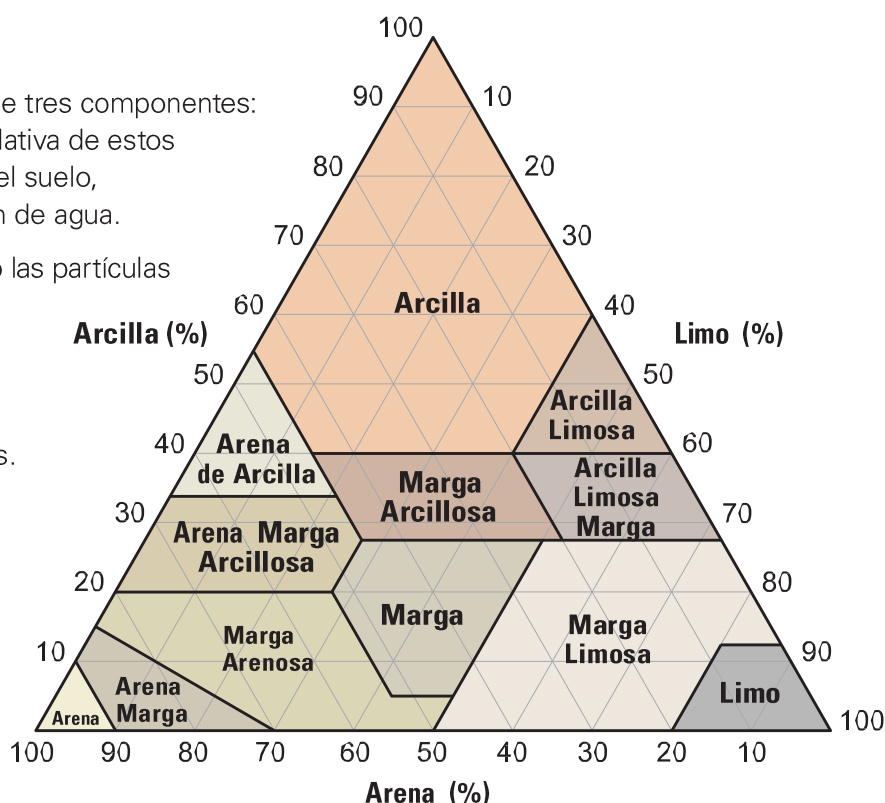
Suelo

Las características del suelo influyen en la elección del cultivo y la variedad que se cultiva, y la planificación del riego y Nutrigation™.

Composición del suelo

En general, el suelo se compone de tres componentes: arena, limo y arcilla. La cantidad relativa de estos componentes afecta a la textura del suelo, que influye en su tasa de retención de agua.

En la mayoría de los tipos de suelo las partículas forman unidades más grandes, conocidas como agregados. Los agregados se unen y forman terrones. Entre las partículas, agregados y terrones existen poros.



Textura del suelo

La distribución de los poros en el suelo es importante. Los poros se caracterizan por dos tamaños: pequeños y grandes. Los poros pequeños se conocen como "poros capilares". En suelos arenosos la porosidad es permanente y estable. En suelo pesado la porosidad cambia en función de los cambios en la humedad del suelo.

La retención de agua se ve afectada por la textura y tipo de suelo. Por ejemplo, 15% de volumen de humedad en un suelo ligero será adecuada para que los cultivos prosperen, mientras que el mismo porcentaje en un suelo medio sería limitante, y en un suelo pesado no habría suficiente humedad para la supervivencia de la planta.

El agua queda en los poros y se acumula como una capa líquida fina alrededor de las partículas del suelo. Cuando el suelo se seca como resultado de la percolación, evaporación y la absorción por las raíces, el agua se extrae primero de los poros grandes, mientras que todavía quedan en los pequeños. Cuando la planta necesita agua, absorbe ésta comenzando desde los poros más grandes.

El mecanismo de retención de agua alrededor de las partículas del suelo se basa en la retención en el área de la superficie de estas partículas. Las partículas de arena, limo y arcilla se acumulan y forman agregados, conocidos como la estructura del suelo. Suelos bien estructurados tienen más poros y retienen más agua que los suelos compactos.

Los suelos limosos tienen tasas altas de retención de agua (que consisten en partículas muy pequeñas y muestran una gran superficie). Suelos ligeros tienen bajas tasas de retención (que consisten en partículas más grandes y muestran una superficie más pequeña).

RELACIÓN AGUA/SUELO/PLANTA

La textura del suelo afecta a la programación del riego en dos aspectos importantes:

- Determina la rapidez con que la tierra absorbe agua, y se debe saber antes de diseñar un sistema de riego por goteo, ya que influye en el caudal del gotero y el espaciamiento entre éstos.
- Determina la máxima cantidad de agua que contendrá el suelo en la zona radicular, y la cantidad de esta agua disponible para la planta.

Contenido de agua del suelo

Es importante entender la relación entre el agua/suelo/planta. Los siguientes tres estados tienen un enorme impacto en el cultivo.

Saturación

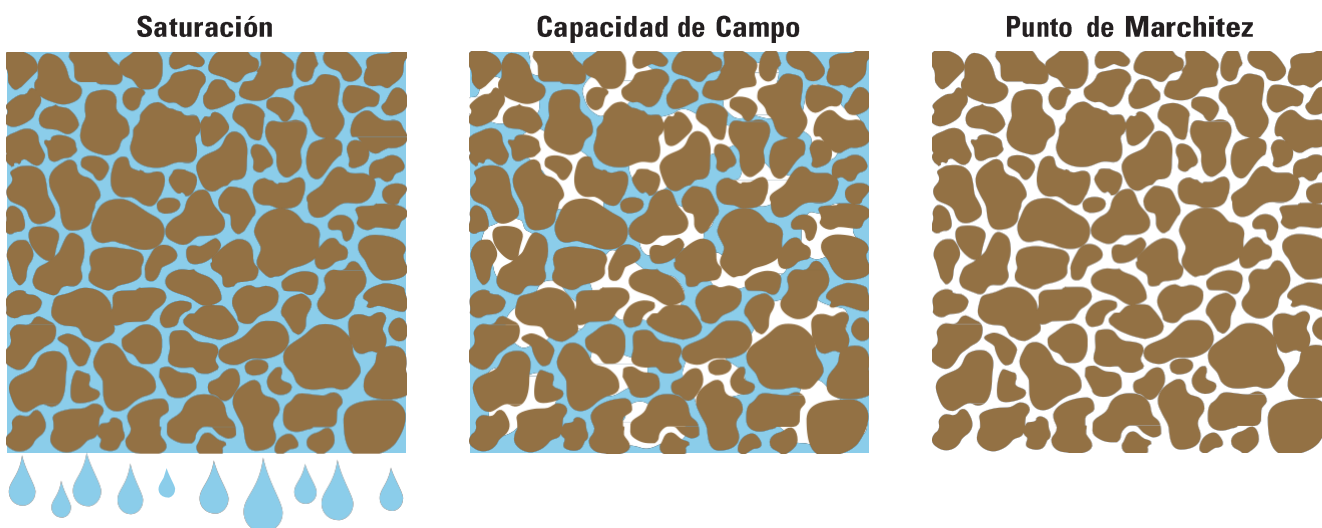
Se produce cuando todos los poros en el suelo están llenos con agua.

Capacidad de campo

Se produce cuando se alcanza la cantidad máxima de agua que el suelo puede retener. Como resultado de la percolación, el suelo llega al punto en que no pierde más agua. Esta es la condición óptima para el desarrollo del cultivo, ya que el agua se mantiene a una fuerza que se supera fácilmente por la fuerza de absorción de las raíces, y al mismo tiempo, el suelo está suficientemente aireado para permitir que las raíces respiren.

Punto de marchitez

El estado del agua en el suelo que define el punto en el que la planta ya no tiene la capacidad de absorber agua del suelo. Más allá del punto de marchitez, la planta no puede sobrevivir y el marchitamiento de los cultivos es irreversible.



Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez. La capacidad de campo se define como el estado en que el suelo ha alcanzado el punto en que la cantidad máxima de agua puede ser retenida. El punto de marchitamiento se define como el estado en que el suelo contiene la cantidad mínima de agua requerida para que una planta pueda sobrevivir.

Suelo saturado*	100 g	40 ml	
Capacidad de campo	100 g	20 ml	Aire
Coef. de marchitamiento	100 g	10 ml	Aire
Coeficiente higroscópico	100 g	8 ml	Aire
	Sólido	Espacio poroso	

■ Sólido ■ Agua

*En un campo saturado, gran parte del agua se pierde por la gravedad y no se puede utilizar para el crecimiento vegetal.

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

Salinidad del suelo

Cuanto mayor sea la concentración de sales en la solución del suelo, mayor es la corriente eléctrica que se puede pasar a través de él. Por lo tanto, la conductividad eléctrica CE (Electrical Conductivity, EC) del extracto de saturación se utiliza como un indicador de la salinidad del suelo.

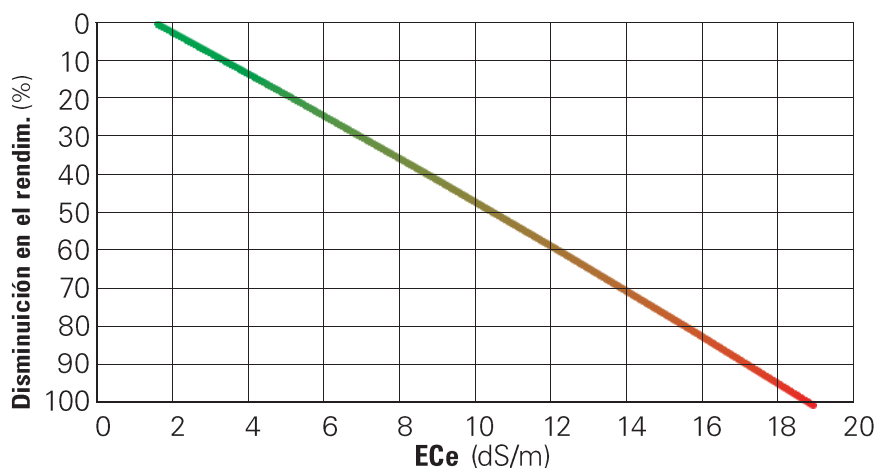
Las tasas de la clasificación del suelo en función de la salinidad y los niveles considerados críticos para evaluar la tolerancia de los cultivos a sales en exceso se basan en la conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE_{ex}) a 25° C.

En el pasado, la unidad utilizada para medir la CE era mmhos/cm (milimohs por centímetro), pero hoy en día la unidad utilizada es dS/m (deciSiemens por metro)

$$1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mmhos/c} = 1 \text{ mS/cm} \\ = 100 \text{ mS/m.}$$

Alta salinidad del suelo es típica de bajo nivel de precipitaciones.

La disminución en el rendimiento del cultivo varía con el nivel de salinidad del suelo



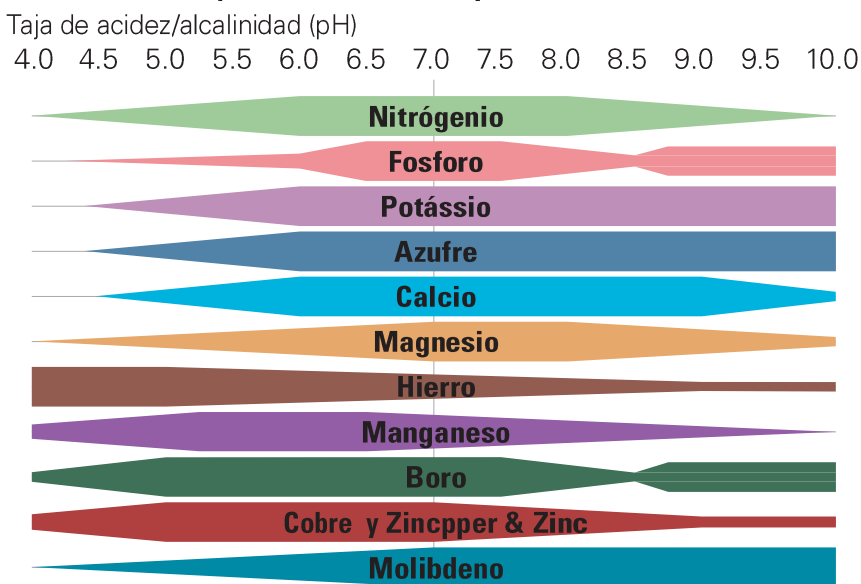
pH del suelo

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad en los suelos. El pH se define como el logaritmo negativo (base 10) de la actividad de los iones hidrógenos (H^+ o, más precisamente, H_3O^+) en una solución.

En el agua, que normalmente varía de 1 a 14, 7 es un pH neutro. Un pH por debajo de 7 es ácido, y por encima de 7 es básico.

El pH del suelo se considera una variable principal en los suelos, ya que controla muchos procesos químicos que ocurren. Afecta específicamente la disponibilidad de nutrientes de plantas mediante el control de las formas químicas de los nutrientes. El rango de pH óptimo para la mayoría de las plantas es entre 5,5 y 7,0, sin embargo, muchas plantas se han adaptado y prosperan a valores de pH fuera de este rango.

La influencia del pH del suelo en la disponibilidad de nutrientes *



* No se aplica a sin suelo.

Requisito del suelo

Un suelo bien drenado, arcilloso y profundo que tenga una aireación adecuada (10 a 12%) con un nivel de aguas subterráneas por debajo de 1,5 a 2,0 m de la superficie del suelo, una densidad aparente de 1,4 g/cm³ y una capacidad de retención de agua disponible de 15% (15 cm de agua por metro de profundidad del suelo) o más se considera óptimo.

- Las limitaciones químicas en los suelos, tales como la acidez y baja fertilidad, son relativamente fáciles de corregir o de controlar por medio de los nutrientes precisos y la opción de inyección de ácido que ofrece el sistema de riego por goteo.

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

- A pesar de que las propiedades físicas de los suelos pobres son más difíciles de mejorar, y de ser estas características ampliamente aceptadas como un factor limitante en el crecimiento de los cultivos, el riego por goteo es capaz de hacerles frente por medio de un control preciso de la cuantificación y, frecuencia de riegos, y el aporte de nutrientes.

Análisis del suelo

Un análisis del suelo es necesario para prescribir un riego adecuado y un plan de Nutrigation™, también para determinar las características de la tubería de goteo (espaciamiento y caudal) y el espaciamiento entre las tuberías de goteo en el campo.

Herramientas necesarias:

- 2 (dos) cubos de 10 litros (2,5 galones)
- Una azada/pala
- Un barrenador de suelo

Cómo Tomar una muestra de suelo:

- Caminando por el campo en diagonal, tome muestras del suelo cada 50-100 metros, dependiendo del tamaño del campo.
- 2 muestras deben ser tomadas en cada punto de muestreo: a una profundidad de 0-30 cm (0-1 pies) y a una profundidad de 30-60 cm (1-2 pies).
- Ponga todas las muestras superficiales en un cubo y todas las muestras de profundidad en el otro.
- Mezcle bien el contenido de cada cubo.
- Tome 1,5 kg (3 libras) de la mezcla de cada cubo, y póngalas en bolsas de papel cerradas.
- Marque las 2 bolsas con los datos de identificación necesarios y la profundidad de muestreo.
- Marque los parámetros necesarios para ser analizados en el documento adjunto.
- Envíe las muestras a un laboratorio certificado por la autoridad local competente.

Los parámetros obligatorios para analizar:

- Composición mecánica del suelo
- CE y pH
- NPK
- Ca
- Mg

Muchos otros parámetros se pueden analizar a petición del productor (consulte con un ingeniero agrónomo).

Levantamiento de suelos

En nuevos proyectos, un levantamiento del suelo es también necesario. Es importante para la comprensión de la capacidad de retención de agua del suelo y la percolación del agua en el mismo.

El estudio del suelo se compone de:

- Excavar pozos con una retroexcavadora en lugares seleccionados en el campo, dependiendo del tamaño del campo y de las diferentes características del suelo.
- Los pozos deben excavarse para que expongan la sección transversal del suelo, dejando al descubierto las diferentes capas del suelo, en general, a una profundidad de 2 metros (7 pies), dependiendo del cultivo que será cultivado.
- 3 muestras del suelo se tomarán de cada pozo - superficial, medio y profundo. Cada muestra se embala por separado y es identificada.
- Las muestras se envían a un laboratorio certificado para su análisis.

Para más detalles, consulte a un experto Netafim™.

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

Gestión de agua

Calcule la dosis diaria de agua a ser suplida al cultivo mediante el seguimiento de las adiciones y las pérdidas de agua por día y el balance entre ellos. Las pérdidas se deben a requisitos del uso del agua de los cultivos y de la lixiviación (percolación). Las adiciones se deben al riego y la lluvia.

El objetivo de la programación de agua es mantener la humedad del suelo cerca del nivel óptimo mediante el seguimiento del uso del agua por los cultivos y luego regar para reemplazar el agua que ha sido utilizada. El conocimiento del uso del agua por los cultivos es esencial para la programación del agua (vea [Cálculo de los Requisitos Diario de Agua](#), página 51).

El uso del agua por cultivos también se denomina tasa de evapotranspiración (EVTc). El término evapotranspiración se refiere a la pérdida combinada de agua a través de la evaporación del suelo y del agua absorbida y que se evapora desde las plantas (transpiración). La velocidad a la que las plantas utilizan el agua se determina por la etapa de crecimiento de la planta y el clima. Las plantas generalmente utilizan más agua si las condiciones son más calientes o secas. El viento y las nubes también afectan a la tasa de evapotranspiración.

El método de programación de agua para el riego es relativamente sencillo, pero debe ser ajustado para cada etapa de crecimiento del cultivo y las condiciones ambientales.

La tasa de evapotranspiración de referencia (EVTo) puede calcularse a partir de datos meteorológicos o medirse tomando la evaporación de un Tanque de Evaporación Tipo "A". Ambos métodos dan una aproximación de la tasa de evaporación inducida por el medio ambiente a partir de un área determinada de tierra. Tanque evaporímetro o Tanque Clase "A" son utilizados en muchas partes del mundo. Sin embargo, en los últimos años, la EVTo se calcula, cada vez, basada en los datos climatológicos, que incluyen la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y la radiación solar mediante la ecuación de Penman-Monteith, que relaciona estas variables para evaluar la EVTo.

Por lo general, el consumo de agua de los cultivos no es exactamente lo mismo que la tasa de evapotranspiración de referencia (EVTo). En primer lugar, las plantas regulan la cantidad de agua que requieren mediante el cierre o la apertura de las estomas (pequeños poros en las hojas que se utilizan para mantener los niveles de agua adecuados en la planta). La diferencia entre el uso de agua real por el cultivo y la tasa de evaporación de tanque se conoce como el factor de cultivo (Kc). La EVT del cultivo se expresa como EVTc, y puede calcularse a partir de la EVTo usando la siguiente fórmula.

$$EVTc = EVTo * Kc$$

Cálculo del tiempo de riego requerido de acuerdo con la evapotranspiración de referencia:



EJEMPLO

El coeficiente de cultivo (Kc) es de 0,8. Si la EVTo, medida por medio de un tanque de evaporación o se calcula con la ecuación de Penman-Monteith, es 7,5 mm/día, entonces el cultivo va a utilizar:

$$EVTc = 7.5 * 0.8 = 6 \text{ mm/día}$$

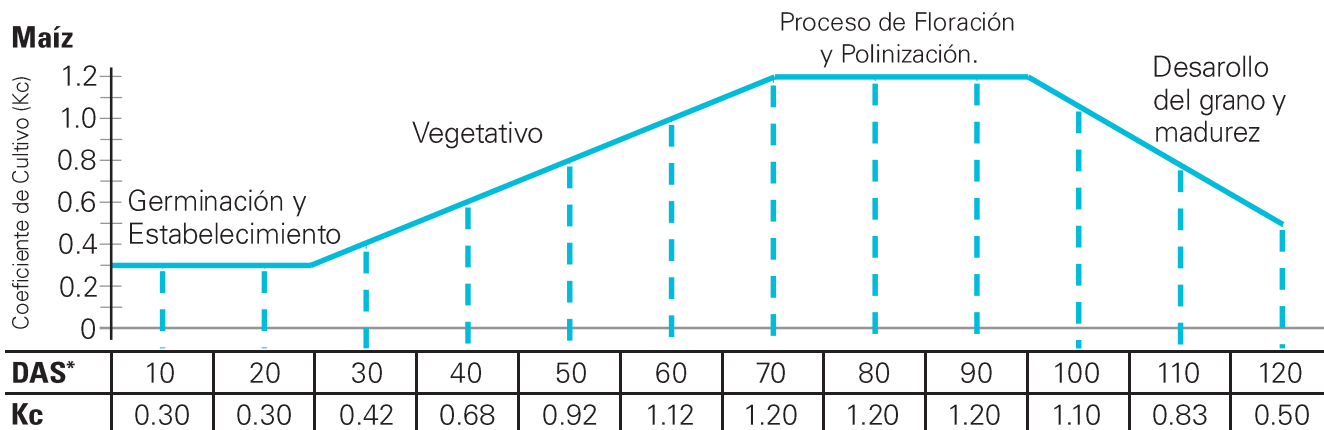
RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA



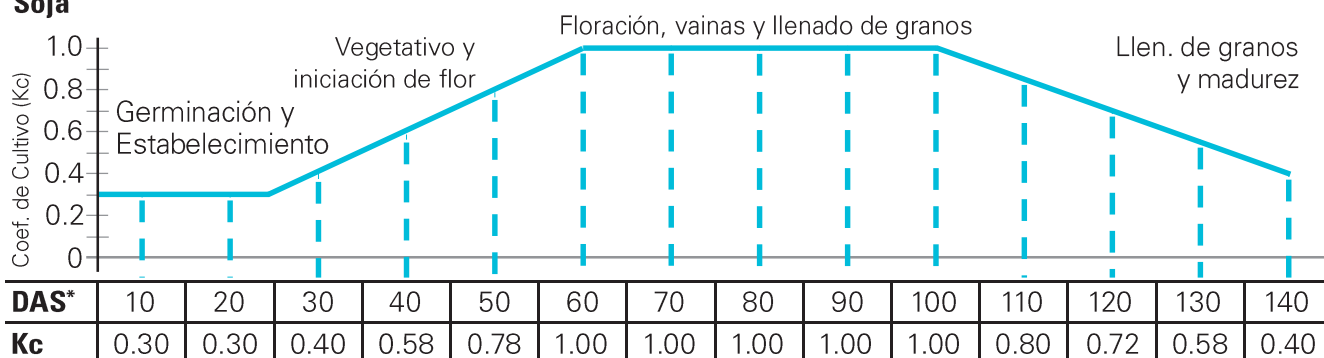
EJEMPLO

El consumo de agua diario de 4 cultivos relacionados al estado de desarrollo del cultivo durante la temporada de crecimiento

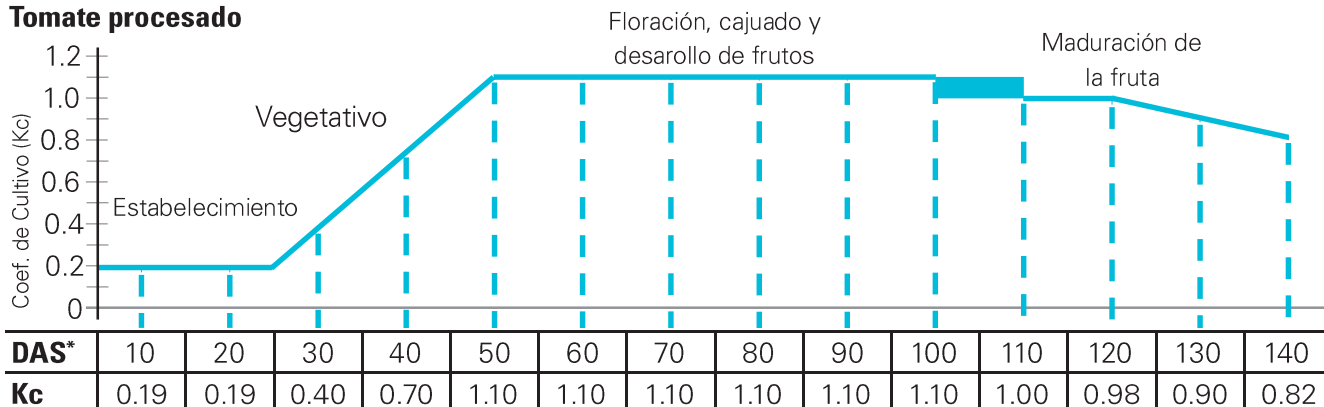
Maíz



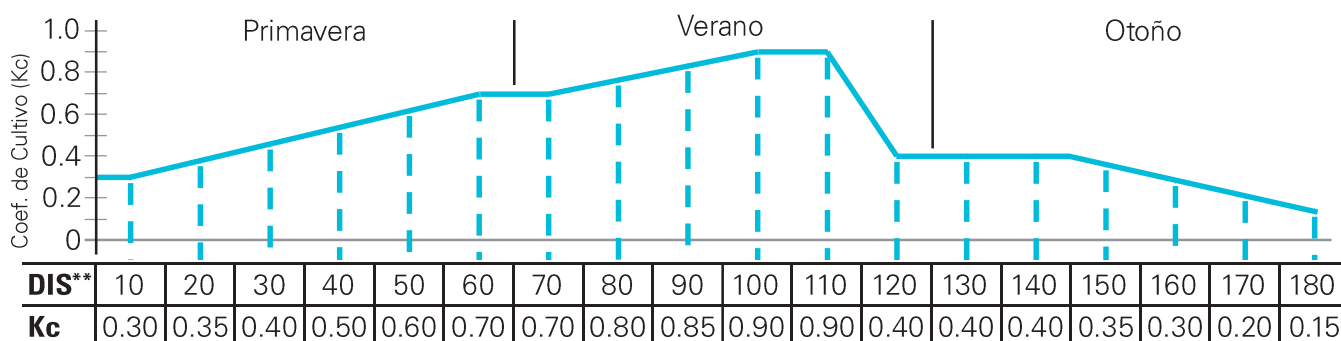
Soja



Tomate procesado



Manzana (con frutas)



*DAS = Días después de la siembra **DIS = Días de la temporada

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

Tanque de evaporación

Un tanque de evaporación se usa para contener el agua para las observaciones destinadas a determinar la cantidad de evaporación en un lugar determinado. Estos tanques son de diferentes tamaños y formas, El más conocido de los tanques es el tanque de evaporación "Clase A".

En ciertos casos, los tanques de evaporación están automatizados con sensores de nivel de agua y una estación meteorológica se encuentra cerca.



El tanque "Clase A" tiene un diámetro de 47,5 pulgadas (120,7 cm) y una profundidad de 10 pulgadas (25 cm). El tanque se apoya sobre una base de madera cuidadosamente nivelada y rodeada por una malla de tela metálica para evitar que los animales beban de ella.

La evaporación se mide diariamente a la misma hora, midiendo la diferencia atura de agua evaporada del tanque. El proceso comienza con el recipiente lleno, exactamente 2 pulgadas (5 cm) del nivel máximo. Veinte y cuatro (24) horas después, se mide la cantidad de agua necesaria para llenar el tanque a exactamente el mismo nivel del inicio. Si una lluvia se produce en este período de 24 horas, se toma en cuenta en el cálculo de la evaporación diaria. Si la lluvia es mayor que la capacidad del tanque, el exceso de agua se debe vaciar, y el nivel de agua en el recipiente debe ser reiniciado para permitir la medición en las próximas 24 horas.

El Tanque de evaporación Clase A no es efectivo en los días con eventos de lluvia mayores de la capacidad del tanque. La evaporación no se puede medir en un tanque Clase A cuando se congela la superficie del agua del tanque.

La ecuación de Penman-Monteith

La ecuación de Penman-Monteith (Howard Penman y John Monteith) predice la evapotranspiración líquida (EVT_o), lo que requiere como datos: la temperatura diaria, velocidad del viento, humedad relativa y radiación solar.

La ecuación de Penman-Monteith es cada vez más común como método de evaluación de la evapotranspiración en la actualidad, también se debe a la mayor utilización de estaciones meteorológicas en proyectos agrícolas.

Los métodos estándar de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para el cálculo de la evapotranspiración de los cultivos utilizan la ecuación de Penman-Monteith.

Glosario

Coefficiente del cultivo (K_c): La relación de la evapotranspiración de referencia (EVT_o) a la evapotranspiración de un cultivo determinado (EVT_c) cuando éste se cultiva en grandes campos en condiciones óptimas de cultivo.

Evaporación de Tanque (E_o): La altura de agua que se evapora de un tanque de evaporación Clase "A" durante un cierto período en mm/día o mm/mes.

Coefficiente de Tanque (k_p): Es el coeficiente que relaciona la EVT_o real con las condiciones físicas del área donde está instalado el tanque.

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

Relación entre la evaporación de tanque y la evaporación calculada

Es importante entender que hay diferencias en los valores obtenidos por los dos métodos de evaluación de la evaporación, y por lo tanto el coeficiente de cultivo (K_c) varía de acuerdo con el método utilizado para la evaluación de la evaporación.

Sin embargo, suponiendo que la cantidad de agua necesaria por la planta en cualquier día es la misma, es necesario encontrar una relación entre los dos métodos con el fin de calcular las cantidades correctas de agua.

Si la evaporación se establece por el método de cálculo de Penman-Monteith, el coeficiente de cultivos de riego (K_c) debe estar de acuerdo con el procedimiento de cálculo de la evaporación (Penman-Monteith).

El coeficiente de cultivo (K_c) obtenido con el método de tanque de evaporación Clase A es diferente del K_c obtenido cuando se utiliza el método de cálculo de Penman-Monteith.



EJEMPLO

Con el fin de determinar los nuevos coeficientes (Penman-Monteith), los datos de los dos métodos se recogieron de forma continua a partir de 18 estaciones meteorológicas durante 5 a 10 años (2000-2009).

En general, los valores de evaporación obtenidos con el método de Penman-Monteith son inferiores a los valores obtenidos con el Método del tanque de evaporación Clase A, pero el comportamiento de los datos difiere de una región a otra.

Relación entre el valor de la evaporación

Tanque de evaporación Clase A / evaporación calculada Penman-Monteith ($1/x$) en la misma zona durante todo el año:

Los valores de los coeficientes de evaporación de los dos métodos deben ser calculados para cada área por separado. No es recomendable utilizar valores tomados en diferentes áreas ya que los valores difieren de una zona a otra y cambian durante el año en la misma zona.

Localiz.	Junio	Julio	Agosto
A	0,60	0,58	0,59
B	0,77	0,76	0,76
C	0,89	0,90	0,89

Cálculo:

Si la cantidad de agua que el cultivo requiere es la misma, se obtiene la siguiente relación:

$$E_{To \text{ pan Clase A}} * K_c A = E_{To \text{ Penman-Monteith}} * K_c \text{ Penman-Monteith}$$

En consecuencia, la siguiente relación será:

$$\frac{E_{To \text{ PnMo}}}{E_{To \text{ A}}} = \frac{K_c A}{K_c \text{ PnMo}}$$

Y de acuerdo con la tabla anterior, la relación $E_{To \text{ PM}} / E_{To \text{ A}}$ siempre es inferior a un (1).

La siguiente tabla muestra que si el coeficiente de riego de acuerdo al tanque de evaporación clase A ($K_c A$) y la evaporación calculada ($E_{To \text{ Penman-Monteith}}$) están disponibles, es posible utilizar la relación entre la evapotranspiración calculada y la Evaporación del tanque ($E_{To \text{ PM}} / E_{To \text{ A}}$) para calcular el valor del coeficiente de cultivo (K_c) de acuerdo con Penman-Monteith y para calcular la cantidad de agua de riego.

RELACIÓN DE AGUA/SUELO/PLANTA

EJEMPLO

Encontrando el coeficiente de cultivo (K_c) según Penman-Monteith y la cantidad de agua de riego (mm/día) donde se dan los valores de coeficiente de tanque de evaporación ($K_c A$), evapotranspiración calculada (EVTo Penman-Monteith) y la relación de la evapotranspiración.

Descripción	Nomenclatura	Valor		
		Jun	Jul	Ago
Coef. de evaporación em tanque	$K_c A$	0,25	0,25	0,30
Evapotranspiración calculada	EVTo Penman-Monteith (mm/día)	6,0	6,0	5,4
Relación de la evapotranspiración	EVTo Penman-Monteith / EVTo Tanque Classe A	0,65	0,69	0,68
Coef. de Penman-Monteith	$K_c \text{ Penman-Monteith} = K_c A / (\text{EVTo Penman-Monteith} / \text{EVTo Tanque Classe A})$	0,385	0,362	0,441
Total de agua de riego (mm/día)	$X \text{ mm/día} = \text{EVTo Penman-Monteith} \times K_c \text{ Penman-Monteith}$	2,31	2,17	2,38

Lo anterior es solo un ejemplo. No es solo un valor de K_c para cada cultivo en cada zona, muchos factores pueden influir en este valor, el valor específico K_c debe basarse en datos de una estación meteorológica local.

Resumen

Si los datos de evaporación se utilizan para el cálculo del consumo de agua de riego de un cultivo específico, en un día en particular o durante un cierto período de tiempo, el método de obtención de datos tiene que ser conocido, y el coeficiente de cultivo apropiado (K_c) debe ser utilizado en consecuencia.

Si los valores de relación entre el tanque de evaporación de Clase A ($K_c A$) y la evapotranspiración calculada (EVTo Penman-Monteith) se han de calcular, se deben utilizar los valores locales o zonales.

Tensiómetros

Estando instalados en el suelo, la copa de cerámica del tensiómetro permite que el agua se mueva libremente penetrando o saliendo fuera de la cerámica del tensiómetro. A medida que el suelo se seca, el agua es succionada por el suelo a través de la copa de cerámica porosa, creando un vacío parcial dentro del tensiómetro que se lee en el manómetro de vacío. Cuando el suelo se moja por la lluvia o por el riego suficiente, el agua fluye hacia en el tensiómetro, el vacío disminuye y la lectura del indicador se reduce.



NOTA

Los tensiómetros no operan en suelo seco, porque el agua fluye a través de los poros de la copa de cerámica, y el aire es aspirado a través de ellos, rompiendo el sello de vacío entre el suelo y el manómetro en la parte superior del tensiómetro.

¿Qué significan las lecturas del tensiómetro?

Indicadores de vacío se calibran normalmente en kilopascales (0 a -100 kPa).

Los tensiómetros operan con éxito hasta aproximadamente -75 kPa.

Una lectura de 0 kPa indica suelo saturado en el que las plantas se verán afectadas por la falta de oxígeno.

El crecimiento vegetal óptimo ocurre cuando el suelo se mantiene húmedo de lo:

- -15 a -25 kPa para suelos de textura gruesa (arenas).
- -20 a -30 kPa para y suelos de textura media y textura pesada (franco arcillosa y arcillosa).

Lecturas superiores a -70 kPa indican que el suelo es suficientemente seco para reducir el crecimiento.

En la mayoría de las situaciones se necesitan dos sitios para cada cultivo o variedad del tipo de suelo en el campo o en la huerta. Evite sitios altos o bajos, zonas de mala infiltración de agua, y los sitios que no representan la totalidad del campo o de la huerta.



PRECAUCIÓN

Todos los tensiómetros deben estar marcados claramente para evitar los daños causados por el tráfico, los trabajadores y maquinarias agrícola.

Gestión de riego con tensiómetros

Tensiómetros colocados aproximadamente en el punto medio del sistema radicular se utilizan para determinar cuándo regar. Esto es particularmente importante durante el período en que las necesidades de agua del árbol (o cultivo) son más altas y los rendimientos son más sensibles a la escasez de agua. Durante este período, los tensiómetros deben controlarse todos los días. Las lecturas del tensiómetro indican la dificultad de la planta/árbol para extraer la humedad. Después de la irrigación, la lectura del tensiómetro será menor. Las lecturas deben ser realizadas consecutivamente para determinar cuándo es necesario el próximo riego.

Para obtener una [descripción del tensiómetro](#), consulte la página 39.

APÉNDICE 1

Tablas de conversión de unidades

DISTANCIA	
1 Kilómetro = 0,621 Milla	1 Milla = 1,609 Kilómetro = 1609,344 Metros
1 Metro = 3,281 Pies	1 Pie = 0,305 Metro
1 Metro = 39,370 Pulgadas	1 Pul. = 0,025 Metro
1 Centímetro = 0,039 Pulgada	1 Pul. = 2,54 Centímetros

AREA	
1 Hectárea = 0,4047 Acre	1 Acre = 2,470 Hectáreas
1 Hectárea = 10000 m ²	1 m ² = 0,0001 Hectárea
1 Acre = 4,047 m ²	1 m ² = 0,00025 Acre
1 Hectárea = 0,004 mille ²	1 mille ² = 259 Hectáreas
1 Kilómetro ² = 0,385 Milla ²	1 Milla ² = 2,59 Kilómetros ²

1 Centímetro ² = 0,155 pulgada ²	1 Pul. ² = 6,452 Centímetros ²
1 Pie ² = 0,092 Metro ²	1 Metro ² = 0,092 Pie ²

FLUJO	
1 Metro ³ /h = 264,1721 Galones/h	1 Galón/h = 0,0038 Metro ³ /h
1 Litro/h = 0,2641721 Galones/h	1 Galón/h = 3,785 Litro/h

PRESIÓN	
1 Bar = 14,69595 PSI	1 PSI = 0,06894757 Bar
1 Bar = 100 Kilopascal	1 Kilopascal = 0,01 Bar
1 PSI = 6,894757 Kilopascal	1 Kilopascal = 0,145 PSI

VOLUME	
1 galón = 3,785 litros	1 litro = 0,264 galón

PESO	
1 kilogramo = 2,205 libras	1 libra = 0,454 kilogramo

TEMPERATURA	
°Celsius	°Fahrenheit
0	= 32
5	= 41
10	= 50
15	= 59
20	= 69
25	= 77
30	= 86
35	= 95

POTENCIA
1 kilovatio = 1,341022 HP
1 kilovatio = 56,91965 BTU/minuto
1 HP = 0,7456999 kilovatio

APÉNDICE 2

Otras lecturas

En este apéndice se proporciona al lector los link a documentos complementarios recomendados con discusiones sobre temas relacionados con el riego por goteo en forma ampliada.

Descarga ellos en <http://www.netafim.com/irrigation-products-technical-materials>

Recomendaciones para el Mantenimiento de Sistemas de Riego

La implementación de un programa estricto aún sencillo de mantenimiento para sistemas de riego por goteo mantendrá el sistema en funcionamiento a pleno rendimiento y aumentará la expectativa de vida del sistema.

Este manual lo guiará para determinar el procedimiento correcto y su aplicación. La mejor manera de determinar si su programa de mantenimiento es eficaz consiste en un seguimiento constante.

Riego por Goteo Subterráneo (SDI)

SDI es una herramienta de gestión del riego que permite altos rendimientos, una mejor gestión del agua y los fertilizantes.

Esta guía describe las especificaciones, el diseño, instalación, operación y mantenimiento de un sistema SDI. Se presenta como una ayuda en la selección de riego por goteo subterráneo y la gestión del sistema para obtener los resultados deseados.

Tuberías de goteo, goteros y otros emisores - Catálogo de productos

Este catálogo es una ayuda para encontrar información básica sobre cada uno de los productos de goteo de Netafim.

El catálogo describe las características y los datos técnicos de los goteros y las tuberías de goteo, una tabla de todos los números de catálogo activos y los datos básicos de embalaje.

Accesorios y Complementos - Catálogo de Productos

Las familias de productos de Accesorios y Complementos Netafim™ están diseñadas para complementar y apoyar la utilización eficiente y profesional de los sistemas de riego por goteo.

Los Accesorios y Complementos Netafim™ son una parte integral del sistema de riego.

Cada componente ha sido fabricado con los más estrictos estándares de control de calidad que garantizan el máximo rendimiento y fiabilidad del sistema.

Maquinaria Agrícola - Catálogo de Productos

Netafim™ ofrece una amplia variedad de herramientas de aplicación y auxiliares diseñados para la instalación y remoción simple, rápida y eficiente de tuberías de goteo, evitando daños a los goteros y manteniendo su integridad.

El catálogo presenta la línea de inyección, extracción, colocación y recuperación de líneas de goteo.

Conectores - Catálogo de Productos

La completa gama de sistemas de conexión de tubería Netafim™ es de polímeros de alta resistencia y durabilidad. Utilice el catálogo para seleccionar la línea adecuada para su aplicación: conectores dentados, conectores de anillo rápido, conectores roscados, y una vasta familia de conectores de inicio y reducción.

Tuberías de polietileno rígido y flexible - Catálogo de Productos

Para uso en los sistemas agrícolas de riego, sistemas de suministro de agua, aspersores y micro-aspersión.

El catálogo presenta la gama de tuberías de riego estándar, tubos y microtubos.

GROW MORE WITH LESS
WWW.NETAFIM.COM



CASA DEL RIEGO

Ingeniería & Proyectos

0983501129 / 0984184014 / 0984255166

032946285

www.casadelriegoecuador.com

Código QR:

