



# Hungerford & Terry

## Sistema de eliminación de nitratos



Un método eficiente y de  
alta capacidad para la  
eliminación de nitratos

# Nitratos: una adición no deseada en su agua

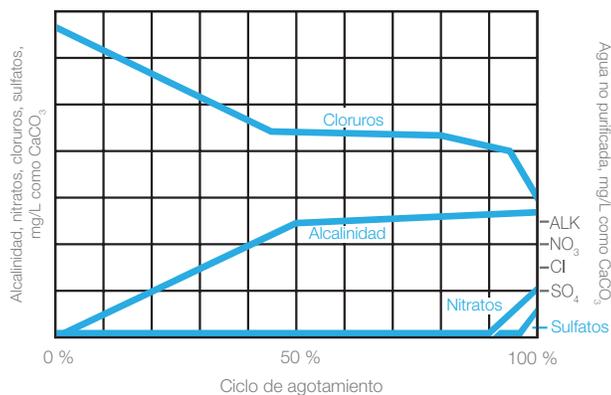
Entre los compuestos que más preocupan en el agua en los últimos años están los nitratos. La contaminación de las aguas subterráneas y, en algunos casos, de las aguas superficiales por nitratos puede deberse al escurrimiento de fertilizantes en las zonas agrícolas, la filtración en los campos de fosas sépticas y la eliminación de desechos en el suelo. En altas concentraciones, los nitratos presentan graves riesgos para la salud de las personas, especialmente de los bebés, y del ganado.

## Proceso de eliminación de nitratos

Las normas federales principales de agua potable, establecidas por la Agencia de Protección Ambiental, restringen el nivel de nitratos en el agua a 10 mg/L (N). El sistema de eliminación de nitratos en contracorriente de H&T reduce con facilidad los nitratos a un nivel mucho más bajo que el permitido por las normas federales.

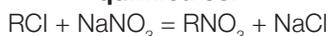
satisfacer sus necesidades de eliminación de nitratos. Recomendamos el sistema de eliminación por contracorriente para la mayoría de las instalaciones porque es el más eficiente en diseño y operación (ver la gráfica # 2). Sin embargo, si su sistema es pequeño y los costos de capital son la mayor preocupación, el sistema en cocorriente puede ser mejor para su operación.

**Gráfica 1** - Características representativas de operación de agotamiento

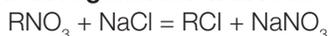


Nuestro sistema reduce el nivel de nitratos en el agua mediante un intercambio aniónico del ciclo del cloruro. Los nitratos, la alcalinidad y los sulfatos se intercambian por cloruros en una resina de intercambio aniónico fuertemente básica (ver la gráfica # 1). La capacidad de intercambio se rige en gran medida por las concentraciones de nitratos y sulfatos, que se retienen de manera eficaz hasta su eliminación. La alcalinidad y los cloruros tienen poco efecto. Inicialmente, la resina aniónica elimina la alcalinidad del bicarbonato, pero se vuelve a intercambiar (liberar) más adelante en el ciclo de agotamiento.

**Durante la ejecución del servicio, la reacción química es:**



**Durante la regeneración la reacción es:**



donde R denota la resina de intercambio aniónico

## Diseño del sistema

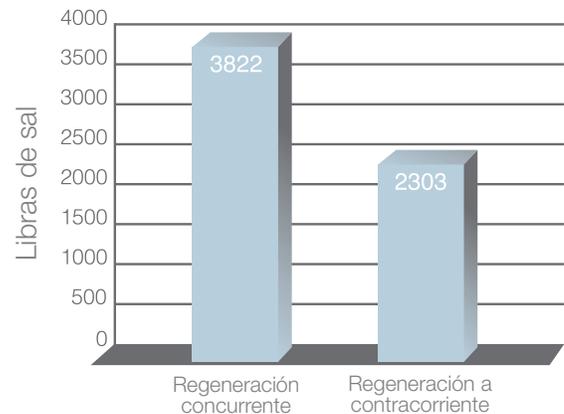
El equipo de ingenieros de Hungerford & Terry ha diseñado y probado dos tipos de sistemas de regeneración para

**Gráfica 2** - Caso práctico: Vernon, Texas

Proceso: Reducción de nitratos  
Producción: 5.6 MGD

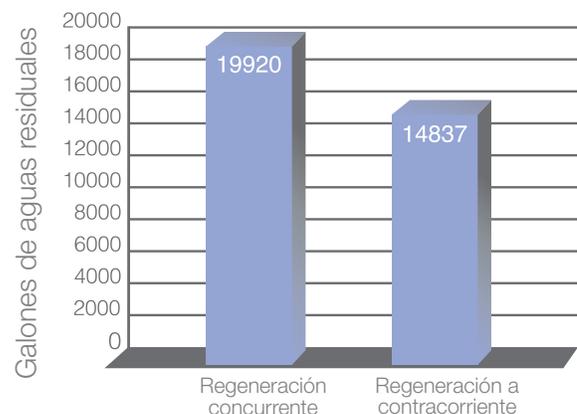
	Agua no purificada entrante	Requisito del efluente mezclado
Nitratos	18 mg/L	8 mg/L

Consumo de sal por 1 millón de galones producidos



**Ahorro anual: 3.1 millones de libras**

Residuos generados por 1 millón de galones producidos



**Ahorro anual: 10.4 millones de galones**

## Operación por contracorriente

Debido a que la concentración de nitratos que sale del intercambiador de aniones en el sistema Hungerford & Terry es mucho más baja que 10 mg/L (N), una parte del agua no tratada puede evitar la unidad. Esta agua no purificada, que contiene altos niveles de nitratos, luego se mezcla con el efluente del sistema de tratamiento para producir un resultado final con concentraciones de nitratos a cualquier nivel deseado por debajo del requisito de 10 mg/L (N).

El sistema H & T utiliza la regeneración por contracorriente para lograr la menor fuga posible del intercambiador, lo que permite que una mayor parte del agua evite el proceso de tratamiento. Nuestro objetivo es desarrollar plantas de tratamiento que sean más pequeñas y más eficientes que los sistemas regenerados en la misma dirección convencionales.

Además, la fuga de nitratos de un sistema regenerado por contracorriente es de una cuarta a una décima parte de la fuga de un sistema regenerado en la misma dirección. En el sistema por contracorriente, la inyección de salmuera y el agua de enjuague lento se introducen en el fondo del intercambiador y fluyen hacia arriba a través del lecho de resina de intercambio iónico compactado (ver la figura # 3). La resina en el fondo del lecho, que es la última resina que entra en contacto con el agua de servicio, es la que se regenera de forma más completa. Esto da como resultado la fuga de nitratos más baja posible a niveles nominales de regeneración.

## Regeneración por contracorriente

A medida que se agote la resina del intercambiador, los nitratos comenzarán a aumentar en el agua tratada. Para asegurar un funcionamiento eficiente, el intercambiador debe regenerarse después de cada operación de servicio.

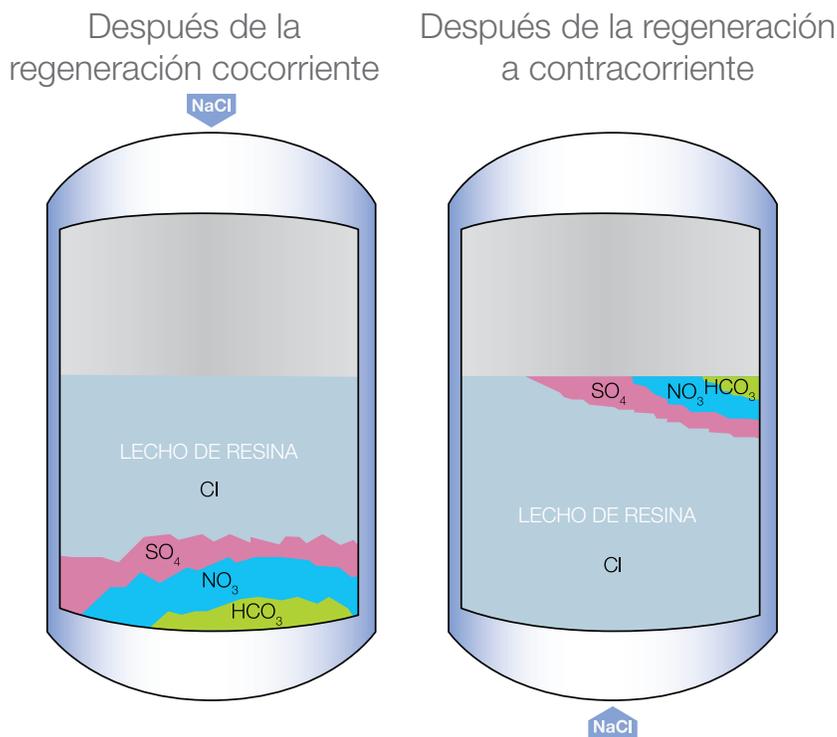
### Paso 1: retrolavado

La resina se lava para eliminar la materia suspendida acumulada en el lecho de resina y para aflojar y clasificar el lecho de resina. El proceso de lavado debe continuar hasta que el agua residual esté relativamente clara.

### Paso 2: inyección de salmuera

Los nitratos y sulfatos se eliminan de la resina de intercambio iónico pasando una solución de salmuera predeterminada del 6 % al 8 % a través del lecho de resina. Durante este paso, la salmuera diluida ingresa al fondo del intercambiador.

Figura 3



biador. La salmuera gastada sale del intercambiador por el colector de regenerante ubicado en la parte superior del lecho de resina.

### Paso 3: enjuague lento

El paso de enjuague lento elimina la mayor parte de la salmuera. Esto proporciona otros 10 a 15 minutos de tiempo de contacto de la salmuera con la resina, garantizando la eliminación completa de nitratos / sulfatos.

### Paso 4: enjuague rápido

El enjuague rápido de flujo descendente elimina los últimos rastros de nitrato y sulfato, así como cualquier exceso de salmuera de la resina.

## Operación en la misma dirección

El sistema de eliminación de nitratos regenerados en la misma dirección utiliza los mismos principios de operación y química que el sistema por contracorriente. Sin embargo, en lugar de que la salmuera regenerante fluya hacia arriba desde el fondo del lecho, la salmuera se introduce en la parte superior del lecho y fluye hacia abajo a través del lecho de la misma manera que el agua durante el funcionamiento del servicio.

## Regeneración en la misma dirección

Dado que la regeneración también es de flujo descendente, es necesario retrolavar un sistema regenerado en la misma dirección después de cada ejecución de servicio para eliminar la materia suspendida y aliviar la compactación. Después de ejecutar un servicio de flujo descendente, la secuencia de regeneración sería: retrolavado de flujo ascendente, inyección de salmuera de flujo descendente, enjuague lento de flujo descendente y enjuague rápido de flujo descendente.

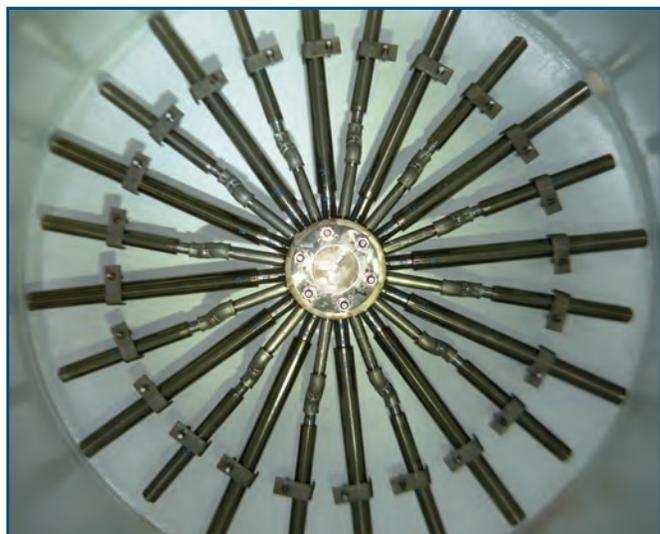
## Características del agua tratada

Durante el ciclo de agotamiento, los nitratos, los sulfatos y la alcalinidad se intercambian por cloruros. El pH durante la primera parte de la operación es de aproximadamente 4.5 debido a que el ion de bicarbonato, con su efecto de tampón químico, se ha eliminado del agua tratada. Habrá alguna fuga de nitratos (generalmente menos de 0.5 mg/L para contracorriente), según la concentración de nitratos en el agua no purificada y el nivel de regeneración. Los sulfatos serán primordialmente cero.

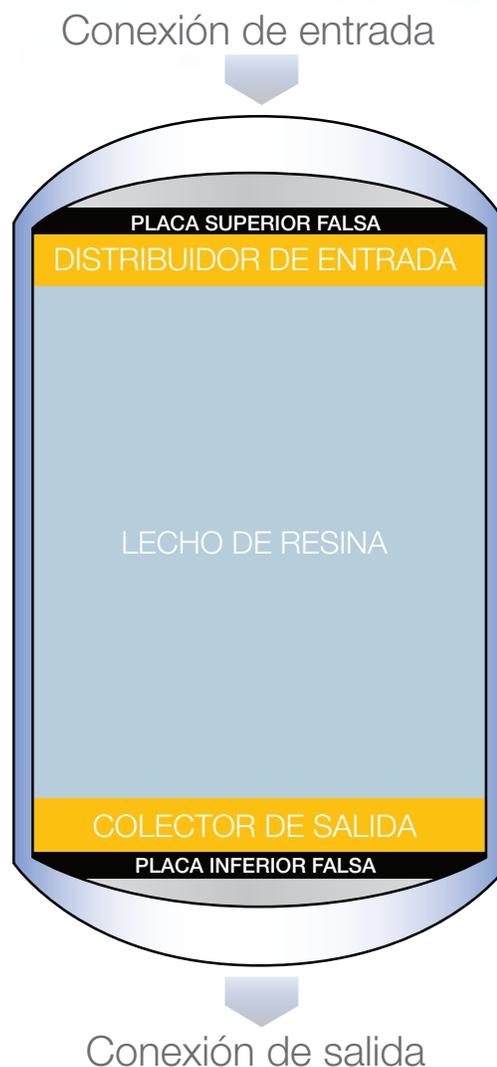
A medida que avanza la operación, la alcalinidad aumentará a su nivel original o a uno superior. Se seguirán eliminando los nitratos y sulfatos. Al final del ciclo, aumenta la fuga de nitratos, seguida poco después por un aumento de sulfatos. A lo largo de la operación, la concentración total de aniones no cambia. Además, la concentración de cationes en el agua no purificada permanece igual.

## Lecho compacto

Un factor clave en el desempeño de un sistema de intercambio iónico es el "Tiempo de contacto", por lo tanto, cuanto mayor sea la profundidad del lecho de la resina, más eficaz será el proceso.



Diseño común de entrada/salida de acero inoxidable 304 para lecho compacto



El diseño de "Lecho compacto" permite la profundidad máxima del lecho al limitar el margen libre sobre el lecho de resina. En algunos casos, se puede usar un recipiente de menor diámetro (menos costoso).

El diseño más común para un sistema de intercambio iónico de lecho compacto es de flujo descendente para servicio y regeneración. H&T ofrece un diseño alternativo de regeneración de flujo ascendente en el que la parte inferior del lecho de resina recibe la mayor exposición al regenerante y se convierte en la parte más altamente regenerada del lecho de resina. Este diseño alternativo prácticamente elimina cualquier aumento gradual de las fugas a lo largo del procesamiento. Además, la parte inferior del lecho de resina recibe la mayor exposición al regenerante y, por lo tanto, actúa con capacidad de pulido para aumentar aún más la eficiencia y la calidad del efluente. Hungerford & Terry puede ayudar recomendando el diseño más eficiente para cada aplicación única.

## Diseño del equipo

El equipo innovador de diseño personalizado le proporciona a Hungerford & Terry una ventaja competitiva en el negocio de purificación de agua. El sistema de eliminación de nitratos es un ejemplo de la forma en la que nuestra empresa responde a las necesidades de nuestros clientes actuales y potenciales al proporcionar equipos seguros y confiables.

Se utiliza una serie de válvulas automatizadas en la operación del sistema de eliminación de nitratos. El accionamiento de la válvula puede ser neumático, hidráulico o eléctrico según el tipo de válvula necesaria y las preferencias de nuestros clientes. Los recipientes de eliminación de nitratos de H & T están contruidos con placas de acero soldadas de acuerdo con la Sección VIII del Código ASME. La construcción sin código también está disponible donde sea aceptable. Los recipientes normalmente no cuentan con revestimiento y están provistos de patas de soporte estructurales, una boca de acceso de 12" x 16" y pintura de imprimación. También se pueden proporcionar revestimientos para los recipientes, patas de elevación ajustables, bocas de acceso más grandes y pintura especial según lo requieran las necesidades del cliente.

El desagüe inferior de un intercambiador regenerado por contracorriente representativo utiliza un diseño lateral radial con centro curvo. Está contruido de PVC cédula 80 y consta de laterales curvos para seguir el contorno del cabezal inferior del intercambiador (ver foto a la derecha). Esto elimina la posibilidad de "escondite de salmuera" debajo del desagüe inferior. El colector de regenerante y el distribuidor de entrada tienen un diseño de cabezal lateral e incorporan suficientes soportes para resistir todas las fuerzas ejercidas sobre los distribuidores durante los pasos de servicio y regeneración.

Todos los paneles de control utilizan controladores lógicos programables y HMI con pantalla táctil para el funcionamiento automático o semiautomático de los sistemas de eliminación de nitratos. Los sistemas de control se diseñan y prueban en nuestra planta de Clayton, Nueva Jersey. Debido a que no usamos subcontratistas, tenemos el control total sobre el diseño y la calidad. Las unidades, equipadas con válvulas individuales, pueden diseñarse para funcionamiento totalmente automático o semiautomático. Además, se pueden desarrollar paneles de control personalizados para instalaciones con unidades individuales o múltiples.

Por lo general, los controles automáticos usan un transmisor de flujo con una salida analógica que se puede usar para una amplia gama de capacidades.

Los paneles semiautomáticos requieren el inicio del ciclo de regeneración mediante un botón de la HMI. Una notificación de alarma al SCADA indicará al operador que la unidad ha llegado al final de su capacidad de eliminación de nitratos y requiere regeneración. Al presionar el botón de inicio de la HMI, la lógica de control se energiza para operar de forma automática las válvulas de control individuales.



Desagüe inferior con centro radial de PVC cédula 80 con conexión de pared lateral

## Tanques de salmuera y sistemas de regeneración

En general, las unidades de eliminación de nitratos están equipadas con uno de los siguientes tanques de salmuera y sistemas de regeneración:

1. Un solo tanque de medición de saturador combinado de fibra de vidrio con lecho de grava, sistema de recolección, bomba de transferencia de salmuera y válvulas requeridas, y medidor de nivel de líquido de flotador para indicar la cantidad correcta de salmuera. También están disponibles tanques para salmuera de acero galvanizado o sin revestimiento.
2. Si se consumen grandes cantidades de sal, un saturador de sal a granel puede ser la mejor opción. La salmuera saturada se bombea desde el saturador a granel, con dimensiones para contener la carga completa de un camión o vagón de ferrocarril de sal, directamente a las unidades de intercambio.

Se pueden desarrollar unidades alternativas para satisfacer requisitos especiales.

## Accesorios

Cada intercambiador está equipado con manómetros para indicar la pérdida de carga a diversas velocidades de flujo. Los controles automáticos de velocidad de retrolavado y enjuague con salmuera se utilizan en un sumidero abierto o en un sistema de desagüe a presión cerrado. Cada sistema también está equipado con grifos de muestreo y un kit de prueba de nitratos.

# Hungerford & Terry, Inc.

## Líder en el suministro de soluciones de tratamiento de agua para aplicaciones específicas

Desde 1909, Hungerford & Terry Inc. establece los estándares de la industria en la ingeniería, el diseño y la fabricación de sistemas de tratamiento de agua innovadores y eficientes. Los sistemas incluyen la eliminación de hierro, manganeso, arsénico y radio; la eliminación de alta eficiencia y bajo desperdicio de nitratos; PFOS/PFAS, la

eliminación de tintes, la eliminación de cromo-6, la eliminación de percloratos, torres desgasificadoras de vacío y tiro forzado, pulidoras de condensado y desmineralizadoras completas. Comuníquese con Hungerford & Terry para obtener ayuda con su próximo sistema de tratamiento de agua.

## Referencias

- Municipio de Clayton - Clayton, Nueva Jersey
- Municipio de Greencastle - Greencastle, Pensilvania
- Departamento de correccionales de California - Chino, California
- Autoridad desalinizadora de Chino I - Chino, California
- Autoridad desalinizadora de Chino II - Chino, California
- Ciudad de Decatur - Decatur, Illinois
- Ciudad de Des Moines - Des Moines, Iowa
- Ciudad de Plover - Plover, Wisconsin
- Ciudad de Upland - Upland, California
- Consumers Illinois Water Co. - Danville, Illinois
- Departamento de servicios de salud del condado de Suffolk  
- Long Island, Nueva York
- Distrito de agua de Monte Vista - Chino, California
- Pueblo de Blissfield- Blissfield, Michigan
- Pueblo de Whiting - Whiting, Wisconsin
- Vlastic Foods - Millsboro, Delaware
- Municipio de Warwick  
- Condado de Lancaster, Pensilvania
- Ciudad de Ashton, Idaho
- Condado de Sumner, Wellington Kansas
- Ciudad de Avondale, Arizona
- Distrito de agua de Jericó, condado de Nassau, NY



226 N. Atlantic Avenue • PO Box 650 • Clayton, NJ 08312-0650

P: 856-881-3200 • F: 856-881-6859 • [sales@hungerfordterry.com](mailto:sales@hungerfordterry.com) • [www.hungerfordterry.com](http://www.hungerfordterry.com)