

# Filtración de Sólidos Suspendidos

# Filtração de Sólidos Suspensos

por Ing. Fernando Guime

Español

**Resumen:** Con la gran variedad de productos de filtración disponibles, no es sencillo determinar la efectividad de cada uno. Cada medio filtrante o sistema puede involucrar procesos diferentes, por lo que es importante la selección del filtro apropiado para cada aplicación. Este artículo pretende proporcionar un conocimiento básico de este importante componente de la ciencia del tratamiento de agua.

Se entiende por filtración al proceso de remoción de materia suspendida en el agua mediante su paso a través de un material poroso, pudiendo este estar compactado en un filtro, o presente como un medio dentro de un recipiente. Esos “recipientes” pueden ser carcazas, y estar fabricadas en plástico, fibra de vidrio, acero inoxidable, acero al carbón, materiales compuestos o—en el caso de sistemas grandes—incluso pueden ser construidos en concreto.

La materia en suspensión—sólidos suspendidos—está compuesta principalmente por partículas o flóculos de tierra, arena y sedimentos, pero también incluye organismos vivos como algas, bacterias, virus y protozoarios.

Para poder remover este tipo de contaminantes se requiere del uso de filtros de agua, los cuales podemos clasificar muy generalmente en tres tipos.

### Filtros de gravedad

El primer tipo de filtración, y el más antiguo, es conocido tradicionalmente como filtro asistido por gravedad. En su expresión más sencilla, es básicamente una cisterna con su parte superior abierta que contiene agua, un medio filtrante granular, y accesorios en su parte inferior que permiten recolectar el agua filtrada. Debido a las dimensiones que requieren estos filtros, normalmente se construyen en concreto u hormigón.

Los filtros de arena lentos son una variación de los filtros asistidos por gravedad, la estructura física de ambos es similar, pero los filtros lentos de arena utilizan procesos biológicos, además de los físicos para remover del agua partículas suspendidas.

### Filtros de presión

El segundo tipo de filtración se conoce como filtración a presión, ya que utiliza unidades cerradas por las cuales se circula agua con la presión generada por una columna de agua, un grupo de bombeo u otra fuente de presión.

Ejemplos típicos de estas unidades son los filtros de piscina. Existen en diversos tamaños, y pueden ser fabricados en una amplia variedad de

Português

**Resumo:** Com a grande variedade de produtos de filtração disponíveis, não é fácil determinar a eficácia de cada um. Cada meio filtrante ou sistema pode envolver processos diferentes, daí a importância da escolha do filtro apropriado para cada aplicação. Este artigo pretende fornecer um conhecimento básico desse importante componente da ciência do tratamento de água.

Entende-se por filtração o processo de remoção de matéria em suspensão na água mediante sua passagem através de um material poroso, podendo este estar compactado num filtro ou presente como um meio dentro de um recipiente. Esses “recipientes” podem ser carcaças, fabricadas de plástico, fibra de vidro, aço inox, aço-carbono, materiais compostos, ou—no caso de sistemas grandes—, podem ser até construídos de concreto.

A matéria em suspensão—sólidos suspensos—é composta principalmente de partículas ou flocos de terra, areia e sedimentos, porém inclui também organismos vivos como algas, bactérias, vírus e protozoários.

Para poder remover esse tipo de contaminantes, é necessário usar filtros de água, que podemos classificar de forma genérica em três tipos.

### Filtros por gravidade

O primeiro tipo de filtração, e o mais antigo, é tradicionalmente conhecido como filtro por gravidade. Em sua forma mais simples, é basicamente uma cisterna com a parte superior aberta que contém água, um meio filtrante granulado e acessórios em sua parte inferior que permitem coletar a água filtrada. Devido às dimensões exigidas por esses filtros, normalmente são construídos de concreto ou cimento.

Os filtros de areia lentos são uma variação dos filtros por gravidade; a estrutura física de ambos é semelhante, porém os filtros lentos de areia utilizam processos biológicos, além dos físicos, para remover da água as partículas suspensas.

### Filtros de pressão

O segundo tipo de filtração é conhecido como filtração por pressão, já que utiliza unidades fechadas pelas quais circula água com a pressão gerada por uma coluna d'água, um grupo de bombeamento ou outra fonte de pressão.

Exemplos típicos dessas unidades são os filtros de piscina. Existem em diversos tamanhos e podem ser fabricados de uma ampla gama de materiais, como fibra de vidro, aço-carbono, aço galvanizado ou aço inox.

materiales, como fibra de vidrio, acero al carbón, acero galvanizado o acero inoxidable.

Dentro de esta categoría, los filtros difieren en su función y modo de operación, ya que pueden ser de operación manual o automática. El nivel de automatización básicamente se refiere a la manera en que se realizan los retrolavados o mantenimiento del filtro, el mismo que en su forma más sencilla requiere que la unidad sea completamente desarmada, y luego sea rellena con material nuevo. Normalmente se utiliza en filtros cuyo lecho cumple una función específica como corrección de pH, liberación de anti-incrustante o de algún desinfectante en base a demanda.

Luego tenemos filtros semi-automáticos, que disponen de una válvula en la parte superior, la cual al ser cambiada de posición redirige los flujos dentro de la unidad, fluidizando y suspendiendo el lecho, de manera que los sedimentos atrapados dentro del mismo sean removidos y enviados al drenaje.

Normalmente disponen de varias opciones como lavado, drenaje, servicio, "bypass" (los modelos más complejos pueden llegar a tener hasta siete funciones en su módulo de control).

Por último, los filtros de operación automática utilizan desde sencillas turbinas para iniciar los lavados en base a la cantidad de agua producida, hasta las unidades controladas por computadoras (PLC\* o controlador lógico programable) y que monitorean constantemente los parámetros de calidad del agua producida.

Uno de los aspectos más interesantes de los filtros que utilizan medios o lechos, es la variedad que existe de los mismos (ver *Medios Filtrantes*).<sup>1</sup>

### Filtros sencillos

El tercer tipo de filtros representa los cartuchos o elementos que se instalan en los portafiltros, y que son de fácil mantenimiento y operación. Estos pueden ir desde 10 hasta 40 pulgadas de longitud, y pueden proveer una buena filtración, incluso en niveles muy bajos de micronaje. El tipo de materiales con los que se construye este tipo de filtros también es muy variado (ver *Tipos de Filtros de Cartucho*).<sup>2</sup>

### Otros métodos de remoción

La filtración es normalmente el paso final en el proceso de remoción de sólidos, que dependiendo de cuál sea la fuente del agua, puede incluir etapas de pretratamiento como coagulación, floculación y sedimentación.

Estas etapas dependen del tipo de partículas que se encuentren dentro del agua. Esas partículas que hacen que el agua se vea turbia u oscura, normalmente tienen una carga eléctrica negativa en su superficie. Esta carga hace que las partículas se repelen entre sí, de manera que permanezcan en suspensión, en vez de agruparse y asentarse.

El efecto del coagulante es neutralizar la carga negativa de las partículas en suspensión (desestabilizar las partículas). Para que el coagulante tenga efecto, es necesario proveer de una agitación suave al agua, de manera que provoquemos que las partículas pequeñas ya coaguladas colisionen con otras partículas similares, produciendo así un flóculo cada vez mayor, que será más fácil de asentar o filtrar.

Una vez que el coagulante ha sido inyectado y el flóculo formado, se podrá utilizar un sedimentador, cuyo propósito es remover la mayor cantidad de flóculos y otros materiales suspendidos antes de que el agua llegue a los filtros.

### Tamizar lo real

La manera más fácil de visualizar un filtro, es comparándolo con

Dentro dessa categoria, os filtros diferem em sua função e modo de operação, já que podem ser de operação manual ou automática. O nível de automatização basicamente se refere à maneira pela qual se realizam as retrolavagens ou manutenção do filtro, que, em sua forma mais simples, exige que a unidade seja completamente desmontada e então preenchida novamente com material novo. Utiliza-se normalmente em filtros cujo leito desempenha uma função específica como correção de pH, liberação de anti-incrustante ou de algum desinfetante sob demanda.

Em seguida, temos os filtros semi-automáticos, dotados de uma válvula na parte superior que, ao ser mudada de posição, redireciona os fluxos dentro da unidade, fluidizando e suspendendo o leito, de forma que os sedimentos presos dentro dele sejam removidos e enviados para drenagem.

Normalmente dispõem de várias opções, como lavagem, drenagem, manutenção, "desvio" (os modelos mais complexos podem chegar a ter até sete funções em seu módulo de controle).

Por último, os filtros de operação automática utilizam desde turbinas simples, para iniciar as lavagens conforme a quantidade de água produzida, até as unidades controladas por computadores (CLP ou controladores lógicos programáveis), que monitoram constantemente os parâmetros de qualidade da água produzida.

Um dos aspectos mais interessantes dos filtros que utilizam meios ou leitões é a variedade de tipos existentes (ver *Meios Filtrantes*).<sup>1</sup>

### Filtros simples

O terceiro tipo de filtros representa os cartuchos ou elementos que são instalados nos porta-filtros e que são de fácil manutenção e operação. Eles podem ter desde 10 até 40 polegadas de comprimento e fornecer uma boa filtração, inclusive em níveis muito baixos de micronagem. O tipo de materiais com os quais esses tipos de filtros são construídos também é muito variado (ver *Tipos de Filtros de Cartucho*).<sup>2</sup>

### Otros métodos de remoção

A filtração normalmente é o passo final no processo de remoção de sólidos, que, dependendo da fonte da água, pode incluir etapas de pré-tratamento como coagulação, floculação e sedimentação.

Essas etapas dependem do tipo de partículas que se encontram dentro da água. Essas partículas, que fazem com que a água fique turva ou escura, normalmente possuem uma carga elétrica negativa em sua superfície. Essa carga faz com que as partículas se repilam entre si, de maneira a permanecerem em suspensão, ao invés de se agruparem ou assentarem.

O efeito do coagulante é neutralizar a carga negativa das partículas em suspensão (desestabilizar as partículas). Para que o coagulante tenha efeito, é necessário provocar uma agitação suave da água, de forma a fazer com que as partículas pequenas já coaguladas colidam com outras partículas semelhantes, produzindo assim um floco cada vez maior, que será mais fácil de assentar ou filtrar.

Uma vez que o coagulante tenha sido injetado e o floco formado, pode-se utilizar um sedimentador, cuja finalidade é remover a maior quantidade de flocos e outros materiais suspensos antes que a água chegue aos filtros.

### Tamisar o real

A maneira mais fácil de visualizar um filtro é compará-lo com uma peneira ou tamis, no qual ficam retidos os sólidos. Quanto maior for o tamanho da malha do tamis ou peneira, maior a quantidade de sólidos que o atravessará.

una cernidera o un tamiz, en el cual se quedan retenidos los sólidos. Mientras mayor sea el tamaño del ojo del tamiz o cernidera, mayor cantidad de sólidos dejará pasar.

Los filtros con menor tamaño de tamiz (menor micronaje), son los que más sólidos suspendidos retienen, y por lo tanto, los que más rápido requieren de un recambio o lavado, debido a su taponamiento. Dado que el tamaño de los sedimentos es muy pequeño, se utiliza una unidad de medida especial para indicar qué nivel de filtración provee un determinado filtro (ver *Tabla 1*). Esta unidad de medida se conoce como micra ( $\mu\text{m}$ ) y representa 1/1,000 de un milímetro.

Existen dos tipos básicos de sedimentos, aquellos que pueden ser fácilmente removidos debido a su tamaño y naturaleza, tales como la arena o sedimentos gruesos. Otros contaminantes, sin embargo, son tan pequeños que pasarán a través de cualquier medio físico con el que se les quiera detener. Estas partículas normalmente presentan una carga eléctrica o iónica, que hace que permanezcan en suspensión,

Os filtros com tamis de malha mais fina (menor micronagem) são os que retêm mais sólidos suspensos e, portanto, os que exigem maior frequência de troca ou lavagem, devido ao seu entupimento. Pelo fato de o tamanho dos sedimentos ser muito pequeno, utiliza-se uma unidade de medida especial para indicar o nível de filtração que um determinado filtro fornece (ver *Tabela 1*). Essa unidade de medida é conhecida como micrômetro (mm) e representa 1/1000 de milímetro.

Existem dois tipos básicos de sedimentos; uns podem ser facilmente removidos devido ao seu tamanho e natureza, como a areia ou sedimentos grossos. Outros contaminantes, contudo, são tão pequenos que passarão através de qualquer meio físico com o qual se queira retê-los. Essas partículas normalmente apresentam uma carga elétrica ou iônica, que faz com que permaneçam em suspensão e não se agrupem nem sedimentem. Esse tipo de sedimento é fácil de determinar quando, ao se pegar uma amostra de água e deixá-la em um recipiente, for possível observar que a turbidez não assenta no fundo.

## MEDIOS FILTRANTES

Dependiendo de la necesidad, se puede configurar un mismo sistema para que realice diferentes operaciones con sólo cambiar el lecho dentro del mismo. Para mencionar algunos ejemplos:

### **Arena**

La arena lavada y clasificada según su densidad es usada para la remoción de sedimentos. Es un medio inerte y tiene un largo periodo de vida, siendo muy resistente a la presión o turbulencia, características de los retrolavados. Es usado principalmente en aplicaciones municipales.

### **Carbón Activado**

Existen varios tipos de carbón—el que se obtiene de las minas como la antracita, el de huesos de animales, de madera o cáscara de coco. El material es sometido a altas presiones y vapores, o expuesto a diferentes tipos de solventes, de manera que se crean cavidades en el carbón, brindándole esto una alta superficie de área con una muy buena capacidad adsorbente. Su principal aplicación es mejorar el sabor y olor del agua, mediante la remoción de compuestos orgánicos y oxidantes.

### **Alúmina Activada (AA)**

Es una mezcla especial de óxido de aluminio, el cual promueve un intercambio de iones en su superficie, mediante el cual libera hidróxidos a cambio del anión contaminante, que puede ser flúor, arsénico, selenio, sílica y algunos ácidos húmicos. Todo esto, a través de un proceso de adsorción, mediante el cual una substancia se adhiere a la superficie de otra. Se requiere su regeneración con hidróxido de sodio, y su eficiencia es muy dependiente del nivel de pH en el que trabaje, siendo su punto óptimo entre 5.5 y 6.

### **Arena Verde de Manganeso**

Conocido en inglés como “manganese greensand”, se utiliza principalmente para oxidar y filtrar el hierro, manganeso y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). El medio está cargado de un oxidante que cambia a los contaminantes mencionados de su estado soluble a insoluble, para luego retenerlos en el medio. Se requiere de su regeneración con permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) el cual regenera la capacidad oxidante del medio.

### **Antracita**

Es uno de los medios filtrantes más empleados, básicamente es carbón activado triturado y tamizado con gránulos que van desde 0.5  $\mu\text{m}$  hasta 3  $\mu\text{m}$ . Es un buen complemento para los filtros de medios múltiples, en compañía de arena o arena verde de manganeso.

### **Birm®**

Es el nombre comercial para un medio cubierto con dióxido de manganeso, que es capaz de actuar como oxidante y catalítico. Esto hace reaccionar el oxígeno disuelto del agua con el hierro y manganeso presentes, oxidándolos, y de esta manera precipitándolos (cambiarlos de estado soluble a particulado o suspendido) para luego retenerlos en la superficie del lecho.

### **Pyrolox®**

Es el nombre comercial de un medio de dióxido de manganeso, usado para la reducción de hierro, manganeso y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Al igual que el Birm, funciona como catalizador de la oxidación. Requiere de oxígeno en el agua y retrolavados fuertes y frecuentes.

### **Corosex®**

Es el nombre comercial de un óxido de magnesio altamente reactivo, que se utiliza principalmente para neutralizar al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) presente en el agua. Se utiliza en condiciones de alto flujo, y sus limitaciones incluyen la tendencia a sobrecorregir en aplicaciones de bajo flujo o de uso intermitente. Además, en aguas con presencia de dureza media o alta, el calcio puede precipitarse, resultando en un compactamiento no deseado del medio.

y no se agrupan o sedimentan. Este tipo de sedimento es fácil de determinar, cuando al tomar una muestra de agua y dejarla en un recipiente se puede observar que no se asienta la turbiedad en el fondo.

Los filtros que utilizan un medio granular, no removerán eficazmente la materia fina suspendida, a menos que se utilice un pretratamiento de floculación. Sin este, el filtro funcionará solamente como una malla que retendrá las partículas gruesas, mientras las partículas finas se escurrirán y atravesarán al filtro sin ser removidas.

Es necesario entonces, añadir un agente coagulante como sulfato de aluminio, el cual después de una mezcla rápida, forma un floculo, generalmente en forma de un precipitado gelatinoso que tiene la apariencia de un copo de nieve hasta de 1 milímetro de diámetro y que conforme se desplaza en el agua tiende a atrapar a las partículas más pequeñas suspendidas en el agua.

**Tabla 1.****Guía básica de aplicaciones basada en clasificación por micrón**

Clasificación por micrón	Aplicación
Sub-micrón .....	Virus, bacteria, coloides, asbestos
1 .....	<i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i> *, cieno
5 .....	Agua potable, prefiltro para filtro de 1-µm
10 .....	Filtro de sedimento final para agua de proceso
20 .....	Pre-filtro, tamaño más pequeño visible al ojo
50 .....	Sistemas de caldeo y refrigeración de circuito abierto

FUENTE: U.S. Centers for Disease Control and Prevention, Assessing the Public Health Threat Associated with Waterborne Cryptosporidiosis, Vol. 44, RR-6, Junio 16, 1995.

\* Clasificación absoluta: Una clasificación absoluta del filtro significa que 99.9% (o prácticamente el total) de las partículas de mayor tamaño que la clasificación por micrón especificada quedarán atrapadas en o dentro del filtro. Como comparación, una clasificación nominal del filtro indica que la mayoría (interpretado como 85%) de las partículas de igual tamaño que la clasificación por micrón serán retenidas por el filtro [ver *WQA Glossary of Terms*, 3ª Edición, Water Quality Association, Lisle, Ill., EE.UU. 1997].

**Calcita**

Es un compuesto natural de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), el cual se disuelve en proporción al pH presente en el agua. Una vez que el agua es neutralizada, es decir, que su pH ha sido corregido, el medio deja de disolverse. Conforme se disuelve, también incrementa los niveles de dureza. La cantidad de calcita requerida para nivelar el pH de determinado tipo de agua esta ligada a la presencia del  $\text{CO}_2$  en la misma.

**KDF55® y KDF85®**

Es el nombre comercial de una aleación especial de cobre y zinc, la cual utiliza el potencial de oxidación y reducción (redox) para la remoción de cloro y metales pesados del agua. También, dada su naturaleza, se le considera como un medio bacteriostático, el cual inhibe el desarrollo de microorganismos dentro del medio. Trabaja mejor dentro de un pH entre 6.5 y 8.5.

**Macrolita®**

Es el nombre comercial de un medio de cerámica propietario, el cual provee una remoción de sólidos hasta 5 µm. Depende de la adsorción y la retención física como mecanismos primarios. La forma redondeada del medio provee una matriz uniforme de espacios intersticiales entre los gránulos, lo cual le brinda sus excelentes características de flujo vs. remoción de sedimentos.

**TIPOS DE FILTROS DE CARTUCHO****Hilados**

Básicamente, es un cordón de algodón o polipropileno que se enrolla alrededor de un eje central hueco. Dependiendo de qué tan fuerte o suave se enrolle el cordón, se pueden obtener varios niveles de remoción de sólidos en un mismo elemento. Son de fácil construcción y muy económicos.

**Plegados**

Estos elementos se construyen utilizando diversos materiales que pueden ir desde celulosa hasta fibras sintéticas, y acomodados en forma de acordeón alrededor de un eje central. Están sellados en sus partes inferiores y superiores para proveer una muy buena filtración.

**Resinados**

Se producen a partir de celulosa, fibra o resina—estos filtros tienen una densidad graduable, por lo que retienen sólidos grandes en la superficie más externa, y sólidos menores conforme se aproximan al centro del elemento. Sus ventajas incluyen que son estructuralmente más fuertes que los plegados e hilados, y que pueden resistir temperaturas más elevadas.

**Polipropileno Inyectado**

Conocidos como polipropileno fundido, en este proceso se produce un filtro que tiene una buena resistencia estructural. Aun cuando carece de un eje de soporte, es un producto de fabricación masiva y de bajo costo.

**Plegados de Carbón**

Son cartuchos plegados a los que se ha impregnado con polvo de carbón activado. Esta configuración permite remover sólidos y mejorar el sabor y olor del agua mediante la remoción de materia orgánica y compuestos oxidantes.

**Carbón Granular**

Básicamente, es un envase en el que se coloca carbón granular. Se instalan tamices al ingreso y a la salida del filtro para prevenir la migración del carbón. Se recomienda su uso en caudales pequeños.

**Bloque de Carbón**

Estos filtros pueden ser moldeados o extruidos. El carbón se mezcla con químicos, de manera que forme un compuesto que—una vez moldeado o extruido—mantenga su consistencia, proporcionando una muy buena capacidad de adsorción combinada con una buena remoción de sólidos en una misma unidad.

### Filtros convencionales

En un filtro convencional, la arena más fina y liviana se encuentra en la parte superior, mientras las partículas más pesadas y grandes permanecen en la parte inferior después de los retrolavados, por lo que la filtración sucede sólo en las pocas pulgadas superiores del filtro.

Los filtros de medios múltiples son diferentes, ya que las partículas más grandes pero menos densas permanecen en la parte superior, mientras las partículas más finas pero más pesadas permanecen en la parte inferior.

La práctica de añadir diferentes tipos de medios entre 3 y 5 µm, brinda mayor flujo de servicio y mejores niveles de filtración. El medio es clasificado y colocado en base a su densidad en un orden inverso. Esto significa que pondremos el lecho con partículas más pequeñas y densas al inicio, y al medio con las partículas más livianas, y menos en la parte superior. De esta manera, atraparemos las partículas de sedimento más grandes en la parte superior del filtro, y las partículas más pequeñas conforme atraviesan los diversos medios. Debido a que los medios están diferenciados por su densidad, después de retrolavarse los diversos materiales, se busca su posición original correspondiente a su peso específico.

### Conclusión

La innovación está en la selección del material filtrante, que al distribuirse de esta manera permite el uso de todo el lecho filtrante, y no sólo de unas cuantas pulgadas en la parte superior.

Los materiales más utilizados para los filtros de lecho son arena, antracita y grava.

Os filtros que utilizam um meio granular não removem eficazmente a matéria fina em suspensão, a menos que se utilize um pré-tratamento de floculação. Sem este, o filtro funcionará somente como uma malha que reterá as partículas grossas, enquanto as partículas finas se infiltrarão e atravessarão o filtro sem ser removidas.

Assim, é necessário adicionar um agente coagulante, como sulfato de alumínio, o qual, depois de uma rápida mistura, forma um floco, geralmente na forma de um precipitado gelatinoso que possui a aparência de uma partícula de neve com até 1 milímetro de diâmetro e que, ao se deslocar pela água, tende a agarrar as partículas menores suspensas na água.

### Filtros convencionais

Em um filtro convencional, a areia mais fina e leve encontra-se na parte superior, enquanto as partículas mais pesadas e maiores permanecem na parte inferior depois das retrolavagens, motivo pelo qual a filtração ocorre apenas nas poucas polegadas superiores do filtro.

Os filtros de meios múltiplos são diferentes, já que as partículas maiores porém menos densas permanecem na parte superior, enquanto as partículas mais finas porém mais pesadas permanecem na parte inferior.

A prática de adicionar diferentes tipos de meios entre 3 e 5 mm possibilita um maior fluxo de serviço e melhores níveis de filtração. O meio é classificado e colocado segundo sua densidade em ordem inversa. Isso significa que poremos no leito as partículas menores e mais densas no início, e no meio as partículas mais leves, e menos na parte superior. Dessa maneira, coletaremos as partículas de sedimento maiores na parte superior do filtro e as partículas menores conforme atravessarem os

Estos filtros de lechos múltiples pueden operar por periodos más largos de tiempo antes de requerir limpieza, ya que el filtro puede retener más turbiedad en su medio, medido como unidades nefelométricas de turbiedad (NTU\* o UNT).

Los filtros de lechos múltiples son más apropiados para sistemas de presión en tanques cerrados, ya que permiten obtener flujos mayores que los que consiguen con gravedad solamente, además su modularidad y facilidad de mantenimiento permiten su uso en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo su operación en pequeñas comunidades.

Para los filtros de cartucho o elemento, los materiales más utilizados son el polietileno, polipropileno, carbón activado, celulosa, poliéster, resinas y algodón. Generalmente, estos filtros son instalados en los puntos de uso (POU\* o PDU) final, ya que producen una pérdida significativa de presión y su costo de reemplazo es elevado, por lo que no se utilizan para filtrar caudales grandes de agua.

*\*Por sus siglas en inglés.*

#### Referencias

1. Hunt, Jim, "Filtration Media: Making the Right Choice—A Reference Guide for Dealers," *Water Conditioning & Purification*, pp. 32-35, Mayo 2001.
2. Hunt, Jim, "Filtration: A Survey of Filter Cartridges—Sorting through the Choices and the Hype," *Water Conditioning & Purification*, pp. 40-43, Enero 2000.

#### Acerca del Autor

Fernando Guime es dueño y gerente general de Aqua-Pro, en Guayaquil, Ecuador. Se desempeña como consultor para América Latina. Contacto: +59(34) 258-4040, Fax: +59(34) 244-2061, aquapro@telconet.net, www.1800agua.com

diversos meios. Como os meios se diferenciam por sua densidade, depois da retrolavagem dos diversos materiais, retomam suas posições originais em função de seu peso específico.

#### Conclusão

A inovação está na escolha do material filtrante, que, ao se distribuir dessa maneira, permite o uso de todo o leito filtrante, e não só de umas poucas polegadas na parte superior.

Os materiais mais utilizados para os filtros de leito são areia, antracita e brita.

Esses filtros de múltiplos leitos podem funcionar por períodos mais longos antes de exigir limpeza, já que o filtro pode reter mais turbidez em seu meio, medido como unidades nefelométricas de turbidez (NTU\* ou UNT).

Os filtros de múltiplos leitos são mais apropriados para sistemas de pressão em tanques fechados, já que permitem obter fluxos maiores que os obtidos apenas com gravidade, além do que sua modularidade e facilidade de manutenção permitem sua utilização em uma ampla gama de aplicações, inclusive a operação em pequenas comunidades.

Para os filtros de cartucho ou elemento filtrante, os materiais mais utilizados são o polietileno, polipropileno, carvão ativado, celulose, poliéster, resinas e algodão. Em geral, esses filtros são instalados nos pontos de uso (POU\* ou PDU) final, já que produzem uma perda significativa de pressão e seu custo de reposição é elevado, razão pela qual não são utilizados para filtrar grandes vazões de água.

*\*Por suas siglas em inglês.*

**Circule 23 en la Tarjeta de Servicio al Lector**

**Circule 24 en la Tarjeta de Servicio al Lector**