

▶ WEBINAR EN VIVO

## FILTRACIÓN RÁPIDA EN LECHO PROFUNDO:

EL PROCESO MENOS EVALUADO EN TRENES DE TRATAMIENTO DE AGUA.

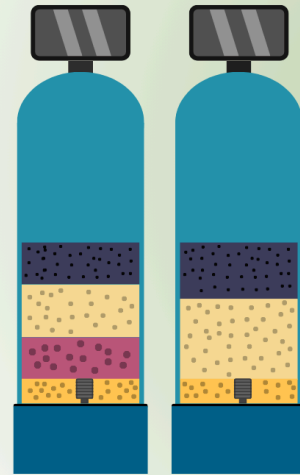
📅 30 de Julio

🕒 10 AM  
Hora CDMX

Impartido por: **Germán Grosso.**

REGÍSTRATE GRATIS

🌐 [WWW.CARBOTECNIA.INFO/WEBINARS-REGISTRO](http://WWW.CARBOTECNIA.INFO/WEBINARS-REGISTRO)



Carbotecnia  
PURIFICACIÓN AVANZADA

Les enviamos las respuestas a las preguntas que nos realizaron durante el webinar, todas las respuestas fueron redactadas por el Ing. Germán Grosso.

Cualquier duda, asesoría o punto de mejora quedamos a sus órdenes por medio del correo: [ventas@carbotecnia.com.mx](mailto:ventas@carbotecnia.com.mx). ¡Gracias por participar!

Abelardo Guillen:

- **¿Los filtros de discos también son recomendables antes del proceso floculación-coagulación?**

Si el contenido de sólidos suspendidos en el agua es alto, y estos sólidos tienen un tamaño que pueden retener los filtros de discos (entre 5 y 400  $\mu\text{m}$ ), los filtros de discos antes del proceso de coagulación-floculación serán benéficos porque disminuirán la carga de sólidos a retener en el proceso de coagulación-floculación que sigue con clarificación o con filtración. Además, pueden disminuir el requerimiento de coagulante y de floculante. No obstante, cuando la concentración de sólidos suspendidos y de coloides es baja, los filtros de discos **pueden no tener un efecto o incluso pueden tener un efecto indeseable** ya que cierta concentración de sólidos suspendidos y de coloides actúa como “semilla” para que ocurra la coagulación-floculación. Así que hay que probar.

Adriana Ávila:

- **Buenos días, ¿se puede retrolavar solo con agua o se pudieran hacer retrolavados ácidos y alcalinos?**

El retrolavado ácido puede tener la función de desinfectar o la de disolver sales que han precipitado en el interior de un filtro. El retrolavado alcalino puede tener la función de desinfectar (también podría tener la función de disminuir contenido de moléculas orgánicas, aunque para ello requeriría de una concentración alta de una base fuerte, como la sosa). Si retrolavas con una solución ácida o con una solución alcalina para lograr alguno de los propósitos mencionados, está bien. Normalmente sólo se inunda el lecho filtrante en la solución ácida o alcalina aunque debemos decir que estas soluciones actúan con más eficiencia si se hacen fluir. Si gustas que profundicemos en el tema, con gusto lo hacemos.

Alfredo Meza García:

- **¿Cómo calcular flujo de retrolavado en función de la densidad del medio filtrante y/o tamaño de la partícula?**

A través de las gráficas que reportamos los fabricantes en las fichas técnicas de los medios granulares que ofrecemos. Estas gráficas muestran la velocidad de flujo de retrolavado en el eje de las abscisas (de las Xs) y porcentaje de expansión de cama en el eje de las ordenadas (de las Ys). Generalmente reportamos datos a distintas temperaturas, ya que la temperatura del agua afecta mucho al porcentaje de expansión de la cama.

- **¿Qué caída de presión tendremos con el filtro de arena?**

La caída de presión también se reporta en la ficha técnica a través de una gráfica de caída de presión por pie de altura de cama en el eje de las ordenadas (Ys), y velocidad de flujo en el eje de las abscisas (Xs). El dato que lees en el eje de las ordenadas se multiplica por la altura de la cama y el resultado es la caída de presión estimada en la misma.

Ana Paula García:

- **¿Un filtro de discos funciona después de aplicar coagulación-floculación para eliminar arcilla en el agua?**

Sí. Los filtros de discos han funcionado bien para filtrar agua que procede del proceso de coagulación-floculación-sedimentación, siempre y cuando el flóculo no sea demasiado pegajoso (los flóculos siempre son pegajosos, pero si no lo son en alto grado, los filtros de discos funcionan bien). Para esta aplicación, no cualquier disco funciona. Hay que elegir el tipo de discos adecuado (los fabricantes ofrecen distintos tipos de discos). Con gusto podemos apoyarte al respecto en cuanto a la marca AZUD, que es la que ofrecemos y que es muy competitiva. En el próximo webinar hablaremos de este tipo de filtros de discos.

Andreina Mármol:

- **¿Cuál es el máximo de turbiedad de un filtro carbón?**

No hay un valor máximo de turbiedad recomendado para el agua que se va a tratar en una cama de carbón activado granular. Mientras menor sea la turbiedad, es mejor, sobre todo si esta procede de sólidos muy pequeños (como es el caso de los submicrónicos, como son los coloides). Los sólidos muy pequeños bloquean con mayor facilidad la entrada a los poros del carbón. Si nos pidieran un valor de turbiedad máxima recomendada para el agua que se alimenta a un lecho de carbón activado granular, yo diría que sería recomendable que no pase de 5 NTU. Este valor es el máximo que permitía la NOM-127-SSA1-1994 hasta antes del 27 de abril de 2023. Actualmente, el límite que establece la misma norma es de 4, y será de 3 a partir de abril de 2025. Si la turbiedad procede de sólidos más grandes (mayores a 1 µm), bloquearán menos las entradas a los poros del carbón, lo que no será tan negativo.

Antonio Castellanos:

- **¿Cuándo se utiliza el colector superior?**

El colector superior lo consideraron para evitar que el medio granular se saliera del recipiente al retrolavar con un flujo excesivo. Sin embargo, dicho colector resuelve el problema mencionado, a costa de que, a corto o mediano plazo, el filtro ya no opere óptimamente. El colector superior se puede tapar con facilidad cuando el agua que se va a tratar transporta sólidos mayores a las ranuras de las toberas (las toberas que típicamente utilizamos en los colectores inferiores son muy malas para retener sólidos cuando el líquido fluye del interior de la tobera hacia el exterior). Por otro lado, los sólidos que pasan por las ranuras de las toberas y que quedan retenidos en el lecho filtrante, pueden irse pegando entre sí y formar partículas más grandes que luego no salen por las ranuras de las toberas del colector superior al retrolavar. Asimismo, cuando se fractura una partícula del medio granular, las partes fracturadas, las más de las veces no alcanzan a salir por las ranuras del colector superior. Termina formándose una capa de partículas pequeñas y “lodo” que se acumulan en la parte superior del lecho filtrante y lo van colmatando (ocluyendo, tapando). Entonces, nunca debe utilizarse el colector superior. Lo adecuado es controlar el flujo de retrolavado y, como protección adicional, en todo caso colocar una canastilla en la trayectoria de la tubería de descarga de agua de retrolavado hacia el drenaje, que retenga el medio granular en caso de que este salga arrastrado por el flujo de retrolavado.

Arturo Gonzalez:

- **¿Cuál es la granulometría del Nexsand?**  
Entre las mallas 14 y 40 (US Std. mesh).
- **Comentario: cuando se tiene lecho dual arena- antracita, es importante definir adecuadamente la relación de tamaños y la tasa de retrolavado para evitar la entremezcla de partículas durante el asentamiento al terminar el retrolavado.**

De acuerdo. De hecho, en Carbotecnia hacemos pruebas experimentales en columnas de polietileno transparentes que nos permiten constatar que las camas se expanden correctamente y no se mezclan entre sí.

Carlos Humberto:

- **¿Cómo me aseguro o mido que un filtro de lecho profundo está reteniendo efectivamente partículas mayores de 20 micras.?**

Una prueba puede consistir en colocar filtros de cartucho posteriores al filtro de lecho profundo conectados en serie. Puedes colocar primero un cartucho de 30 o 50 micras, seguido de otro de 20 micras y luego de otro de 10 micras. Los cartuchos que utilices para la prueba deben ser de buena calidad. Esto es: deben tener una buena eficiencia de filtración, para que arrojen resultados confiables (hay que recordar que los cartuchos económicos pueden tener muy bajas eficiencias de retención y dejan pasar un alto porcentaje de partículas mayores al grado de filtración nominal que reportan). Los cartuchos de 50, 30 y 20 micras no debieran retener muchos sólidos (puesto que esperaríamos que hubieran sido retenidos en el filtro de lecho profundo). El cartucho de 10 micras sí debería retener más sólidos (los que no se retuvieron en el filtro de lecho profundo). Si gustas que te apoyemos, avísanos y con gusto lo hacemos.

Carlos Javier Escudero Santiago:

- **Cuando se refiere a retención de partículas, es porque también hay fenómenos de adsorción, ¿cierto? ¿O solo es retención porque las sustancias quedan atrapadas entre las partículas del lecho mas no necesariamente hay adsorción?**

Es correcto lo que escribes. Cuando mencioné “retención de partículas” en todo momento me referí a la que ocurre con una partícula sólida que queda retenida porque no pasa por la porosidad que forman los intersticios del medio granular. No obstante, como bien mencionas y como quedó en la presentación, otros fenómenos (como adsorción, precipitación, intercambio iónico, oxidación...) descomponen compuestos disueltos o retienen compuestos disueltos. Estos otros fenómenos no “retienen” sólidos suspendidos.

Corporativo TORA:

- **Buenas tardes, no me quedó claro si la zeolita tiene certificación. ¿Cumple con las normas? ¿O solo no es recomendable porque no han hecho pruebas?**

Algunas zeolitas cuentan con ciertas certificaciones. Otras cuentan con certificaciones distintas y algunas no cuentan con ninguna. Por ejemplo, la zeolita que ofrecemos, y que es de la marca Nextsand, cuenta con la certificación NSF/ANSI /CAN 61 que se le otorga a un material aplicado en tratamiento de agua que no desprende lixiviados potencialmente tóxicos. También cuenta con el certificado NSF/ANSI/CAN 372 que se otorga a materiales que se destinarán a tratamiento de agua y que no desprenden arriba de cierta cantidad de plomo. Sin embargo, estas certificaciones no tienen relación alguna con el hecho de que la zeolita cumpla con **todo** lo que ofrece el proveedor en su ficha técnica. Hasta hoy, otras marcas de zeolitas distintas a Nextsand no nos han convencido ni en lo documental ni en la práctica (lo que no significa que no sean buenos productos... el evaluador puede errar en su evaluación). La zeolita Nextsand nos convenció por las propiedades físicas que hemos valorado y por la reputación del fabricante. La empezamos a ofrecer porque el mercado demanda zeolita y porque encontramos buenos comentarios en los clientes de esta marca. Lo único que no hemos constatado aún es que retenga partículas mayores a 5 micrómetros. Como lo mencioné en el webinar, un organismo como AWWA aún no la tiene contemplada en la norma dedicada a medios granulares para filtrar. Suponemos que, debido a su porosidad y rugosidad, retendrá partículas menores que las que retiene arena sílica con distribución de tamaño de partícula similar, pero hay que evaluarlo para constatarlo. Vamos a montar la prueba y publicaremos de alguna manera los resultados.

Respecto a la literatura comercial, hay que ser cautos. En Carbotecnia y en lo personal, no creemos a priori todo lo que mencionan las fichas técnicas. Lo vamos constatando conforme avanzamos.

Quisiera repetir que, aunque se ha incrementado el consumo de zeolita, hay tres puntos que no nos gustaron mucho a priori: (1) Se desarrollaron como materiales adsorbentes de compuestos inorgánicos (tuve la oportunidad de estar cerca de los grupos de investigadores que lo hicieron). No tuvieron un éxito técnico y comercial y en poco tiempo se estaban ofreciendo como medios filtrantes; (2) En un inicio se ofrecieron por la ventaja de que requerían menor velocidad de flujo de retrolavado. Esto suena atractivo a priori (“con mi bomba de bajo flujo logro expandir la cama de zeolita al retrolavar”), pero resulta contraproducente ya que el menor flujo de retrolavado tarda más en eliminar los sólidos retenidos por el medio granular y termina requiriéndose mayor cantidad de agua; (3) No hemos tenido la oportunidad de dar con reportes de organismos reconocidos (como AWWA) ni de investigadores que demuestren que las zeolitas realmente retienen partículas menores que las que retiene una arena sílica con la misma distribución de tamaño de partícula. Suena razonable que las zeolitas lo logren, debido a su porosidad y rugosidad asociada, pero hay que medirlo (no basta con que el proveedor lo anuncie, ya que no es un resultado certificado). Algunas publicaciones (comerciales y aparentemente técnicas) afirman que las zeolitas filtran mejor, gracias a su capacidad de adsorción y a otras propiedades

fisicoquímicas. Sin embargo, estas propiedades tienen efecto en compuestos disueltos, y no en sólidos suspendidos. Por lo tanto, estos argumentos, en lugar de explicar por qué la zeolita retiene partículas mayores, nos llevan a dudar. Seguramente iremos dando con publicaciones valiosas y cuando lo hagamos, compartiremos la experiencia.

- **Yo he investigado... ¿Qué opinan de turbidex?**

Durante el tiempo en que lo usamos (fueron algunos años), no nos gustó por su alto contenido de partículas finas (que no solamente se perdían, sino que requerían mucho tiempo para eliminarlas en el retrolavado inicial) y por su baja resistencia mecánica (los gránulos colapsaban con muy poca presión entre los dedos). Su ficha técnica hacía afirmaciones que no eran fundamentos técnicos sólidos. Suponemos que trabaja bien pues ha sido bien acogida por el mercado.

- **Para planta purificadora de contenedor de fibra de vidrio, que combinación en arena recomiendas? Hablemos de un filtro de 2.5 pies.**

Depende de la calidad del agua a tratar. Si es agua de pozo profundo, lo más probable es que bastará una cama de arena 16x35. No le veo caso al uso de una arena más fina (que entregue un agua con menor contenido de SST o menor turbiedad) o de un lecho multimedia con granate (garnet) 30 x 40 en la parte inferior. Lo digo así porque estoy suponiendo que esta agua pasará posteriormente por filtros de cartucho, quizás de  $\mu\text{m}$  5 o de 1  $\mu\text{m}$ , y luego por ósmosis inversa. Un lecho dual (con arena y antracita) es adecuado cuando se espera un contenido alto de sólidos a retener, que no es el caso de un pozo profundo típico. Y una arena más fina o el garnet 30 x 40 son adecuados cuando se busca menor contenido de SST o menor turbiedad, que creo que es innecesario cuando el agua se osmotizará. Como vemos, a final de cuentas, todo depende de la calidad del agua a tratar y de la calidad del agua esperada después del proceso de filtración.

Cristopher Miranda:

- **¿Qué ventajas ofrece la antracita por sobre la arena sílica o la grava?**

Si comparamos entre solamente usar arena sílica o solamente usar antracita, debemos pensar que ambas deben tener una distribución de tamaño de partícula similar (para comparar manzanas con manzanas). En este caso, no vemos ventaja de la antracita respecto a la arena. La antracita se expande con menor velocidad de flujo, pero esta no es una ventaja porque tarda más en quedar limpia (ya que el flujo de retrolavado requerido para expandir la cama es menor) y al tardar más, se consume más agua. La grava es lo mismo que la arena (desde el punto de vista químico) y se usa como cama de soporte de la arena (o de la antracita, si se usa antracita).

- **¿Qué análisis debo realizar al carbón activado para saber cuándo se satura?**

Puedes analizar el número de yodo, y el resultado te permite estimar su capacidad de adsorción residual. No obstante, dicho estimado puede fallarlo mejor es analizar la concentración del contaminante que quieres adsorber o descomponer (se descomponen los oxidantes, como el cloro libre, el ozono, el peróxido de hidrógeno o el permanganato de sodio o potasio), y complementarlo con un balance de materia. Si gustas, podemos analizar el caso particular que tengas. El análisis de los compuestos que se desean retener es la mejor medida de desempeño de cualquier método de tratamiento de agua (no solo del carbón activado).

- **¿Es posible reemplazar el sistema de filtración DUF por carbón activado para eliminar materia orgánica.**

Un sistema DUF (Dynamic Upflow Filter) es un diseño mucho más técnico y de mayor alcance que una cama de carbón activado granular (CAG). Puede tratar aguas con

contenidos de algunos cientos de mg/L de materia orgánica, mientras que una cama de CAG no es competitiva económicamente cuando la concentración de entrada de materia orgánica es mayor a 20 a 30 mg/L. Por otro lado, el sistema DUF admite una cantidad alta de compuestos no disueltos, mientras que la cama de CAG requeriría retrolavarse con frecuencia para eliminarlos en los retrolavados. Entonces, yo diría que no son tratamientos comparables. El CAG es mucho más simple de aplicar y tiene un menor costo. Es muy competitivo en su territorio, pero no fuera de él. Por otro lado, el CAG alcanzará concentraciones más bajas de compuestos orgánicos en el agua tratada.

Enrique Jiménez:

- **¿Una arena sílica de forma redonda es mejor que la que no es y ¿Cómo funciona en su velocidad de filtración?**

Los medios filtrantes funcionan mejor cuando tienen formas redondeadas. Dichas formas hacen más predecible su comportamiento, tanto en flujo de servicio (cuando están filtrando) como en flujo de retrolavado. Formas alargadas pueden tener comportamientos inesperados, que pudieran o no afectar negativamente al proceso. Las gráficas de caída de presión y de expansión de cama de medios granulares están reportadas para formas redondeadas. Si hubiera un medio granular con forma alargada, habría que ver cómo se comporta y qué velocidades de filtración o de retrolavado son las adecuadas. También habría que valorar su desempeño en el mecanismo de filtración.

Ernesto Maradiaga:

- **¿Cuál sería el criterio para uso de Arena tipo Antracita?**

Hay que aclarar que no es correcto llamar a la antracita "arena tipo antracita". Ambos son medios granulares adecuados para filtrar. Químicamente, la arena es un aluminosilicato y la antracita es carbón. La antracita se usa en conjunto con arena para crear lechos duales: arena 16 x 35 abajo y antracita del 1.5 (10 x 20) arriba. Se usa antracita cuando la cantidad de sólidos a retener es alta y buscamos que la antracita retenga los sólidos de mayor tamaño (arriba) mientras que la arena retenga los de menor tamaño (abajo). Al hacerlo así, buscamos disminuir la frecuencia requerida para retrolavar.

Fernando Ibarra Jara Ibarra:

- **¿Qué recomiendan para filtrar agua de desecho cuando se limpia una alberca y reciclar el agua?**

Va a depender de los contaminantes que contenga el agua. Habría que analizar cada caso. Si los contaminantes son principalmente hojas y tierra, bastará con un proceso de filtración. Si entre los contaminantes, algunos son orgánicos (aceites para asolearse, orines, aceites corporales...), habrá que aplicar otro método que dependerá de la concentración de dichos compuestos. Por ejemplo, cabe la posibilidad de que convenga agregar un agente oxidante que los descomponga (como peróxido de hidrógeno). Si entre los contaminantes hay sólidos muy pequeños, como son los coloidales, probablemente se requiera de un proceso de coagulación-floculación-sedimentación.

Hay casos en que basta la observación para proponer el tratamiento. Hay otros en los que conviene realizar algún análisis. Lo que sí podemos decirte es que no hay agua que no tenga remedio, y que en muchos casos, el remedio es más simple de lo que imaginamos. Si gustas llamarnos, te apoyamos en revisar el caso.

- **¿Cuál es su recomendación de turbiedad máxima a la entrada de los filtros rápidos?**  
El caso de la turbiedad es de lo más interesante. Cuando recibimos una muestra de agua turbia, hacemos dos pruebas: (a) Dejar agua en una probeta y revisar al día siguiente. Si la turbiedad disminuye en la parte superior, significa que sedimenta y que la fuerza de la gravedad es mayor que las fuerzas de repulsión entre las partículas que la causan. Eso puede significar que las partículas no son tan pequeñas (por ello sedimentan) y que quizás puedan retenerse en algún tipo de filtro. (b) Filtramos en papel Whatman No. 2 que tiene porosidad de 8 micras. Si la turbiedad disminuye o se elimina a simple vista, es que las partículas que la causan pueden retenerse en un filtro. Cuando la turbiedad no se elimina ni disminuye con las pruebas anteriores, es probable que se deba a partículas submicrónicas y que se requiera de un proceso de coagulación-floculación-sedimentación previo a un filtro rápido de lecho profundo. Ahora bien, alimentar agua con turbiedad a un filtro rápido de lecho profundo, no lo afecta negativamente en caso de que el medio filtrante no la retenga. Lo que es un hecho es que hay que resolver el problema de turbiedad antes del siguiente proceso físico químico (carbón activado, suavización, arena verde). Y no debemos tener una turbiedad mayor a 1 – 5 micras en la alimentación a la ósmosis inversa.
- **¿Carbotecnia realiza estudios de granulometría?**  
Sí. Con gusto los ofrecemos. Contamos con el equipo que señalan las normas (Ro-Tap), con las cribas certificadas por ASTM y aplicamos la metodología como es debido.

Gregorio de la Cruz:

- **¿Cuál es el tiempo de vida de la arena sílica en sistemas donde no hay cloración previa ante microorganismos?**  
Va a depender de las características del agua a tratar y de los parámetros requeridos después de la filtración. Un agua con exceso de contaminantes no disueltos y disueltos, afectará prematuramente a la arena. Un crecimiento no controlado de microorganismos puede hacer que los granos de arena se peguen entre sí y que la cama se colmate. Los parámetros requeridos en el agua tratada pueden determinar el momento en que habrá que cambiar la arena sílica. Por ejemplo, si requieres una turbiedad que no supere un límite en el agua tratada, al llegar a dicha turbiedad habrá que cambiar la arena. El tiempo de vida útil de la arena también va a depender de que los retrolavados se realicen adecuadamente (con la frecuencia requerida y que logren la expansión de la cama). Si no se retrolava adecuadamente, la cama de arena sílica se cuarteará, el flujo se canalizará y el agua no se filtrará. Si gustas que analicemos un caso particular, te damos acompañamiento en ello.

Guillermo Jesus Reyes:

- **Buen día, cuál es la medida recomendada en medida de grava soporte y altura en la columna.**  
Si el distribuidor inferior cuenta con toberas microrranuradas, la grava que no tiene pierde, ya que puede sostener cualquiera de los medios granulares que se utilizan en tratamiento de agua es la de 1/8" x 1/16". La grava de 1/4" x 1/8" no puede sostener medios granulares menores a la malla 40 (no puede soportar carbón activado 20 x 50 o muchas de las resinas de intercambio iónico, ya que en muchos casos, sus partículas menores pasan la malla 40). La altura a la que debe llegar la grava de soporte es de al menos 3" por encima de las toberas del distribuidor inferior.

Si el distribuidor inferior no cuenta con toberas microrranuradas, deben colocarse las capas de gravas necesarias, de acuerdo con lo que señala la norma ANSI/AWWA B100-16. Si gustas, dar la información detallada al respecto.

Guillermo Vega:

- **Buenas tardes, ¿cuál es la secuencia de filtración adecuada para retener exceso de hierro y color en el agua?**

Depende del origen del color. Este puede ser orgánico, puede deberse a una sal inorgánica disuelta (como sulfato de cobre), puede deberse a un compuesto inorgánico que está precipitando (como hierro o manganeso) o puede deberse a un coloide (arcilla) o a un compuesto orgánico. Hay que empezar por conocer el origen del color. Lo mejor es empezar por saber de dónde procede el agua. A veces esto es suficiente para inferir qué molécula o qué compuesto está produciendo el color.

El tratamiento adecuado depende del compuesto que genera el color. Podemos darte acompañamiento.

En cuanto al hierro, puede retenerse en un filtro de arena verde (Green Sand Plus, Katalox Light, Filox u otro), previa oxidación con cloro libre o con otro oxidante. La arena verde es un catalizador que acelera la reacción de oxidación que lleva a la precipitación.

Itss\_traductions:

- **¿Qué tipo de filtro recomiendas para cosechar y posteriormente tratar el agua pluvial para reuso en servicios?**

Nos gusta un lecho de carbón activado porque, además de filtrar, adsorbe la poca materia orgánica que puede haberse disuelto en el agua en el techo o el patio en el que incidió la lluvia. El agua de lluvia es de tan buena calidad, que basta con un tratamiento como este para quedar en muy buen estado.

Javier Muñoz Pérez:

- **¿Cuál es la eficiencia de filtración de los filtros de lecho profundo?**

Excelente pregunta y no tenemos una respuesta fundamentada. No es sencillo dar con esta información porque no existe una metodología aceptada universalmente para evaluar eficiencia de filtración de medios filtrantes. Investigaremos y te diremos si encontramos algo.

Jesús Heredia:

- **¿Recomiendan el Catalox Ligt? y si se puede utilizar solo en el frío?**

Sí lo recomendamos y puede usarse a cualquier temperatura.

Jonatan Salgado:

- **¿Por qué no hay que poner la canastilla?**

Copio la respuesta que hice a otro participante:

El colector superior lo consideraron para evitar que el medio granular se saliera del recipiente al retrolavar con un flujo excesivo. Sin embargo, dicho colector resuelve el problema mencionado, a costa de que, en un tiempo relativamente corto, el filtro ya no opere óptimamente. El colector superior se puede tapar con facilidad cuando el agua que se va a tratar transporta sólidos mayores a las ranuras de las toberas. Por otro lado, los sólidos que pasan por las ranuras y que quedan retenidos en el lecho filtrante, pueden irse pegando entre sí y formar partículas más grandes que luego no salen por las ranuras del colector

superior al retrolavar. Asimismo, cuando se fractura una partícula del medio granular, las partes fracturadas no alcanzan a salir por las ranuras del colector superior. Termina formándose una capa de partículas pequeñas y “lodo” en la parte superior de la cama. Entonces, nunca debe utilizarse el colector superior. Lo adecuado es controlar el flujo de retrolavado y, como protección adicional, en todo caso colocar una canastilla en la trayectoria del drenaje, que retenga el medio en caso de que este salga con el flujo de retrolavado.

- **¿Qué es más efectivo, un filtro de arena o un filtro de multimedia con arena y antracita?**

Los dos logran la misma calidad de filtrado cuando la arena que se utiliza es la misma. En el lecho dual, la antracita se coloca arriba de la arena y retiene partículas de mayor tamaño que las que retiene la arena. Los lechos duales se aplican cuando la cantidad de sólidos suspendidos a retener es alta. La antracita retiene a los mayores y la arena a los menores. De esta manera, se disminuye la frecuencia requerida para retrolavar el filtro. Esta es la ventaja de usar arena y antracita. Si, además de arena y antracita, colocas garnet 30x40 en la parte inferior (debajo de la arena), entonces logras retener partículas más finas en el garnet. Lograrás menor contenido de sólidos suspendidos totales y menor turbiedad cuando esta sea generada por las partículas retenidas en el filtro (si la turbiedad es generada por partículas submicrónicas, entonces la turbiedad no disminuirá en el agua filtrada.

- **¿Cuántos medios filtrantes puedo tener en un filtro multimedia y cuales son los más recomendables?**

Se pueden aplicar hasta tres medios filtrantes: antracita del 1.5 arriba; arena 16 x 36 en la parte media; granate 20 x 40 abajo. La antracita es para retener partículas mayores y su función es disminuir la frecuencia de los retrolavados. El granate es para lograr un menor contenido de sólidos suspendidos totales que los que logra la arena sílica 16 x 35.

Juan Collado:

- **¿Se pueden consultar especificaciones para un sistema de purificación de agua en producción acuícola? ¿a través de qué medio podemos hacerlo?, de antemano gracias.**

Juan, desconocemos las especificaciones del agua requerida para producción acuícola. Pregunté en chat GPT (¿en dónde puedo encontrar especificaciones del agua requerida para producción acuícola?) y me dio una respuesta bastante amplia. A manera resumida, me dio los siguientes parámetros:

### **Parámetros Comunes de Calidad del Agua**

Algunos de los parámetros comunes que se monitorean y sus rangos recomendados para la producción acuícola incluyen:

- **Temperatura:** Variable según la especie (por ejemplo, 20-30°C para tilapia).
- **pH:** Generalmente entre 6.5 y 9.
- **Oxígeno disuelto:** Mínimo de 5 mg/L para la mayoría de las especies.
- **Amoníaco (NH3):** Debe ser mantenido en niveles no tóxicos, generalmente por debajo de 0.02 mg/L.
- **Nitritos (NO2-):** Deben ser mantenidos en niveles no tóxicos, generalmente por debajo de 0.1 mg/L.
- **Nitratos (NO3-):** Generalmente mantenidos por debajo de 50 mg/L.

- **Dureza y alcalinidad:** Estos valores pueden variar, pero generalmente se recomiendan niveles específicos para diferentes especies.

No me reportó valores de concentración de materia orgánica. No obstante los lagos y ríos suelen tener un nivel de DQO de alrededor de 20 mg/L. En cuanto a compuestos orgánicos que pueden ser tóxicos, quizás no hay mucha diferencia entre los que intoxican a los seres humanos y los que intoxican a los peces. Conociendo el origen y/o características del agua con la que cuentas, y las que debes tener para la producción acuícola, podemos proponer el tratamiento adecuado. Será un gusto hacerlo. No hay meta que no se pueda lograr con el agua. Es uno de los compuestos más estudiados por el ser humano. Todo es cuestión del costo y de la rentabilidad de tratar el agua, comparando con la alternativa de buscar una fuente distinta.

Juan Corcino:

- **¿Cómo calculo la capacidad de filtrado de mi filtro de lecho profundo?**

Si por capacidad de filtrado nos referimos al flujo que puedes tratar en un filtro, hay que decidir la velocidad de flujo de filtración. Mientras menor sea esta, la calidad del filtrado será mejor. Una velocidad recomendada típica para purificación de agua en la que se busca buena calidad del filtrado es 6 gpm/ft<sup>2</sup>. Para calcular el flujo que puede tratar su filtro, primero hay que calcular el área de sección de tu filtro, en ft<sup>2</sup>. Luego hay que multiplicar dicha área por la velocidad de filtración que quieres tener, y obtienes el flujo que puede tratar tu filtro.

Si por capacidad de filtrado nos referimos al tiempo de vida útil del medio, esta dependerá del tiempo que dure el filtro entregando la calidad de filtrado esperado (lo que a su vez depende de la calidad de agua a tratar y de la calidad de agua esperada).

Juan Franco:

- **Buen día, para filtrar turbiedad y color, ¿se recomienda más el filtro de discos o un filtro de arena (zeolita)?**

Definitivamente, uno de lecho profundo.

- **En el filtro de discos, ¿el retrolavado se hace manual o automático?**

Existen dos versiones: de retrolavado manual y de retrolavado automático.

Juan Joaquín:

- **Buen día... una pregunta... para filtrar agua pluvial que se utilice en excusados y no requiera una alta pureza es recomendable la utilización de arena sílica? gracias.**

Si es para sanitarios, la filtración en arena sílica es más que suficiente. No obstante, no es mala idea considerar carbón activado en caso de que en la azotea o el patio en el que incide la lluvia contienen contaminantes orgánicos. El carbón retendría lo que se disuelve de dichos contaminantes y obtendrías un agua de mayor calidad (en la que se evitarían malos olores, en caso de que haya presencia de contaminantes orgánicos).

Julio Canel:

- **La velocidad de filtración es clave para sacar el máximo provecho del medio filtrante...!!!.**

Sí Julio, es clave para obtener la máxima calidad de filtración.

Lizbeth Rodríguez Mejía:

- **¿Cuál es el tiempo de vida de los medios filtrantes?**

Depende de la calidad del agua a tratar, de las condiciones de operación del filtro (que se retrolave adecuadamente; que se desinfecte en caso de ser necesario) y de la calidad de filtrado esperado. Hay casos en que el medio granular filtrante se requiere cambiar en un año, y hay casos en que trabaja adecuadamente por hasta 15 años.

Luis Barraeta:

- **¿Se puede retrolavar a más temperatura que el medio ambiente? Ejemplo 35-40 °C.**  
Sí. No obstante, mientras mayor es la temperatura, mayor es el flujo requerido para lograr la expansión adecuada de la cama (30 a 40%).

Marco Antonio:

- **¿Se pueden remover los organismos de vida libre al 100% con este proceso de lecho?**

La filtración en lecho profundo solamente retiene microorganismos relativamente grandes (mayores a 20 micras). Para inactivar microorganismos, lo mejor es un agente desinfectante (como lo son muchos oxidantes: cloro libre, ozono, dióxido de cloro). También pueden retenerse mediante una membrana de ultrafiltración (que impide el paso de hasta las bacterias más pequeñas).

Marvin Gerardo Paredes:

- **¿La grava de río es mala para usar en un suavizador?**

La grava de río solamente puede ser adecuada si es sílica. Esto es, si menos del 5% se disuelve en una solución de ácido clorhídrico a una concentración cercana a 18%. Dicha grava también debe estar libre de contaminación orgánica o de presencia de partículas ajenas a la grava. Debe ser redondeada y debe cribarse adecuadamente (según la distribución de tamaño de partícula que requiera tu filtro). Si gustas, podemos analizar el caso con más detalle.

Mateo Caviedes Aguilar:

- **Zeomedia es mi favorita la verdad, la expansión de esta es mucho más sencillo aparte tiene el porcentaje más alto de clinoptilolita.**
- **Zeomedia tiene certificación NSF.**

Gracias por la recomendación. La analizaremos.

Mónica Martínez:

- **Si no se usa el distribuidor superior ¿Cómo se garantiza la distribución uniforme en el lecho?**

Si el filtro tiene un diámetro menor a 1.5 m, basta descargar el agua en la parte superior mediante un codo volteando hacia arriba, de manera que el agua choque con la tapa superior. De esa manera, el agua se distribuye bien. Si el recipiente tiene un diámetro mayor a 1.5 m, se coloca la tubería superior en forma de cruz y se descarga el agua en dirección hacia arriba en cuatro puntos.

Monserrat Guadalupe Ochoa Bonilla:

- **¿Cuál es el parámetro recomendable de turbidez antes de la membrana?**

Algunos fabricantes de membranas recomiendan no más de 5 NTU. Otros recomiendan no más de 1 NTU.

Nelson Edison Vera Vera:

- **Por favor una pregunta ¿puedo mezclar carbón vegetal con zeolita o zeomedia?.El lecho lo tengo con con carbón vegetal y zeomedia sale full espuma blanca y con un olor fuerte.**

El carbón vegetal y la zeolita no reaccionan entre ellos. Suena a que estuvieras arrancando tu equipo, que lo estuvieras retrolavando ya que al principio la zeolita desprende las partículas finas (de color blanco) y el carbón desprende burbujas del agua que está entrando a los poros. Lo que no debería suceder es que se desprenda también un olor fuerte. No debería suceder si el carbón vegetal es activado. Lo mejor es dejar inundada la cama varias horas y después proceder a retrolavar con bajo flujo que se va aumentando poco a poco. Si el carbón es activado y de buena calidad, la combinación con zeolita no debe de dar problemas. Si gustas, revisamos tu equipo.

- **¿Qué función tiene el tubo de en medio de los lechos de otra empresa ya que ellos tienen incorporado un sistema de magnetismo?**

Los sistemas de magnetismo no nos han convencido (lo que no significa que ninguno de ellos cumpla con lo que ofrece el fabricante). Sería cuestión de revisar el caso del que nos platicas para entender qué función tiene cada parte.

- **Dicen que el lecho multietapa no funciona más que lo que funciona en por separados es decir varios lechos.**

Sí funciona, siempre y cuando se usen los medios granulares adecuados. Si uno de ellos no cumple con la distribución de tamaño de partícula que debe ser, entonces no funciona.

Olman Ramos:

- **Buenos días...¿Han realizado pruebas con medio vítreo tipo AFM?**

No lo hemos probado, Olman. Lo haremos y te platicamos cómo nos va. ¿Tú lo has probado? ¿De alguna marca en particular?

ORIANA RUBI AGUILAR CHAPILLIQUEN:

- **Buen día, estuve en una PTAR de agua con hidrocarburo, y después del DAF, el agua clarificada ingresaba a un filtro de sílice, ¿qué es más recomendable para esta aplicación filtro de arena sílice o zeolita?**

Suena a que podría funcionar mejor la zeolita, por ser más rugosa, lo que ayudaría a que las micelas de hidrocarburo (las micelas son el hidrocarburo emulsionado) se impregnen con mayor facilidad. Nosotros hemos utilizado antracita y hemos tenido resultados que nos gustan. Así que no hay como comparar.

Rafael Hernan:

- **El katalis es filtración de lecho profundo.**

Si te refieres al Katalox Light, este medio granular hace dos funciones: (a) Cataliza la reacción de oxidación de hierro y manganeso, con lo que estos dos elementos precipitan

(forman compuestos sólidos); y (b) Los gránulos de Katalox Light actúan como filtro y retienen los precipitados. Ya que el Katalox Light actúa como filtro, sí es filtración en lecho profundo. Este material (y cualquier otra arena verde) se diseña con dos criterios: el de catalizador (que requiere un tiempo de contacto determinado) y como filtro (que no debe pasar de cierta velocidad de filtración).

Roberto Constante:

- **Saludos desde la ciudad de Guayaquil, soy gerente de Banidex S.A. Mi empresa vende e instala desalinizadoras y para mí es importante conocer la pre filtración de agua de mar, con mucha arena.**

Con mucho gusto te buscamos para hacer el abordaje de la prefiltración en tu caso.

SALVADOR DIEGO HUARANCA HUAMAN:

- **Buen día, ¿que filtración recomendaría para el agua de Maquina RINSER en el enjuague de botellas para su recuperación de agua. En industria embotelladora.**

Hay que conocer qué contaminantes contiene el agua y qué parámetros debemos lograr para reusarla. Te contactamos.

Santy Hernández:

- **¿Qué gasto pueden operar esos filtros?**

Nuestra recomendación es que la velocidad de flujo sea de 6 gpm/ft<sup>2</sup>. Si no se requiere una gran calidad del agua filtrada (por ejemplo, si solo se requiere que retenga arenilla), se pueden operar a 8 gpm/ft<sup>2</sup>.

The Box Note:

- **Entonces no poner distribuidor superior en ningún caso, ¿aunque sean tanques pequeños de 1 ft<sup>3</sup>?**

Así es. No poner el distribuidor superior.

Wendy Tort:

- **Para tratamiento de agua extraída de pozo profundo con alto contenido de hierro y manganeso, ¿qué es más recomendable los filtros de disco o lecho profundo?**

En este caso, te recomendamos instalar un filtro de arena verde (Green Sand Plus, Katalox Light, Filox u otro). Podemos apoyarte con el análisis y diseño del caso. Si no tuvieras previsto instalar el filtro de arena verde, entonces es mejor un filtro de lecho profundo. No te recomendamos los filtros de discos, porque los discos terminan incrustándose y pegándose entre sí, y la limpieza de los mismos no es tan sencilla. Al medio granular le sucedería lo mismo y se cambia.