

## **Tratamiento de aguas para consumo con carbón activado.**

**Fuente:** Cornell Cooperative Extension, New York State College of Human Ecology, Diciembre, 1995

---

### **Introducción**

La filtración con carbón activado (CA) retiene efectivamente ciertos **compuestos orgánicos**<sup>1</sup> y el cloro presente en el agua. También puede retener una determinada cantidad de plomo, sin embargo los sistemas que reducen significativamente el plomo poseen otros filtros además del de CA. El agua pasa a través de un material en forma de bloque o granuloso que toma del agua los compuestos tóxicos y elimina gustos y olores provenientes de dichos compuestos.

La gente se interesa cada vez más en los contaminantes del agua que no pueden ser removidos por una simple filtración. Los **solventes**<sup>2</sup>, **pesticidas**<sup>3</sup>, residuos industriales y roturas que sufren las redes de distribución de agua corriente son solo algunas de las fuentes de la contaminación del agua. El plomo de las tuberías puede presentarse en el agua que sale del grifo. La reacción del cloro con compuestos orgánicos que se hallen en el agua durante la cloración, puede formar trihalometanos u otros compuestos, los cuales incrementan el riesgo de padecer ciertos tipos de cáncer. El **radón**<sup>4</sup>, un producto **radioactivo**<sup>5</sup> del **uranio**<sup>6</sup>, se puede encontrar en el agua de las napas así también como en el aire interior de casas y edificios, este gas incrementa el riesgo de contraer cáncer de pulmón.

### **Principios de la filtración con CA**

Existen dos tipos básicos de filtros de agua: los “filtros de partículas” y los “filtros adsorptivos / reactivos”. Los filtros de partículas separan las partículas que hay en el agua por tamaño (funcionarían como un colador en miniatura), los adsorptivos / reactivos contienen un material que puede **adsorber o reaccionar**<sup>7</sup> con el contaminante dentro del agua. Los filtros de CA pertenecen a la “familia” de los filtros adsorptivos, el contaminante es atrapado y retenido en la superficie de las partículas de carbón. Las características del CA -como el tamaño de las partículas y poros, el área de superficie, la densidad, la dureza, etc- influyen en la eficiencia de adsorción.

También son importantes las características químicas del contaminante (como su tendencia a abandonar el agua en el que se encuentra). Los compuestos menos solubles (**hidrofóbicos**<sup>8</sup>) tienen más tendencia a ser adsorvidos. Otra característica a

tener en cuenta es la atracción que ejerza la superficie de carbón hacia el contaminante. Cuando hay muchos compuestos de distinta naturaleza en el agua, los que sean atraídos con más fuerza por el CA serán los primeros en abandonar el agua. Todos estos factores combinados permiten que el CA atrape al contaminante y este último deje de circular libremente en el agua. En la tabla I se habla sobre la efectividad del CA para remover ciertos contaminantes.

**Tabla I.** Uso de CA para la remoción de distintos contaminantes.

<b>Contaminante</b>	<b>Comentarios</b>
Bacterias y virus	Los métodos más efectivos para la eliminación de estos contaminantes son la ozonización, la cloración y los rayos UV. El uso de CA es adecuado sólo en <b>aguas microbiológicamente aptas</b> <sup>9</sup> .
<b>Cysts</b> <sup>21</sup> (Cryptosporidium, Giardia lamblia)	Son eliminados dependiendo de las características del equipo de CA usado.
Cloro y derivados del cloro formados durante la cloración	Son retenidos.
Color / olor	Retiene en su gran mayoría los compuestos que le den olor o color al agua.
Plomo	Es retenido dependiendo de las características del equipo de CA usado.
Petróleo / gasolina y sus derivados	Son retenidos.
Radón	El radón queda retenido en el CA hasta que se convierte a una forma estable y no tóxica.

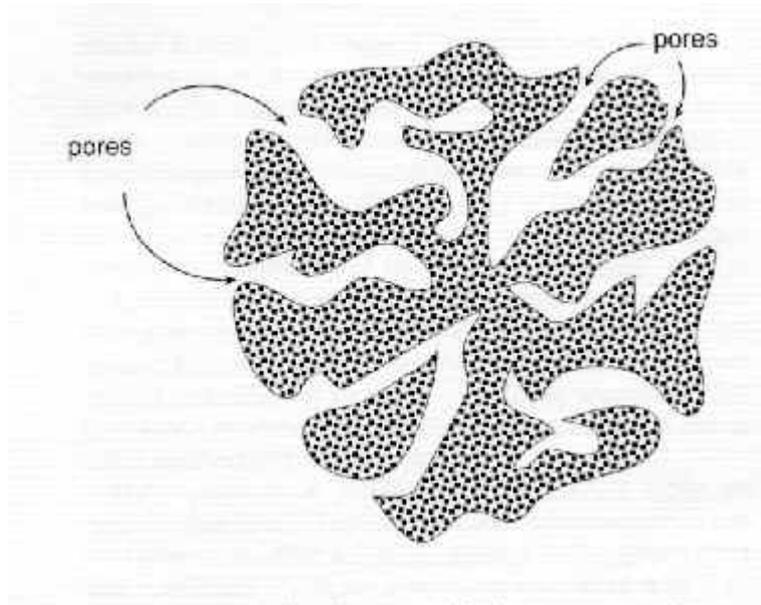
El tiempo de contacto entre el agua tratada y el CA –que a su vez depende del flujo de agua- tiene una gran influencia en la adsorción de contaminantes. La adsorción aumenta con el tiempo. La cantidad de CA en el filtro es otro factor a tener en cuenta, que afecta la cantidad de adsorción. Se requiere menos cantidad de CA para remover compuestos que le dan color y gusto al agua que para remover **trihalometanos**<sup>10</sup>. La calidad global del agua (turbidez y/o presencia de contaminantes) también afecta la capacidad del CA para remover un contaminante específico.

Cuando se **satura**<sup>11</sup> el CA (todos los espacios adsorbentes se han llenado), los contaminantes pueden fluir desde el CA hacia el agua. Para que esto no ocurra, algunos equipos tienen un mecanismo por el cual se corta el suministro de agua una vez que una cantidad específica de agua ha sido tratada. Otra forma de evitar este inconveniente, es el uso de dos cartuchos de CA dispuestos en serie.

## Los materiales que forman el CA

El material sólido usado en un filtro de CA es típicamente **coque de petróleo, lignita**<sup>12</sup>, derivados de la madera, cáscaras de coco o de maní; lo que tienen en común todas estas sustancias es que son ricas fuentes de átomos de carbono. Estos materiales se activan exponiéndolos a muy altas temperaturas (aproximadamente 1300 °C) y a vapor en ausencia de oxígeno. Este proceso produce una sustancia cuyas partículas tienen muchos poros de pequeño diámetro y una gran **relación superficie/volumen**<sup>13</sup>; luego se aplasta para formar gránulos o para pulverizarla. En la figura 1 se representa una partícula de CA.

**Figura 1.** Representación de una partícula de CA. La gran cantidad de poros incrementa considerablemente la superficie expuesta en donde quedan retenidos los contaminantes.



## Filtros de CA y bacterias

El material del cartucho de CA ofrece una superficie para el desarrollo de bacterias, si el filtro no ha sido usado por lo menos durante cinco días corridos, o si se han tratado grandes cantidades de agua, el número de bacterias puede aumentar significativamente. Aunque estudios recientes indican muy claramente que solo pueden desarrollarse bacterias no patógenas (es decir, que no causan enfermedades) en el CA, el desarrollo bacteriano no deja de ser un riesgo potencial para la salud. Algunos fabricantes sostienen que el uso de materiales de plata dentro de los cartuchos del filtro inhibiría dicho proceso, sin embargo la **EPA**<sup>14</sup> (Agencia de Protección ambiental de

USA) no apoya este tipo de método de prevención de crecimiento bacteriano. Si un equipo de CA no hubiera sido usado por cinco días o más tiempo, se recomienda dejar correr el agua durante unos 30 segundos, calculando que sean descartados los primeros dos litros de agua filtrada. Como una precaución, los filtros que sólo consisten en CA sólo se recomiendan para el tratamiento de aguas microbiológicamente aptas.

### **Características de filtros de CA e instalación**

Un cartucho típico de filtro de CA consiste en un cilindro que contiene una cierta cantidad de carbón, dependiendo de las dimensiones del mismo. Las paredes del cartucho deben ser rígidas (plástico duro o de acero inoxidable) para forzar el paso de agua a través del mismo. Los cartuchos que tienen paredes de malla permiten que el agua pase demasiado rápido y el tiempo de contacto entre el agua y el carbón es insuficiente. Este problema no se presenta con los cartuchos que contienen CA compactado en forma de bloque.

El equipo de CA se puede instalar en distintas partes de una casa, dependiendo del uso que se le quiera dar. Estos sistemas pueden ser instalados en lugares de entrada de agua (**POE**<sup>15</sup>) o en lugares de salida (**POU**<sup>15</sup>), de este último tipo hay varios modelos de equipos (por ejemplo: **in-line**, **line-bypass**, **faucet-mounted**<sup>16</sup>).

Como se representa en la figura 2A, los equipos POE tratan toda el agua que entra en la residencia. También se puede hacer una conexión en la cañería para que haya disponible un grifo con agua que no se filtra, la cual se usaría fuera de la casa. Este tipo de dispositivos son recomendados para el tratamiento de agua que posea compuestos orgánicos **volátiles**<sup>17</sup> y radón; ambos contaminantes pueden pasar fácilmente del agua al aire y de esa forma formarían parte del aire que respiramos dentro de nuestras casas. Como los equipos POE actúan antes de que el agua entre en las tuberías de la casa, se estaría previniendo una inhalación de estos contaminantes que pueden aparecer por el agua de la ducha, el agua que corre cuando se lavan los platos o directamente del agua que uno bebe. Un problema potencial de este tipo de equipos es que se reduzca la presión del agua en las tuberías de la casa.

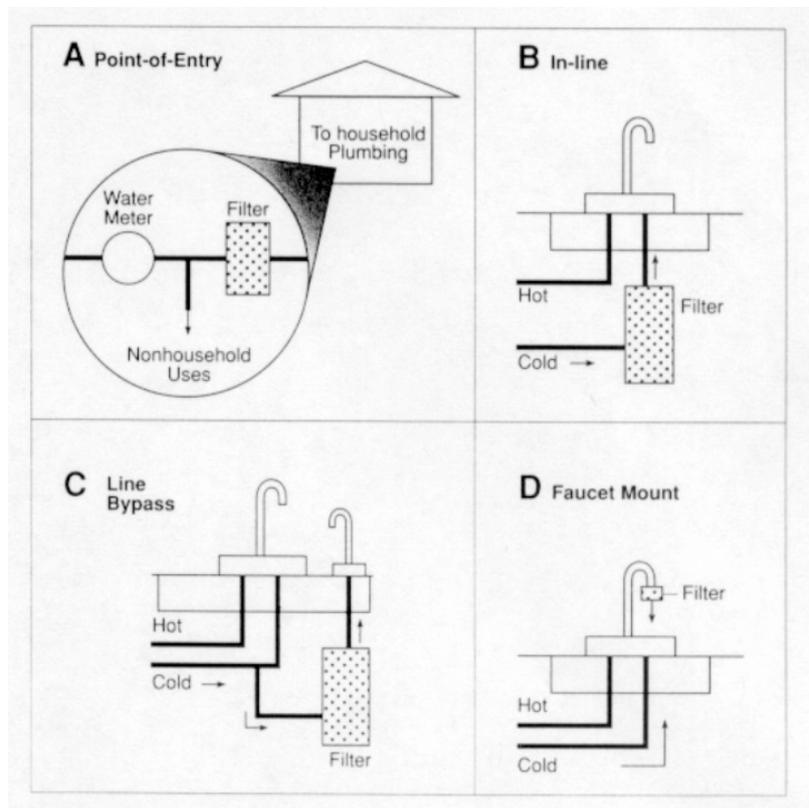
Los equipos POU purifican el agua en puntos específicos dentro de la casa y son particularmente eficientes en remover el cloro y el plomo. Como se mencionó anteriormente y se representa en la figura 2B, existen varios modelos de este tipo de sistemas: el modelo "in-line" se instala por debajo de la mesada de la cocina y se conecta al tubo de agua fría.

El modelo "line-bypass" también se instala por debajo de la mesada de la cocina, pero a diferencia del anterior se agrega un grifo más en la mesada que proveerá el agua filtrada y el grifo común se utilizará cuando se necesite agua para lavar u otros usos en

los que no sea necesario que el agua este filtrada. La ventaja de este modelo es no toda el agua que sale del grifo es obligatoriamente filtrada, sino que el usuario elige y de esta forma es mayor la vida útil del cartucho del filtro.

El modelo “faucet mount” es el de más fácil instalación, porque se conecta directamente al grifo y hay equipos de este tipo que también permiten alternar el uso de agua filtrada y no filtrada, de esta forma tiene la misma ventaja del modelo “line-bypass” en cuanto a la duración del cartucho y además es de una instalación más sencilla.

**Figura 2.** Se representan los distintos tipos de filtros de CA. A) Filtro POE; B), C) y D) son filtros POU.



### Mantenimiento de un equipo de CA

Los cartuchos de CA deben ser cambiados luego de un tiempo determinado de uso, el cual es indicado por el fabricante. El tiempo de duración se calcula de acuerdo al uso diario y a la calidad del agua que pasa por el filtro, cuando el agua es más impura el cartucho durará menos tiempo.

## Eligiendo un equipo de CA

Cuando se está por adquirir un filtro de CA, el consumidor debe primero considerar la calidad actual del agua que posee. El filtro de CA solucionará problemas simples de gusto y olor, pero si se desea remover altas cantidades de contaminantes tóxicos hay que tener en cuenta que se necesitan sistemas de CA con un diseño un poco más complejo. Se deberían hacer pruebas sobre la presencia de contaminantes del agua para conocer cual sería el equipo más adecuado.

Como todos los tipos de filtros, los de CA tienen sus limitaciones. Estos filtros no remueven bacterias ni virus, no **ablandan el agua**<sup>18</sup>, no retienen **sulfuro de hidrógeno, fluoruro, nitrato**<sup>19</sup> y tampoco la gran mayoría de metales disueltos. Puede remover limitadas cantidades de **óxidos en suspensión**<sup>20</sup>, pero la presencia de muchas partículas puede taponar el cartucho.

Muchos de los filtros POU que se encuentran a la venta en el mercado, son una combinación de filtro de CA con filtro de partículas, de esta forma se retienen partículas que podrían llegar a tapar el filtro de CA, incrementando la eficiencia del equipo. Otros equipos tienen filtros de partículas en combinación con otro de GAC (carbón activado granulado) y son efectivos en remover un tipo de microorganismos llamados **Cysts**<sup>21</sup>. Los consumidores últimamente han tomado conciencia de los riesgos que su fuente de agua esté contaminada por estos microorganismos, los cuales son resistentes al tratamiento con cloro y además muy difíciles de detectar. Una alternativa más moderna, es el uso de equipos que combinan la filtración con CA con la ozonización; los Cysts son microorganismos susceptibles al tratamiento con ozono.

**Glosario**

1. *Compuestos orgánicos*: Son aquellas sustancias que provienen de organismos vivos o que estuvieron vivos. Por ejemplo las hojas de los árboles, cuando caen al agua de un lago se descomponen y aumentan la cantidad de compuestos orgánicos del agua del lago. Otro ejemplo de compuestos orgánicos en el agua, son los que liberan las bacterias y microorganismos.
2. *Solventes*: Los solventes son sustancias usadas para diluir otras, al igual que los pesticidas, causan un gran daño al organismo si son ingeridos.
3. *Pesticidas*: Los pesticidas son compuestos químicos usados para combatir parásitos y otros organismos nocivos para el hombre, los animales y las plantas. Si los pesticidas se encuentran en el agua y/o alimentos que puedan llegar a ser consumidos por personas, representan un riesgo para la salud.
4. *Radón*: Se trata de una sustancia radiactiva que se encuentra en forma de gas y puede entrar en el agua.
5. *Radioactivo*: esto quiere decir que se descompone con el tiempo liberando partículas que son nocivas para nuestro organismo. (En realidad el concepto de radioactividad es más complejo)
6. *Uranio*: Es una sustancia radiactiva, que luego de descomponerse puede dar origen al radón.
7. *Adsorción y reacción*: La adsorción (no confundir con la “absorción”), es la atracción de una partícula hacia una superficie a la cual queda retenida. La reacción es un cambio químico, o sea un cambio en las características de las sustancias que reaccionan. Las reacciones son algo tan común que es difícil imaginar algún proceso en el cual no se produzca una reacción química. Por ejemplo cuando digerimos la comida, cuando prendemos fuego, cuando pensamos, ocurren muchísimas reacciones químicas y como consecuencia cambian las propiedades de las sustancias que reaccionan.
8. *Hidrofóbico*: Las sustancias hidrofóbicas no se disuelven en agua, por ejemplo el aceite es una sustancia hidrofóbica, uno puede notar a simple vista que no se mezclan.
9. *Aguas microbiológicamente aptas*: Este tipo de aguas no presenta microorganismos patógenos –los que causan enfermedades-, pueden haber bacterias pero las mismas

no afectan la calidad del agua por ser inofensivas y por encontrarse en muy poca cantidad.

10. *Trihalometanos*: Son unos compuestos químicos que se forman por la combinación del hipoclorito y sustancias orgánicas que haya en el agua. Son cancerígenos.
11. *Saturación*: En este caso este término indica que el carbón activado ha adsorbido la máxima cantidad de contaminantes posible.
12. *Coque de petróleo y lignita*: El coque de petróleo es un combustible sólido artificial que se obtiene de la destilación seca de los carbones fósiles y especialmente de la hulla. La lignita es un carbón fósil constituido por carbono puro, oxígeno e hidrógeno.
13. *Relación superficie / volumen*: Se trata de un cociente que se realiza entre la superficie de un objeto y el volumen que ocupa. Cuando un objeto tiene una gran relación superficie / volumen, quiere decir que ofrece mucha superficie y su volumen es muy pequeño. Por ejemplo una piedra tiene una relación sup/vol menor que un granito de arena porque el volumen de la piedra es mucho mayor.
14. *EPA*: Es la sigla de “Environmental Protection Agency”, que en castellano sería “Agencia de Protección Ambiental”. Este organismo es muy importante en USA y mediante estudios e investigaciones fijan medidas para la protección del ambiente y la salud.
15. *POE y POU*: Se trata de dos tipos de filtros de carbón activado. La sigla POE significa “Point Of Entry”, que traducido sería “punto de entrada”. Se los llama de esta manera a los equipos que se instalan en la entrada de agua de la casa. La sigla POU viene de “Point Of Use”, que traducido sería “lugar de uso”, se llama de esta forma a los filtros que se instalan en el lugar de la casa donde serán usados.
16. *in-line, line-bypass, faucet-mounted*: Son tres modelos de filtros POU. Los nombres en inglés de los modelos tienen que ver con la forma en que se instalan los filtros. En el texto se explica brevemente la forma en que se instalan cada uno de ellos.
17. *Volátiles*: Las sustancias volátiles son aquellas que pueden pasar a ser vapor fácilmente. Un ejemplo es el alcohol etílico (el que se compra en la farmacia), por experiencia cotidiana se observa que si se deja el frasco destapado, el alcohol se evapora rápidamente.
18. *Ablandar el agua*: Consiste en extraer calcio y magnesio del agua, los cuales producen el sarro.

19. *Sulfuro de hidrógeno, fluoruro y nitrato:* El sulfuro de hidrógeno es un contaminante que le da un olor muy desagradable al agua. El fluoruro no es un contaminante si se encuentra en bajas concentraciones. El nitrato puede provenir de fertilizantes o de materia orgánica y también afecta negativamente la calidad del agua.
20. *Oxidos en suspensión:* Se trata de compuestos sólidos que están formados por oxígeno y otros elementos (que pueden ser metales o no metales) y son arrastrados por la corriente de agua.
21. *Cysts:* Son unos microorganismos que pertenecen a un grupo llamado “protozoos”, entre ellos se encuentra uno llamado *Giardia lambda*, que se adhiere a las paredes del intestino delgado y causa diarrea en los seres humanos.