


**CAPACITACIÓN EN VIVO**

Potabilización de aguas naturales **superficiales** (ríos, lagos, presas) con carbón activado **Gama B**

Martes 19 de noviembre de 2024

carbotecnia.info/webinars-registro

Impartido por: **GERMÁN GROSO**

**Calidad típica de agua de cuerpos naturales superficiales**

COT < 15 mg/l  
DQO < 60 mg/l  
(COT pozo profundo < 1.5 mg/L)




Un agua proveniente de cuerpos naturales superficiales tiene mucha mayor concentración de compuestos orgánicos (alrededor de diez veces más) que un agua de pozo profundo.

| Característica  | Aguas superficiales y de pozo somero    | Aguas de pozo profundo (más de 50 m) |
|---|---|--------------------------------------|
| Presencia de microorganismos  | Siempre                                 | En raras ocasiones                   |
| Presencia de algas y esporas de algas (compuestos orgánicos producidos por el metabolismo de algas: geosmina y 2-MIB) | Sí                                      | No                                   |
| Cianotoxinas (generadas por algas cianobacterianas)   | Sí                                      | No                                   |
| Concentración de compuestos orgánicos   | Alta                                    | Baja                                 |
| Concentración de compuestos inorgánicos   | Normalmente baja (no en aguas salobres) | Puede llegar a ser alta              |
| Ácidos húmicos y fúlvicos   | Sí                                      | No                                   |
| Taninos y ligninas  | Sí                                      | No                                   |
| Grasas y aceites  | Sí                                      | Normalmente no                       |
| Derivados de hidrocarburos  | Sí                                      | Normalmente no                       |
| Detergentes y surfactantes  | Sí                                      | No                                   |
| Masa molar de compuestos orgánicos  | <b>Toda la gama</b>                     | <b>Baja</b>                          |
| Carbón activado más adecuado para adsorber los compuestos orgánicos   | <b>GAMA B</b>                           | <b>MICRO</b>                         |

En un pozo somero (profundidad menor a 50 m), el agua tiene características no lejanas a las del agua superficial. El agua de la superficie terrestre, al tener mayor presencia de compuestos

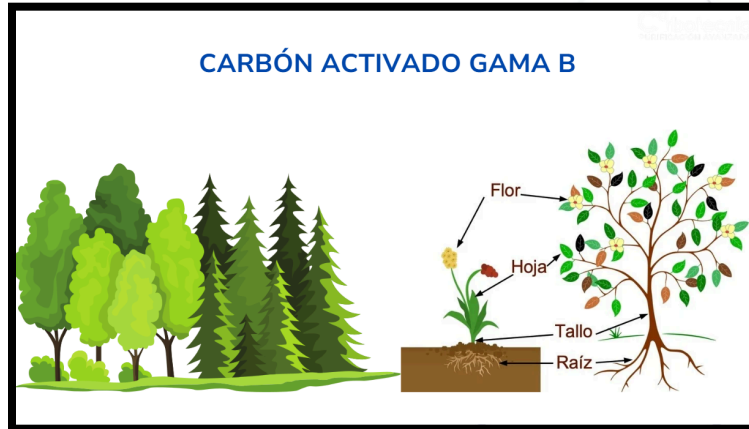
orgánicos y al estar en la biósfera, tiene presencia de microorganismos (estos no son comunes en aguas de pozo profundo). La luz del sol permite el desarrollo de algas, por lo que también hay esporas de estos organismos. Las algas cianobacterianas pueden generar toxinas. Las aguas superficiales también contienen grasas y aceites de origen animal y vegetal. Muchos de los compuestos orgánicos presentes en un agua superficial no llegan a los acuíferos que alimentan a los pozos profundos ya que quedan adsorbidos en las tierras por las que percola el agua hasta llegar al acuífero. Las moléculas orgánicas que aún siguen presentes en el agua de pozos profundos son pequeñas. Fueron las menos adsorbibles. Por lo tanto, estas moléculas se adsorben mejor en carbones eminentemente microporosos, como los carbones tipo MICRO que ofrece Carbotecnia. Los compuestos orgánicos presentes en aguas superficiales son de muy distinto tamaño molecular. Pueden ser moléculas desde muy pequeñas hasta muy grandes. Por lo tanto, el mejor carbón activado para retenerlas es uno con una gran gama de tamaño de poro, como el que presenta el tipo GAMA B.

En aguas superficiales existen dos tipos de compuestos formados por moléculas tan grandes, que no caben en los poros de un carbón activado: ácidos húmicos y ligninas. Más adelante hablaremos un poco más de estos.

En cuanto a compuestos inorgánicos, las aguas de pozo profundo pueden contener mayores concentraciones que las aguas "dulces" superficiales. Esto ocurre cuando las tierras por las que se infiltra el agua tienen elementos y compuestos inorgánicos que se disuelven en ella. En la superficie, el agua de mar y las aguas salobres tienen una concentración muy alta de elementos y compuestos inorgánicos.



Los carbones activados que se caracterizan porque la mayoría de sus poros son microporosos (diámetro menor a 2 nanómetros) se fabrican a partir de materiales orgánicos densos y rígidos, como la concha de coco. Es el caso del carbón activado tipo MICRO que ofrece Carbotecnia.



Los carbones activados minerales, al ser el producto de una selva que quedó inundada en un pantano (hace millones de años, en el periodo carbonífero), tienen poros de distintos tamaños: poros pequeños que se forman en la parte del carbón que proviene de troncos rígidos, y poros menores que se forman en el carbón que proviene de las partes más blandas y menos densas de la vegetación. Tal es el caso de los carbones activados tipo GAMA B que ofrece Carbotecnia.

### Ácidos húmicos y fúlvicos. Taninos y lignina

Compuestos orgánicos de **baja toxicidad**. Cuando su concentración es relativamente alta, **brindan al agua un tono amarillento y generan sabores terrosos, astringentes, amargos o a moho**. Mejoran la fertilidad de la tierra.

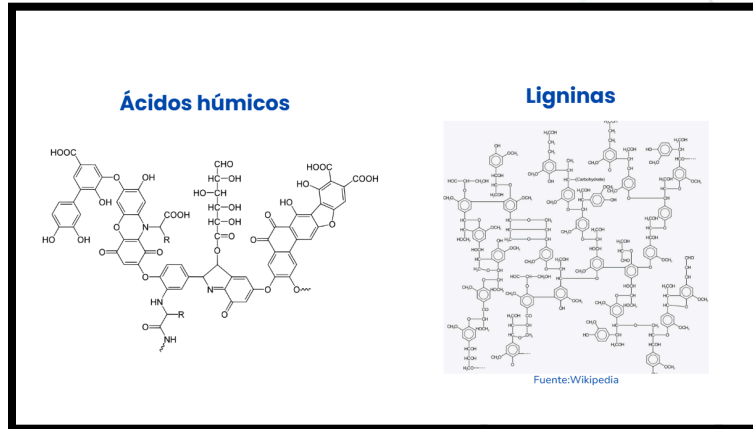
**Ácidos húmicos:** masa molar 10,000 a 100,000 g/mol. Muy poco solubles en agua. Color marrón oscuro. Mejoran la fertilidad del suelo. Reaccionan con metales y disminuyen su toxicidad. **Prácticamente no son adsorbibles en carbón activado.**

**Ácidos fúlvicos:** masa molar 500 a 5,000 g/mol. Solubilidad intermedia en agua. Color marrón claro o amarillo. Tienen mayor porcentaje de oxígeno en su estructura. **Adsorbibles en carbones activados de poros grandes.**

**Taninos y ligninas:** masa molar 500 a 20,000. Se derivan de la descomposición de materia vegetal. **Los de alta masa molar no son adsorbibles en carbón activado.**

**IA** (dice que el CA los adsorbe bien, pero no)

Los ácidos húmicos y fúlvicos se forman de la descomposición de materia orgánica procedente de animales y plantas. Los taninos y las ligninas proceden de la descomposición de plantas. Ninguno de estos compuestos representa un problema en cuanto a toxicidad, pero generan sabores desagradables e imparten un color entre amarillo y marrón claro al agua. Aunque las normas de potabilidad no limitan su concentración, el público no los acepta (por el color y sabor que generan) y es necesario separarlos del agua destinada al consumo humano.



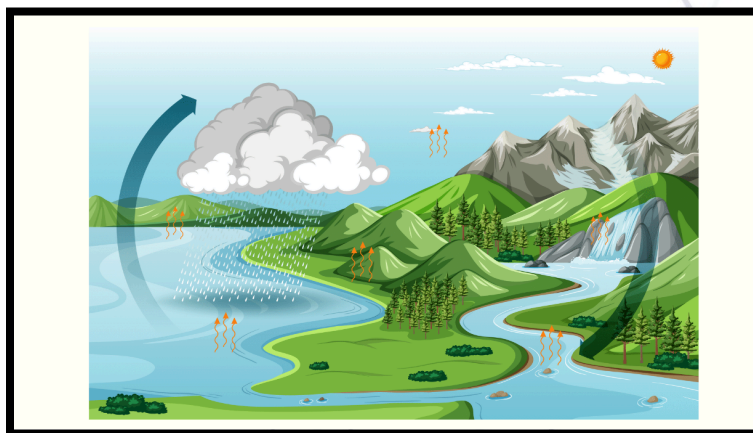
Como mencionábamos, los ácidos húmicos y las ligninas están formados por moléculas muy grandes que no caben en los poros de carbones activados (ni en los macroporos, que son los de mayor tamaño).



Las aguas superficiales, además, enfrentan el embate de la contaminación que genera el ser humano. Esto puede complicar enormemente el reto del tratamiento.



Nos suele preocupar la calidad del agua potable y nos preocupamos poco de no contaminar el agua. Y no solamente me refiero a la contaminación industrial, sino a la que cada uno de nosotros provocamos al verter cualquier tipo de compuestos en los inodoros, lavamanos y coladeras. En Carbotecnia, cuando instalamos la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de origen sanitario, lo que más trabajo nos costó fue crear la cultura requerida para que este tipo de plantas funcionen bien. Las PTAR para aguas de origen sanitario consisten en un tratamiento biológico aerobio. Es decir, las bacterias son las que hacen el trabajo de purificación. Lo único que necesitamos hacer para que funcionen es proporcionarles la aireación adecuada. Si vertemos una sustancia no biodegradable y tóxica para las bacterias, las afectamos y la PTAR deja de funcionar bien y deja de cumplir con su misión de purificación.



Es importante recordar que toda el agua forma parte de un ciclo. El agua no solamente recibe contaminantes, sino que los transporta. La naturaleza prácticamente no genera agua pura a partir del hidrógeno y del oxígeno. Lo que hace la naturaleza es purificar el agua. Al contaminarla, le imponemos un reto tan grande, que muchas veces no logra una pureza completa. Por dicha razón, la nieve de los glaciares más altos y lejanos y el agua de los pozos más profundos tiene presencia de contaminantes orgánicos sintéticos. La naturaleza no es un escudo a toda prueba contra la

contaminación humana. Parte de los contaminantes que le aportamos al agua, nos regresan en el agua que tomamos de las fuentes naturales.



Japón es un país ejemplar por su cultura de respeto al agua. No la contaminan indiscriminadamente y tienen agua de muy buena calidad en todo su país.

## NOM-127-SSA1-2021

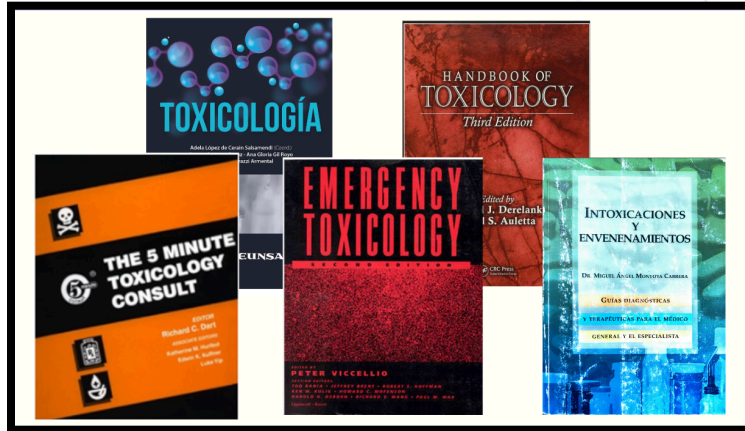
**Agua para consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.**  
Publicada en el DOF el 2 mayo 2022

Entra en vigor el **27 de abril de 2023** y sustituye a la última modificación de la norma NOM-127-SSAQ-1994, que se llevó a cabo en 2000.

De observancia obligatoria para los organismos responsables de los sistemas de abastecimiento de agua **públicos y privados.**

Agua para uso y consumo humano, a toda aquella que no causa efectos nocivos a la salud y que no presenta propiedades objetables o contaminantes en concentraciones fuera de los límites permisibles y que, como lo menciona en sus fracciones 1.3, 3.1 y 5.1, **no proviene de aguas residuales tratada.**

La norma de potabilidad en México es la NOM-127-SSA1-2021, cuya última versión entró en vigor el 27 de abril de 2023. Todo organismo responsable de sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados debe cumplirla. Esta norma no permite partir de aguas residuales tratadas. Esta limitación no se debe a que no sea posible obtener agua potable a partir de agua residual. La limitación es por precaución. Por lo que hemos dicho, toda el agua en el mundo es residual tratada y da vueltas y vueltas en el ciclo del agua o ciclo hidrológico.



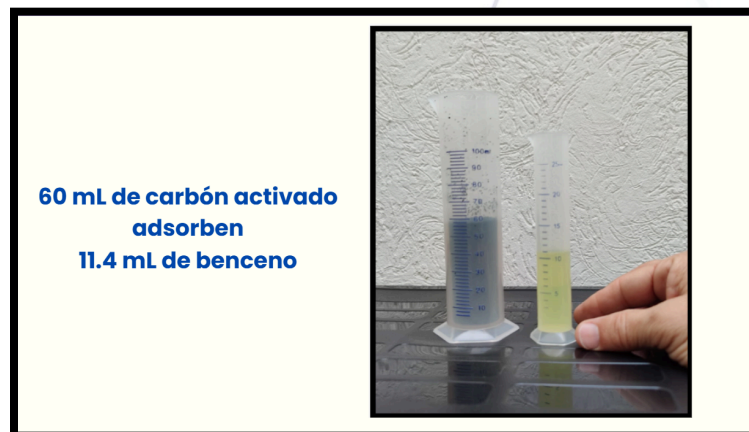
Los límites que permiten las normas de potabilidad se basan en los estudios que hace toxicología. Esta ciencia no solamente contempla la toxicidad aguda (la que afecta al ser humano corto plazo). También contempla la toxicidad crónica, que se manifiesta a largo plazo. Muchos de los límites que establecen las normas de potabilidad buscan evitar toxicidad crónica. Esto significa que, el compuesto en cuestión no causará daño agudo cuando se ingiera en agua a una concentración no muy superior a la establecida por la norma.



Para la toxicología, el carbón activado es el antídoto más universal. Esto se debe a que el carbón activado adsorbe la mayoría de los compuestos orgánicos.



Algunos de los límites que establecen las normas de potabilidad son sumamente bajos. Un ejemplo es el benceno. La norma NOM-127-SSA1-2021 lo limita a 10 µg/l (es decir, 0.010 mg/l). Este límite significa que 11.4 ml de benceno hacen “no potables” a un millón de litros de agua. El benceno es uno de los compuestos en los que el límite permitido es muy bajo porque la norma busca proteger al ser humano de toxicidad crónica.



Lo interesante del carbón activado es que, con una cantidad también muy pequeña, se resuelve el problema de contaminación: 60 ml de carbón activado adsorben los 11.4 ml de benceno que hicieron “no potables” el millón de litros de agua.

| Tabla 1 – Especificaciones sanitarias físicas  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| PARÁMETRO                                      | Límite               | Comentarios  |
| Turbiedad                                      | 4.0 UNT              | Pasará a 3 en abril de 2025  |
| pH   | 6.5 a 8.5<br>U de pH |  |
| Color verdadero                                | 15<br>UC Pt/Co       | No lo señala la norma, pero el CA disminuye colores generados por moléculas orgánicas. |
| Tabla 1 – Especificaciones sanitarias químicas |                      |  |
| PARÁMETRO                                      | Límite<br>mg/L       | Comentarios  |
| Cianuros totales                               | 0.07                 |  |
| Dureza total como CaCO3                        | 500.00               |  |
| Fluoruros como F                               | 1.50                 | Bajará a 1.0 de acuerdo con Tabla 3  |
| Nitrógeno amoniacal (N-NH3)                    | 0.50                 |  |
| Nitrógeno de nitratos (N-NO3)                  | 11.00                |  |
| Nitrógeno de nitritos (N-NO2 <sup>-</sup> )    | 0.90                 |  |
| Sólidos disueltos totales                      | 1000.00              |  |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )      | 400.00               |  |
| Sustancias activas al azul de metileno         | 0.50                 |  |

En esta tabla y en las siguientes marcamos en amarillo los contaminantes del agua contemplados por la norma 127 que adsorbe el carbón activado. Cuando el amarillo abarca hasta la tercera columna (la del extremo derecho) es porque la norma señala que el carbón activado forma parte de las tecnologías más competitivas para retener al contaminante y disminuir su concentración en el agua. Cuando la columna del extremo derecho está marcada en verde es porque la norma no señala al carbón activado como una de las mejores tecnologías para retener al contaminante. Esto no se debe a que el carbón activado no adsorba al contaminante. Se debe a un error de la propia norma.

| Tabla 4 – Especificaciones sanitarias de metales y metaloides |                |   |
|---|----------------|---|
| PARÁMETRO   | Límite<br>mg/L | Comentarios   |
| Aluminio  | 0.20           |   |
| Arsénico  | 0.025          | Bajará a 0.01 de acuerdo con Tabla 5  |
| Bario   | 1.3            |   |
| Cadmio  | 0.005          | Bajará a 0.003 de acuerdo con Tabla 5   |
| Cobre   | 2.00           |   |
| Cromo total   | 0.05           |   |
| Hierro  | 0.30           |   |
| Manganeso   | 0.15           |   |
| Mercurio  | 0.006          | El mercurio suele encontrarse en el agua en forma de sulfuro de mercurio o de catión metilmercurio. El carbón activado lo adsorbe en ambas formas (no lo señala la norma) |
| Níquel  | 0.07           |   |
| Plomo   | 0.01           |   |
| Selenio   | 0.04           |   |

El mercurio es un metal. Lo marcamos en amarillo porque el carbón activado lo retiene en las dos principales moléculas en las que se encuentra presente en agua de fuentes naturales.

| Tabla 6 – Especificaciones sanitarias microbiológicas            |                                  |   |
|--|----------------------------------|---|
| PARÁMETRO  | Límite                           | Comentarios   |
| <i>E. Coli</i> o Coliformes termotolerantes (fecales)            | < 1.1 NMP/100 mL o no detectable |   |
|  | < 1 UFC/100 mL                   |   |
|  | Ausencia/100 mL                  |   |
| <i>Giardia Lamblia</i>   | Ausencia Quistes/20 L            | Aplica cuando el agua proviene o tiene influencia de fuente superficial |
| Tabla 7 – Especificaciones sanitarias de fitoxocinas             |                                  |   |
| Microcistina-LR  | 1.0 µg/L                         | Aplica cuando el agua proviene de fuente superficial                    |
| Tabla 8 – Especificaciones sanitarias de radiactividad           |                                  |   |
| Radiactividad alfa total   | 0.5 Bq/L                         |   |
| Radiactividad beta total   | 1.0 Bq/L                         |   |
| Tabla 9 – Especificaciones sanitaria de residuos de desinfección |                                  |   |
| PARÁMETRO  | Límite mg/L                      | Comentarios   |
| Cloro residual libre   | 0.2 a 1.5                        | Aplica si se usa un compuesto de cloro                                  |
| Yodo residual libre  | 0.2 a 1.5                        | Aplica si se usa yodo   |
| Plata total  | 0.05 a 0.1                       | Aplica si se usa cualquier forma de plata                               |

El carbón activado descompone cloro libre. En plantas potabilizadoras que distribuyen agua a poblaciones, cuando el desinfectante es cloro libre, se debe dosificar al agua después de que pasó por carbón activado. El carbón activado puede adsorber yodo libre y plata (en algunas de las formas en las que esta última se encuentra presente en agua). No obstante, los organismos municipales no utilizan estos dos compuestos como agentes desinfectantes (los utilizan algunas industrias para desinfectar el agua que utilizan o para desinfectar el agua de su producto).

| Tabla 10 – Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección - trihalometanos      |             |             |
|---|-------------|-------------|
| PARÁMETRO   | Límite µg/L | Comentarios |
| Bromodiclorometano  | 60          |             |
| Bromoformo  | 100         |             |
| Cloroformo  | 300         |             |
| Dibromoclorometano  | 100         |             |
| Tabla 11 – Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección – ácidos haloacéticos |             |             |
| Ácido cloroacético  | 20          |             |
| Ácido dicloroacético  | 50          |             |
| Ácido tricloroacético   | 200         |             |
| Tabla 12 – Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección – aniones             |             |             |
| Bromatos  | 10          |             |
| Cloratos  | 700         |             |
| Cloritos  | 700         |             |
| Tabla 13 – Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección – carbonilos          |             |             |
| PARÁMETRO   | Límite      | Comentarios |
| Formaldehído  | 900         |             |

Los cloritos no son orgánicos. No obstante, el carbón activado los descompone.

**Tabla 14 – Especificaciones sanitarias de compuestos orgánicos sintéticos**

| PARÁMETRO   | Límite<br>µg/L | Comentarios |
|---|----------------|-------------|
| Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos          | 10             |             |
| Compuestos orgánicos no halogenados adsorbibles halogenados | 25             |             |
| Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles purgables      | 5              |             |
| Compuestos orgánicos volátiles no halogenados               |                |             |
| Benceno   | 10             |             |
| Estireno  | 20             |             |
| Etilbenceno   | 300            |             |
| Tolueno   | 700            |             |
| Xilenos (isómeros orto, meta y para)                        | 500            |             |

Si se cumplen los parámetros encerrados en el círculo rojo, ya no es necesario que el agua cumpla con otros parámetros.

**Tabla A.1 Límites permisibles de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos**

Compuestos orgánicos semivolátiles clorados

| PARÁMETRO                                     | Límite<br>µg/L | Comentarios  |
|---|----------------|--|
| Hexaclorobutadieno                            | 0.60           |  |
| Pentaclorofenol                               | 9.0            |  |
| 2, 4, 6 Triclorofenol                         | 200            |  |
| Epiclorhidrina                                | 0.40           |  |
| <b>Plaguicidas clorados</b>                   |                |  |
| Alacloro                                      | 20             |  |
| Combinación Aldrin + Dieldrin                 | 0.03           |  |
| Atrazina                                      | 100            |  |
| Clordano (total de isómeros)                  | 0.20           |  |
| Cianazina                                     | 0.60           |  |
| DDT y metabolitos                             | 1.0            |  |
| Endrin  | 0.60           |  |
| Lindano                                       | 2.0            |  |
| Metolacloro                                   | 10             |  |
| Metoxicloro                                   | 20             |  |
| Pendimetalina                                 | 20             |  |
| Terbutialina                                  | 7.0            |  |
| Trifluralina                                  | 20             |  |
| <b>Herbicidas clorados</b>                    |                |  |
| 2,4-D   | 30             |  |
| 2,4,5-T                                       | 9.0            |  |
| 2,4,5-TP                                      | 9.0            |  |
| 2,4-DB  | 90             |  |
| Diclorprop                                    | 100            |  |
| Mecoprop                                      | 10             |  |
| <b>Plaguicidas clorados derivados de urea</b> |                |  |
| Clorotoluron                                  | 30             | No lo señala la norma, pero puede retenerse en CA. |

Si no se cumplió el parámetro de Compuestos orgánicos adsorbibles fijos, se debe cumplir con todos los parámetros de la Tabla A.1 que se observa en la imagen.

**Tabla A.2 Límites permisibles de compuestos orgánicos no halogenados**

Carbamatos y compuestos orgánicos semivolátiles

| PARÁMETRO   | 2021<br>µg/L | Comentarios |
|---|--------------|-------------|
| Aldicarb  | 10           |             |
| Carbofurán  | 7.0          |             |
| Ácido edético   | 600          |             |
| Ácido nitrilotriacético                               | 200          |             |
| Acrilamida  | 0.50         |             |
| <b>Hidrocarburos poliaromáticos</b>                   |              |             |
| Benzo(a)pireno  | 0.70         |             |
| <b>Plaguicidas fosforados</b>                         |              |             |
| Clorpirifos   | 30           |             |
| Dimetoato   | 6.0          |             |
| Molinato  | 6.0          |             |
| Simazina  | 2.0          |             |
| <b>Compuestos orgánicos semivolátiles no clorados</b> |              |             |
| Di-(2-Etilhexil) ftalato                              | 8.0          |             |
| <b>Plaguicidas no clorados derivados de urea</b>      |              |             |
| Isoproturon   | 9.0          |             |

Si no se cumplió con el parámetro de Compuestos orgánicos no halogenados, se debe cumplir con todos los parámetros de la Tabla A.2 que muestra la imagen.

**Tabla A.3 Límites permisibles de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles purgables**  
Compuestos orgánicos halogenados volátiles

| PARÁMETRO                        | Límite<br>µg/L | Comentarios |
|----------------------------------|----------------|-------------|
| 1,2-Diclorobenceno               | 1000           |             |
| 1,2-Dicloroeteno (cis + trans)   | 50             |             |
| 1,2-Dicloropropano               | 40             |             |
| 1,2-Dicloroetano                 | 30             |             |
| 1,3-Dicloropropeno (cis + trans) | 20             |             |
| 1,4-Diclorobenceno               | 300            |             |
| Cloruro de vinilo                | 0.30           |             |
| Diclorometano                    | 20             |             |
| Tetracloroetano                  | 40             |             |
| Tetracloruro de carbono          | 4.0            |             |
| Tricloroetano                    | 20             |             |
| 1,2-Dibromoetano                 | 0.40           |             |
| 1,2-Dibromo-3-cloropropano       | 1.0            |             |

Si no se cumplió el parámetro de Compuestos orgánicos adsorbibles purgables, se debe cumplir con todos los parámetros de la Tabla A.3.

**De las tablas anteriores, podemos hacer las siguientes observaciones**

| Norma   | No. de parámetros | No. de parámetros orgánicos | Porcentaje de parámetros que puede resolver el carbón activado |
|---|-------------------|-----------------------------|--|
| NOM-127-SSA1-2021 (cuando se cumplen los tres grupos de compuestos orgánicos sintéticos) *              | 51                | 19                          | 94.7 %   |
| NOM-127-SSA1-2021 (cuando no se cumple ninguno de los tres grupos de compuestos orgánicos sintéticos) * | 97                | 67                          | 98.5 %   |

\* Solamente no se adsorbe eficientemente formaldehído

Haciendo un resumen, la norma 127 establece límite a 51 parámetros en total, de los cuáles, 19 corresponden a compuestos orgánicos. De estos, el carbón activado adsorbe eficientemente a todos, excepto al formaldehído. Si no se cumple con ninguno de los parámetros que corresponden a compuestos orgánicos sintéticos (halogenados adsorbibles fijos, halogenados adsorbibles purgables y no halogenados), la norma 127 establece límite a 97 parámetros en total, de los cuáles, 67 corresponden a compuestos orgánicos, y el carbón activado adsorbe eficientemente a todos excepto al formaldehído.

**Compuestos orgánicos limitados por la NOM-127-SSA1-2021**  
(de menor a mayor masa molar)

| Compuesto               | Masa molar (g/mol) | Compuesto               | Masa molar (g/mol) | Compuesto                | Masa molar (g/mol) |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| 1,4-Diclorobenceno      | 63                 | Simazina                | 149                | Pendimetalina            | 230                |
| Benceno                 | 78                 | Tetracloroetano         | 154                | Tricloroetano            | 236                |
| Cloruro de vinilo       | 85                 | Ácido tricloroacético   | 163                | Cianazina                | 241                |
| Tolueno                 | 92                 | Bromodichlorometano     | 164                | Acrilamida               | 252                |
| Epiclorhidrina          | 93                 | Diclorometano           | 168                | Bromoforno               | 253                |
| Ácido cloroacético      | 95                 | Dimetoato               | 187                | 2,4-D                    | 255                |
| 1,2-Dicloroetano        | 97                 | Tetracloruro de carbono | 188                | Pentaclorofenol          | 266                |
| 1,2-Diclorobenceno      | 97                 | Clorotoluron            | 190                | 2,4,5-T                  | 270                |
| 1,2-Dicloropropano      | 99                 | Ácido edético           | 191                | Metoxicloro              | 281                |
| Estireno                | 104                | 2, 4, 6 Triclorofenol   | 197                | Di-(2-Etilhexil) ftalato | 282                |
| m-Xileno                | 106                | Dibromoclorometano      | 209                | Lindano                  | 291                |
| o-Xileno                | 106                | Mecoprop                | 214                | Carbofuran               | 294                |
| p-Xileno                | 106                | Dicloroprop             | 214                | Terbutilazina            | 336                |
| Etilbenceno             | 106                | 2,4-DB                  | 214                | Metolacoloro             | 346                |
| 1,3-Dicloropropeno      | 111                | Atrazina                | 216                | Benzol(a)pireno          | 351                |
| 1,2-Dicloroetano        | 111                | Molinato                | 216                | DDT                      | 354                |
| 1,2-Dicloroetano        | 113                | 2,4,5-TP                | 218                | Aldrin                   | 365                |
| Cloroformo              | 119                | Alacloro                | 220                | Diieldrin                | 381                |
| Ácido dicloroacético    | 129                | Trifluralina            | 221                | Endrin                   | 381                |
| Ácido nitrilotriacético | 134                | Aldicarb                | 221                | Clordano                 | 410                |
| Isoproturon             | 143                | Hexaclorobutadieno      | 226                | SAAM                     | 150 - 500          |
| 1,3-Dicloropropeno      | 147                | Clorpirifos             | 229                | Microcistina-LR          | 995                |

Más en aguas superficiales  
↓

Todos los compuestos orgánicos limitados por la norma 127 se muestran en esta tabla, ordenados de menor a mayor masa molar. Las aguas de pozos profundos contendrán algunos compuestos o familias de compuestos con masas molares menores. Las aguas superficiales contendrán toda la gama de compuestos.

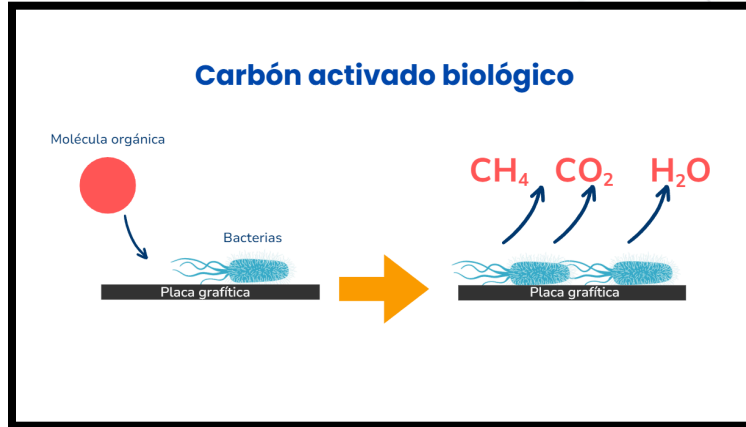
**Quando el carbón activado elegido es el adecuado**

1 g de compuestos orgánicos se adsorben en 3 g de CA

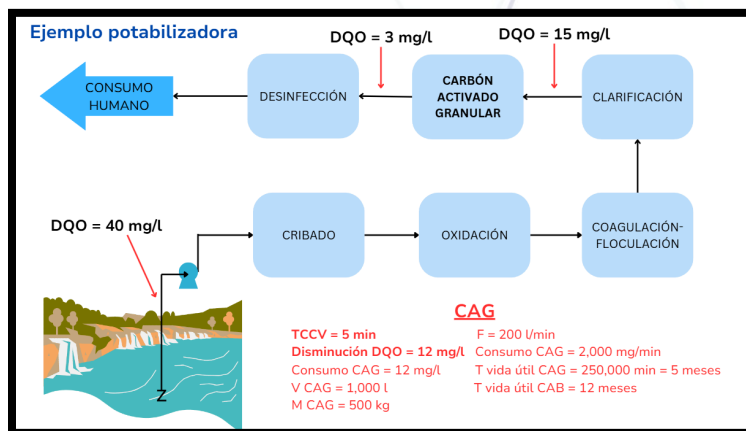
1 g de compuestos orgánicos corresponden a 3 g de DQO

**1 mg de CA reduce 1 mg de DQO**

¿Cuánto carbón activado se va a requerir para adsorber los contaminantes orgánicos presentes en agua? Como regla heurística, si el carbón activado se elige adecuadamente, 1 mg de carbón activado reduce alrededor de 1 mg de DQO. Este es un valor típico. Hay casos en los que el carbón activado disminuye una cantidad mayor de DQO y casos en los que disminuye una cantidad menor. “Elegir adecuadamente” el carbón activado consiste en (a) elegir el que tiene poros ligeramente mayores que el diámetro de las moléculas que buscamos que adsorba y, (b) elegir el carbón que tiene una alta área superficial aportada por los poros adecuados. Si elegimos un carbón activado en el que la mayoría de sus poros son más pequeños que las moléculas que deseamos adsorber, el carbón tendrá una capacidad de adsorción baja.



Ya que siempre ocurre actividad bacteriana en carbón activado que se utiliza en potabilización, las bacterias digieren compuestos orgánicos adsorbidos y liberan sitios activos del carbón, lo que incrementa su capacidad. Los compuestos que digieren las bacterias se convierten en metano,  $\text{CO}_2$ , agua y más bacterias. Las bacterias excesivas se eliminan al retrolavar.



En la imagen se muestra un tren de potabilización típico de agua proveniente de un lago o río. La oxidación se aplica cuando hay un compuesto inorgánico que precipita a causa de ella, o para evitar el desarrollo de algas en la planta de tratamiento. Es interesante notar que, ya que el agua debe someterse al proceso de coagulación-floculación-clarificación para separar los ácidos húmicos y las ligninas del agua, la DQO también disminuye sustancialmente al aplicar este proceso. También vale la pena mencionar que la DQO no siempre resulta indetectable después de que el agua ha circulado a través de la cama de carbón activado granular, ya que algunas moléculas orgánicas no son adsorbibles (por ejemplo, cuando son muy pequeñas y polares), además de que en la operación de una cama de carbón activado granular, puede haber alguna “fuga cinética” de materia orgánica, que ocurre por diversas razones (canalización del flujo, tiempo de contacto entre el agua y el carbón muy corto, altura insuficiente de la cama de carbón activado, velocidad de flujo de servicio demasiado baja, etc.).

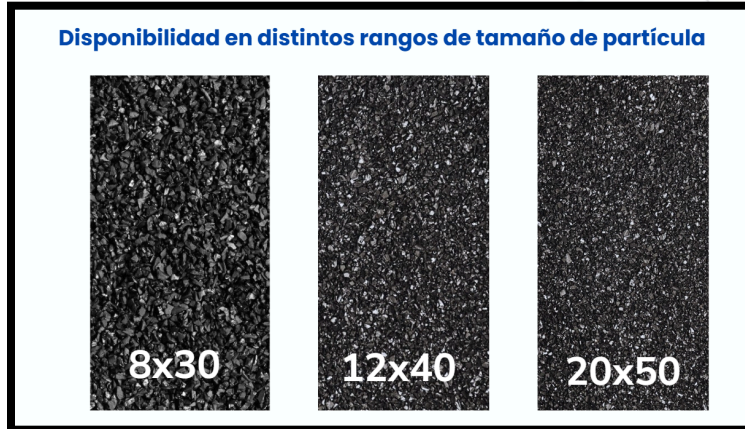


Vale la pena atender los detalles de cada caso y en Carbotecnia con gusto lo acompañaremos con pruebas o ingeniería, de acuerdo con sus necesidades.



## GAMA B

El carbón tipo GAMA B que ofrecemos es de origen mineral bituminoso y tiene el rango de tamaño de poros adecuados para potabilizar aguas de origen natural superficial. También es el adecuado para el tratamiento terciario de agua residual que ya pasó por procesos anaerobios y aerobios, o para aguas residuales de poca biodegradabilidad que se sometieron a un proceso fisicoquímico que incluyó coagulación-floculación-clarificación u oxidación.



El carbón activado GAMA B se ofrece en distintas granulometrías y hay que elegir el más adecuado para cada caso.



Independientemente de que en Carbotecnia evaluamos y controlamos la calidad de todos los lotes de carbones activados que producimos y comercializamos, nuestro socio comercial en China es una de las empresas más prestigiosas en su país.

## Inventarios



Consideramos que contar con inventarios suficientes es parte nuestra responsabilidad con el mercado mexicano y de Latinoamérica.

## Logística



Además de contar con inventarios, hemos asumido el compromiso de la mejor logística posible para hacer llegar los carbones activados con rapidez y seguridad a nuestros clientes tanto en México como en Latinoamérica.

Gracias por su atención

Tel. + 52 33 3834-0906  
ventas@carbotecnia.com.mx  
ingenieria@carbotecnia.com.mx

**Carbotecnia**  
PURIFICACIÓN AVANZADA