TRATAMIENTO DE AGUA



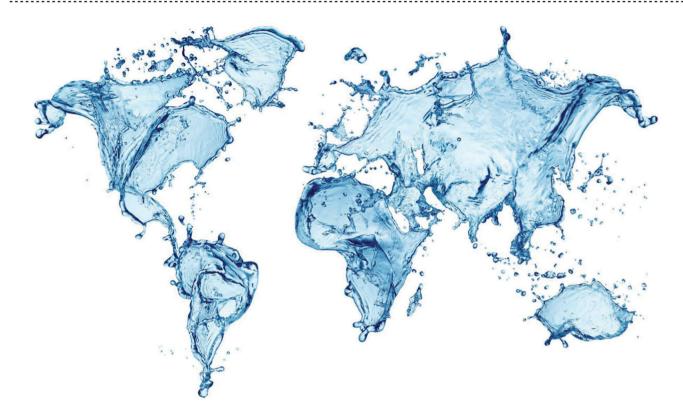
En esta sección de la Guía de la Industria[®] Química encontrarás información específica del sector de tratamiento de aguas en México y su relación con la industria química. Descubre datos estadísticos, tendencias, nuevas tecnologías e información sobre proveeduría.

www

Texto especial: Membranas cerámicas

^{*} Información disponible exclusivamente en formato digital

Descripción del sector



El concepto de tratamiento de aguas consiste en una serie de operaciones físicas, químicas o biológicas que permite eliminar contaminantes en aguas residuales, procesos, o sistemas de abastecimiento, por ejemplo. En este texto hablaremos de dos tipos principalmente, aguas residuales y aguas de proceso.

En el caso de las aguas residuales municipales, los procesos tienen como objetivo reducir los contaminantes del agua, mejorar su calidad y cumplir con los límites máximos permisibles indicados en la normatividad oficial vigente. Por otra parte, el tratamiento de las aguas residuales industriales generalmente conlleva más operaciones, ya que las características del efluente son muy diferentes. De hecho, muchos de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se han identificado en aguas residuales industriales son objeto de regulación especial debido a su toxicidad o a sus efectos biológicos a largo plazo, de forma que su tratamiento se divide en:

Tratamiento primario. Útil para eliminar sólidos suspendidos y flotantes en aguas crudas mediante técnicas de cribado y sedimentación por gravedad. Reduce el DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) de 20 a 30% y los sólidos suspendidos entre 50 y 60%.

Tratamiento secundario. Elimina la materia orgánica disuelta que no se logra con el tratamiento primario en 85% (sólidos disueltos y DBO) mediante un proceso biológico con microbios y tanques de sedimentación.

Tratamiento terciario. Puede remover hasta el 99% de impurezas, cerca de la calidad requerida para agua potable. Requiere un alto nivel de conocimiento técnico y tecnologías, hasta ahora, no tan accesibles, que incluyen procesos biológicos, físicos y químicos variados.

Para todos los niveles del tratamiento de aguas residuales, el papel de los insumos químicos es fundamental, ya que están involucrados en operaciones para purificar, suministrar y reciclar agua, así como en la eliminación de contaminantes en toda la cadena: desde el abastecimiento de agua hasta la eliminación de desechos.

En el caso de las aguas de proceso, el tratamiento puede incluir un límite de conductividad, dureza, pH, y contenido de oxígeno y dióxido de carbono. Sin embargo, las características son muy particulares dependiendo del tipo de proceso, por ejemplo, las especificaciones no son las mismas para agua de calderas que de refrigeración.

CCXV

Panorama mundial y tendencias en tratamiento de aguas residuales

La ONU reconoce que en países desarrollados el agua residual tratada alcanza el 70%, mientras que en países con ingreso medio ocupa el 28 y 38%, y en los países pobres sólo el 8%.



Los dos principales retos que hay que superar para satisfacer la demanda de agua para consumo humano a causa de la urbanización mundial son la baja inversión en infraestructura y la llamada crisis hídrica bidimensional, que abarca tanto la disponibilidad como la calidad del agua.

Ante esto, las metas de la Organización de Naciones Unidas (ONU) para 2030, establecidas en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en materia de agua, establecen el acceso universal al agua potable, el saneamiento y la reducción a la mitad de la propor-

ción de la población sin acceso directo al agua.

Al respecto, la UNESCO reporta que, aunque a nivel mundial se aumenta el saneamiento con la construcción de drenaje, no se presta la debida atención al tratamiento y eliminación de aguas residuales como una opción para el suministro y la reutilización.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente estima que el 90% de las aguas residuales de las ciudades de los países en desarrollo se vierten en los afluentes sin tratamiento. En América Latina, se estima que menos del 14% de las aguas residuales cuentan con sistemas de tratamiento.

Las industrias que utilizan materias primas químicas orgánicas son la principal fuente contaminante de partículas orgánicas, y los sectores de hidrocarburos, acero y minería son los principales contribuyentes de metales pesados, con elementos como el mercurio y el plomo.

En este contexto, los programas globales de control ambiental tienden a responder a las nuevas normas que se aplicarán a la industria en el manejo de las aguas residuales que generan. Y, aunque aún muchas industrias en países desarrollados se trasladaban a países pobres para evitar estas nuevas regulaciones, la tendencia de sustentabilidad y cuidado del agua se extiende a nivel global.





Cifras y tendencias en México

En México, las descargas de agua residual, que son las de tratamiento principal, se clasifican en industriales (descargas a cuerpos receptores de propiedad nacional) y municipales (dirigidas a los sistemas de alcantarillado). La situación del tratamiento de cada tipo de aguas es diferente tanto en el proceso e insumos como en el porcentaje de aplicación de tecnologías.

Tratamiento de aguas municipales

A nivel nacional, en 2014, existían 2,337 plantas municipales en operación, las cuales tratan el 48.7% de los 228.7 m3/s recolectados por los sistemas de alcantarillado. La Comisión Nacional de Agua destaca la participación de tratamiento mediante lagunas de estabilización con 718 plantas, es decir 30.7% del total, en segundo lugar está el proceso de lodos activados, con 709 plantas y 30.3%, y en tercer lugar figura el proceso de reactor anaerobio de flujo ascendente con 137 plantas y 5.7% (Figura 1).

Los estados que presentan un mayor porcentaje de caudal tratado son Aguascalientes, Nayarit y Nuevo León, los que reportan un 100% de tratamiento en aguas municipales. Por otra parte, los estados que muestran menor porcentaje de tratamiento de aguas son Yucatán, Campeche e Hidalgo, con 4.2%, 6.6% y 11.9, respectivamente (Figura 2).

Tratamiento de aguas industriales

A diferencia de las aguas residuales domésticas, las industriales contienen con frecuencia sustancias que no se eliminan en un tratamiento convencional, ya sea por las concentraciones elevadas de contaminantes, o bien por su naturaleza química. En el último inventario de la Conagua (2014) se reporta 2,678 plantas para aguas residuales industriales en el país. De estas, 2,639 están en operación, las cuales dan tratamiento a 65,563 litros por segundo, que equivale al 80.4% de la capacidad instalada.

En nuestro país el tratamiento más utilizado es el secundario, que abarca 1,569 plantas, es decir casi el 60% de las plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial en operación; en segundo lugar está el tratamiento primario con 826 plantas, que equivale al 31%; y en tercer lugar está el tratamiento terciario con 83 plantas, es decir el 3% de las plantas en operación (Figura 3).

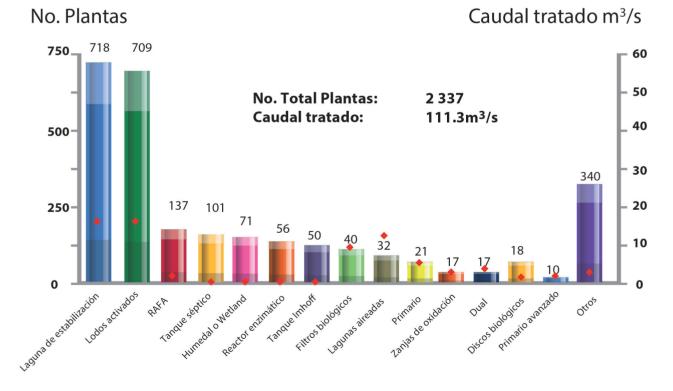
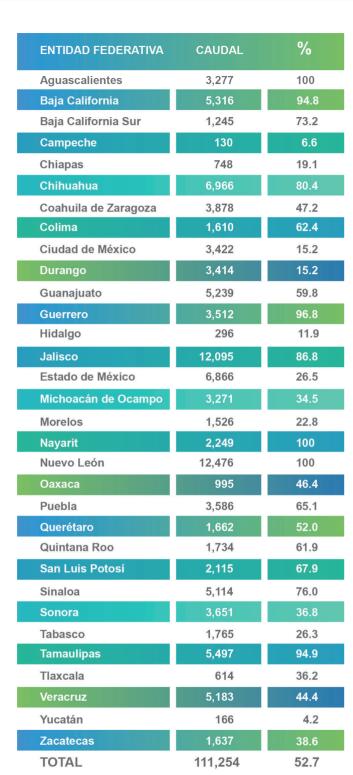


Figura 1. Participación por número de plantas y caudal tratado de los principales métodos de tratamiento de aguas en México en 2014. **Fuente:** Sistema de Información Nacional del Agua.

guiaquimica.mx Edición 2017







guía guímica

Figura 2. Caudal tratado en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y porcentaje de cobertura de tratamiento por entidad federativa, 2014. México en 2014.

Fuente: Sistema de Información Nacional del Agua.

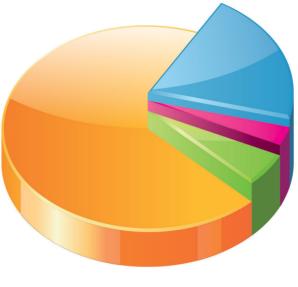




Figura 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial por nivel de tratamiento, 2014.

Fuente: Elaboración propia con datos de Conagua, Semarnat. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2015



Tendencias en el mercado de tratamiento de aguas

El mercado de sistemas para tratamiento de aguas, tanto residuales como de proceso, muestra un buen panorama hacia 2020. La empresa consultora, Markets and Markets, pronostica un valor de mercado de 5,690 millones de dólares para ese año, con una tasa de crecimiento anual de 8.52% entre 2015 a 2020.

El crecimiento de mercado está marcado principalmente por el aumento en la contaminación del agua, la creciente importancia sobre la potabilización y tratamiento de efluentes, la escasez del recurso en algunas zonas del mundo y un aumento global en el número de proyectos de esta naturaleza. Por otro lado, el alto costo de los sistemas y equipos supone una restricción para el sector.

Insumos químicos para el tratamiento de aquas

Actualmente, existen diversos métodos para el tratamiento de agua, entre ellos, la osmosis inversa, la filtración, sedimentación y muchos otros. Los insumos químicos aplicados a cada una varían tanto en cantidad como en tipo. A nivel mundial, cada región o país se inclina por el uso de determinados tipos de tecnologías.

En Norteamérica se prefiere el uso de productos químicos, sobre todo en Estados Unidos, mientras que en Europa y Asia se inclinan por soluciones de ingeniería cuando es posible la sustitución de químicos de especialidad. De acuerdo con la empresa especialista en químicos, Arenco Chemicals, cuando se requiere del uso de productos químicos, se prefieren insumos más económicos como el sulfato de aluminio, el sulfato férrico o los cloruros de polialuminio y férrico, sobre otros más costos como los polímeros orgánicos.

De acuerdo con la misma fuente, es posible segmentar el mercado de los productos químicos para tratamiento de aguas en dos clases:

- Químicos básicos: alumbre (sulfato de aluminio), cloro, sulfato férrico, cloruro férrico y cloruro de polialuminio.
- Químicos especializados: resinas de intercambio



Figura 4. Consumo mundial de químicos de especialidad para tratamiento de agua. Valores aproximados.

Fuente: Elaboración propia con datos de Arenco Chemicals.

iónico, coagulantes, floculantes orgánicos, y productos como biocidas e inhibidores de incrustaciones y corrosión.

De estos últimos, los inhibidores de la corrosión son los que representan un mayor porcentaje de participación a nivel mundial, seguido de los polímeros orgánicos e inhibidores de incrustaciones (Figura 4).

En términos de consumo, en 2014, la consultora IHS reporta que la región que se posiciona en primer lugar es Norteamérica con un valor aproximado del 40% del consumo mundial de químicos para tratamiento de aguas, sobre todo coagulantes orgánicos y floculantes, en segundo lugar está China con 20%, en tercer lugar Asia (excepto China) y Europa con un 15% cada una. Dentro de los principales productos que identifica el estudio se encuentran:

- Resinas de intercambio iónico
- Compuestos cuaternarios de amonio
- Poliacrilamidas
- Poliamidas
- Biocidas
- Absorbedores de oxígeno

Según Arenco Chemicals, en los próximos años, el mercado para los productos químicos de tratamiento de aguas que más se espera que crezca es China, con un promedio anual de 6.0%, le sigue América del Sur con 5% de promedio anual (Figura 5).

Frente a este panorama, es muy probable que el mercado de químicos para tratamiento de aguas continúe creciendo como resultado del aumento de los estándares regulatorios para el manejo y el suministro del recurso. Los retos que enfrentamos en los próximos años en materia de cobertura de agua y accesibilidad para las próximas generaciones sólo serán superados con innovación y desarrollo en nuevas tecnologías.

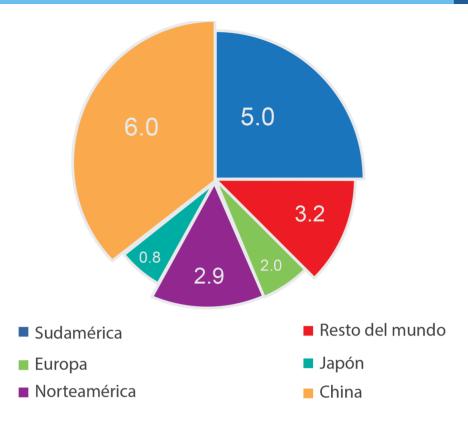


Figura 5. Promedio de crecimiento anual por regiones, 2015. **Fuente:** Elaboración propia con datos de Arenco Chemicals.

Desalinización y reúso de agua, tendencias en aumento

Debido a la creciente demanda de agua, tanto a nivel residencial como industrial y comercial, y a la creciente contaminación de ríos, embalses y aguas subterráneas, se han planteado diversas acciones que podrían atender el problema. Dos de las soluciones más populares y actuales son la desalinización de agua de mar y el reúso.

De acuerdo con el medio especializado en temas del agua, Global Water Intelligence (GWI), los expertos esperan que la desalinización industrial y el reúso de agua crezcan un 11.4% en los próximos años, alcanzando un valor total de mercado de 12,000 millones de dólares para el 2025.

De acuerdo con la publicación, las industrias que más utilizan el recurso y por lo tanto podrían verse muy interesadas en las nuevas tecnologías son:

• Sector del petróleo y gas. En esta industria existen procesos altamente consumidores de agua, los que, además, van en ascenso. La producción de gas de lutitas (shale) y de metano en lechos de carbón requieren de grandes cantidades de agua para la fracturación hidráulica. La exploración en aguas profundas, por otra parte, podría utilizar tecnologías de nanofiltración y de ósmosis inversa para tratamientos especializados. Mientras que la recuperación de petróleo mediante vapor se vería beneficiada con el reciclado de agua.

- Refinerías y petroquímicas. Además de las actividades arriba mencionadas, las refinerías utilizan agua para diversos procesos, por ejemplo, en las torres de enfriamiento, por ello, el reúso de agua y desalinización puede ser muy útil en varias partes del proceso de fabricación de derivados del petróleo.
- Generación de energía. Se espera que las tecnologías de agua ultra pura seguirán aumentando alrededor del mundo, gracias a estas tecnologías la generación de energía se podrá hacer más eficiente, esto incluye desde procesos de generación



CCXX



mediante carbón hasta energía nuclear.

- · Alimentos y bebidas. Con el crecimiento de los mercados emergentes, la industria alimentaria tiene como prioridad reducir el consumo de agua v mejorar la calidad de la misma. Actualmente, más empresas de este sector están implementando nuevas tecnologías, sobre todo, por el crecimiento en las trazas de contaminantes existentes en las fuentes de agua de alimentación, ahora, según los analistas, están impulsando la adopción de la tecnología de desalinización.
- Industria farmacéutica. Aunque el reúso de agua no es una opción viable en los procesos que interactúan directamente con los productos farmacéuticos -porque se requiere de una gran pureza- sí lo es para procesos de enfriamiento, por ejemplo. Otra opción para esta industria, es el uso de los sistemas altamente especializados de desalinización, con los que se obtiene agua con la calidad necesaria para ser aprovechada en diversas de operaciones.
- Fabricación de componentes microelectrónicos. Después de la situación en Taiwán, donde la escasez de agua puede significar un verdadero riesgo para esta industria, las empresas han estado interesándose cada vez más en sistemas de agua ultra-pura.
- Pulpa y papel. Para esta industria, se espera que el mayor aliciente para de agua por principales sectores.

Petróleo y gas



El informe estima un crecimiento del mercado de un 14.2% para el 2017,y un valor total de mercado de 5,508 millones de dólares en 2025.

Refinerías v petroquímicas

Se prevé que el mercado de tecnologías del agua dentro de la industria petroquímica crecerá un 17.1% en 2017, y tendrá un valor total de 1.955 millones de dólares para el 2025.

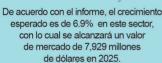


Generación de energía eléctrica



Se estima que el crecimiento del sector será del 17.1 % para el 2017, alcanzando un valor total de mercado de \$1,950 millones de dólares para el 2025.

Sector de alimentos y bebidas





Industria farmacéutica



En esta caso el pronóstico de crecimiento para 2017 es de 6.2%, mientras que el tamaño de mercado para 2025 se espera en 1,623 millones de dólares.

Microelectrónicos

El crecimiento de este mercado se espera alcance el 5.6% en 2017, para llegar a un total de 2,264 millones de dólares en 2025.



Papel y pulpa



Para el caso de esta industria el crecimiento esperado este año es de 1.8%, y el tamaño de mercado en 2025 se espera alcance un total de 777 millones de dólares.



El crecimiento en 2017 del tratamiento de agua en la minería podría alcanzar el 8.8% para posicionarse, en 2025, en un valor de mercado de 1,572 millones de dólares.

Figura 6. Estimaciones de crecimiento hacia 2025 del mercado de nuevas tecnologías para el tratamiento

el uso de tecnologías de Fuente: Elaboración propia con datos de Global Water Intelligence (GWI), 2015



reúso y desalinización estará impulsada por los aumentos en los costos del agua. El mercado de pulpa y papel de más rápido crecimiento se encuentra en China, que ha limitado las fuentes de agua cruda, por lo tanto, estas tecnologías podrían significar alternativas importantes y con costos bastante interesantes.

 Minería. La industria minera ha sido históricamente la generadora de aguas residuales con mayor número de contaminantes tóxicos. Actualmente, las tendencias indican que habrá mayores exigencias para que esta industria reduzca su consumo de agua y mejore la calidad de sus desechos.

Con el incremento esperado de las tecnologías para tratamiento de aguas en estas industrias y la necesidad, cada vez más importante, de cuidar la calidad del agua, se espera que el sector de tratamiento de aguas avance hacia 2025, impulsando a la industria química, pero también a muchas otras industrias cuya tecnología es fundamental para hacer frente a los retos del presente y futuro.

OPORTUNIDADES PARA LA INDUSTRIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS

Aguas residuales industriales:

De los 211.4 m^3 /s al año, sólo se tratan 70.5 m^3 /s.

En carga contaminante:

Se generan 9.9 millones de toneladas de DBO y se remueven 1.39 millones de toneladas por sistemas de tratamiento, tan sólo el 14%.



Principales retos y estrategias en el tratamiento de aguas en América Latina

Distintos marcos regulatorios que incrementan la complejidad de las estrategias de mercado.

Aumento y establecimiento de relaciones comerciales con actores locales para mejorar la competitividad de las empresas.

Aumento de la participación de tecnologías amigables para el medio ambiente.

Aumentar la inversión pública o privada en infraestructura para el tratamiento de aquas.

Aumento de la transparencia en la designación y utilización de recursos públicos.



Principales productos químicos

Producto	Descripción
Aceites minerales alifáticos	Se emplean en formulaciones de antiespumantes para agua.
Ácido clorhídrico	Agente neutralizante del agua que en solución reduce los niveles de pH.
Ácido sulfúrico	Empleado en soluciones como agente neutralizante para reducir los niveles de pH del agua.
Acrolina	Agente biocida no oxidante de gran eficiencia.
Aluminato sódico	Habitualmente se usa para eliminar el color del agua a pH bajo.
Aminas	Surfactantes que pueden ser empleados como biocidas.
Carbonato de calcio	La solución de carbonato de calcio es un agente neutralizante que aumenta el nivel de pH en el agua.
Cloro	Agente biocida mayormente utilizado en el tratamiento de aguas.
Cloruro de hierro (III)	Agente coagulante para el tratamiento de agua.
Dióxido de cloro	Agente biocida de tipo oxidante.
Fenoles clorados	Son biocidas no oxidantes empleados en el tratamiento de aguas.
Hidróxido de sodio	En solución, es un agente neutralizante. Aumenta los niveles de pH en el agua.
Hipoclorito	Agente biocida utilizado para el tratamiento de aguas.
Isocianatos de calcio	Agente biocida empleado en el tratamiento de aguas.
Ozono	Se emplea como un biocida de carácter oxidante.
Peróxido de hidrógeno	Agente oxidante que reduce los niveles de DQO/DBO y elimina compuestos inorgánicos y orgánicos oxidables.
Policloruro de aluminio	Agente coagulante en el tratamiento de aguas.
Polielectrolitos (como ayudantes de floculación)	Es un agente coagulante que desestabiliza las partículas presentes en el agua.
Polisiloxanos	Se emplean como agentes espumantes.
Sílice activada	Agente floculante.
Sulfato de alúmina (Alumbre)	Es un coagulante efectivo en pH de 6 a 8. Su uso está generalizado en el tratamiento de agua potable y reducción de coloides orgánicos y fósforo.
Sulfato de aluminio (III)	Agente coagulante en el tratamiento de aguas.

CXX

guiaquimica.mx Edición 2017









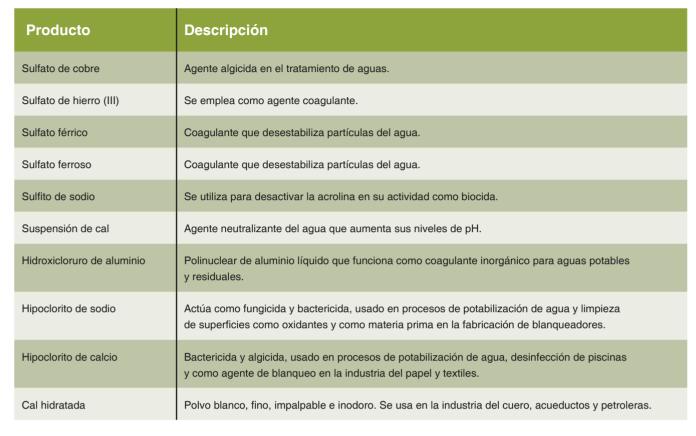




















































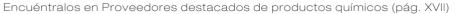












Proveedores



Principales equipos

Equipo	Descripción
Desalcalinizadores	Sistemas utilizados típicamente en el tratamiento de calderas de agua.
Equipos de carbón activado	Son equipos que retienen contaminantes orgánicos del agua como plaguicidas, detergentes, hidrocarburos, grasas y aceites disueltos. Además eliminan el cloro libre.
Filtros de lecho profundo	Equipos de retención de sólidos suspendidos en el agua, para filtraciones industriales, domésticas o comerciales.
Generadores de ozono	Máquinas productoras de ozono para tratamiento de aguas, son empleadas en aplicaciones de tratamiento de agua residencial, agua gris y residual.
Lámparas UV	Equipo para el tratamiento de agua. Emiten luz UV que elimina los microorganismos del agua.
Membranas de ósmosis inversa	Materiales permeables que permiten el paso de partículas con ayuda de presión. Son utilizadas en la eliminación de contaminantes.
Plantas de pretratamiento compactas	Plantas que ofrecen soluciones de tamizado, transporte, deshidratación y compactación de sólidos separados, además, de desarenado y desengrasado.
Plantas de pretratamiento para fangos	Plantas para el tratamiento mecánico de fangos procedentes de fosas sépticas y lodos industriales.
Separadores de arena	Equipos diseñados para el tratamiento de grava y arena en los procesos de tratamientos de agua.
Sistemas antiincrustante de dureza	Equipos que previenen y eliminan el sarro, salmuera o agua de retrolavado a drenaje.
Sistemas de desionización	Sistemas que utilizan resinas aniónicas, catiónicas o de lecho mixto para el tratamiento de agua de entrada, eliminando el número total de sólidos disueltos.
Suavizadores	Sistemas que eliminan el calcio y magnesio del agua dura en el proceso conocido como ablandamiento del agua.
Tamices	Equipos para la separación sólido-líquido en pretratamientos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, municipales y de aplicación industrial.
Tanques para filtros	Tanques empleados en los filtros de agua de aplicaciones residenciales, comerciales e industriales.
Válvulas para filtros y suavizadores	Instrumentos manuales o automáticos ocupados en filtros o suavizadores de agua.

Proveedores



Electromecánica Internacional de Monterrey, S.A. de C.V.

Encuéntralos en Proveedores destacados de productos químicos (pág. XVII)

SXX

guiaquimica.mx Edición 2017