



Universidad  
Católica del Norte

N° 12  
2020

Programa de Mejoramiento  
Institucional en Recursos Hídricos

# BOLETÍN VIGILANCIA TECNOLÓGICA

**INNOVACIONES EN BIOFILTRACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE  
AGUA**



Dirección de Innovación y  
Transferencia Tecnológica

# Vigilancia Tecnológica ¿Qué es?



La vigilancia tecnológica (VT) es una de las herramientas de los sistemas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i), esta herramienta de manera sistemática detecta, analiza, difunde, comunica y explota las informaciones técnicas útiles para la organización, su propósito es alertar sobre las innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades y amenazas para la misma. (UNE 166006 EX, 2006).

A nivel mundial la VT es una herramienta muy utilizada por organizaciones independientes, privadas y/o estatales que dentro de su funcionamiento tengan integrado un sistema de gestión I+D+i y/o realicen proyectos de I+D+i.

## Programa de Mejoramiento Institucional en Recursos Hídricos UCN 1795

El Programa de Mejoramiento Institucional PMI en Recursos Hídricos 1795 busca dar continuidad y sustentabilidad en el tiempo a los Programas priorizados por el PMI UCN1302, consolidando competencias y capacidades en torno a un recurso estratégico, como lo es el recurso hídrico en la Región de Antofagasta.

La propuesta de trabajo se orienta a fortalecer la articulación académica y la vinculación con el medio, trabajando articuladamente con la industria y los servicios públicos, con la finalidad de fortalecer las líneas de investigación en recursos hídricos, a través del desarrollo de I+D+i y la formación de cursos de capacitación y postgrado.

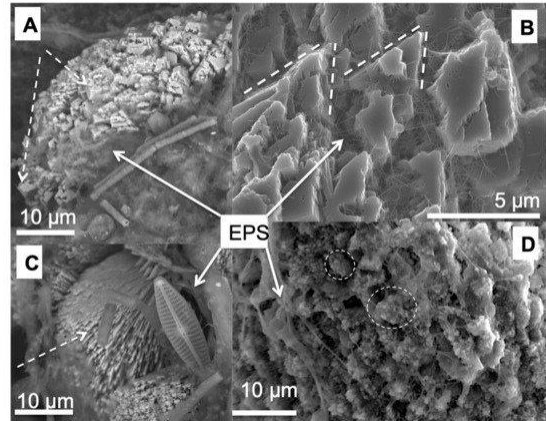
# Índice de Contenidos

- Introducción.....4
- Publicaciones Científicas.....7
- Patentes.....10
- Patentes en Chile..... 15
- Referencias.....16

# Biofiltración como alternativa de adaptación

La demanda mundial de agua aumenta debido al crecimiento de la población, la urbanización acelerada y el desarrollo económico, esto genera competencia por el recurso entre los distintos sectores usuarios del agua, derivando en problemáticas ambientales y sociales, las cuales se ven acrecentadas por las consecuencias del cambio climático.

Chile, según el art. 4.8 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se considera un país altamente vulnerable frente al fenómeno de cambio climático ya que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, áreas propensas a sequía y desertificación. A lo anterior, se le suma la fuerte dependencia que tienen las principales actividades socioeconómicas del país al clima, principalmente de la disponibilidad hídrica. Uno de los ejes en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 impulsada por el gobierno de Chile es fomentar el uso eficiente del agua mediante el tratamiento y la reutilización mediante, por ejemplo, la recuperación de aguas residuales de tipo doméstico, industrial, agrícola etc. Una de estas alternativas corresponde a la biofiltración.



La biofiltración se distingue de otros tratamientos biológicos, por el hecho de que existe una separación entre los microorganismos, los cuales se adhieren al medio filtrante, y el agua tratada. Por ejemplo en el caso del sistema de lodos activados, los microorganismos se suspenden dentro del líquido tratado, esto genera la necesidad de un segundo paso de tratamiento en este sistema para separar la biomasa microbiana del fluido tratado. En la biofiltración, la biomasa microbiana es estática, se inmoviliza en el material del lecho, mientras que el fluido tratado es móvil y fluye a través del filtro.

El proceso de biofiltración ocurre cuando los microorganismos fijados a un medio poroso, descomponen los contaminantes presentes en la corriente de aguas residuales. Los microorganismos se adhieren a la superficie del medio filtrante, crecen formando biopelículas y sustancias poliméricas extracelulares (EPS) o se suspenden en la fase acuosa que rodea las partículas del medio, permitiendo capturar los nutrientes y desarrollarse en las superficies.

El medio del lecho filtrante consiste en sustancias relativamente inertes que aseguran grandes áreas de fijación a la superficie y suministro adicional de nutrientes. La efectividad general de un biofiltro se rige en gran medida por las propiedades y características del medio de soporte, que incluyen la porosidad, el grado de compactación, las capacidades de retención de agua y la capacidad de albergar poblaciones

# Ventajas y espacio para innovación en la biofiltración.

---

microbianas. Los parámetros críticos de funcionamiento y rendimiento del biofiltro incluyen la inoculación microbiana, el pH medio, la temperatura, la humedad media y el contenido de nutrientes (Basu y col., 2015).

Originalmente, el biofiltro se desarrolló utilizando roca o escoria como medios de filtro, sin embargo, en la actualidad, también se utilizan varios tipos y formas de medios plásticos. Hay una serie de plantas de tratamiento de pequeño tamaño con diferentes marcas disponibles actualmente en el mercado, en las que los materiales plásticos de diferentes formas se empaquetan como medios de filtro y se utilizan principalmente para tratar pequeñas cantidades de aguas residuales (Chaudhary y col., 2003).

Los sistemas de biofiltración han tomado relevancia por características tales como; el bajo costo de inversión, operación y matención de los sistemas, altos índices de eficiencia permitiendo la eliminación de una variada gama de contaminantes del agua. Los parámetros operacionales, la combinación con otros sistemas de tratamiento de aguas, el tipo de material del lecho filtrante y la actividad microbiana desarrollada en estos filtros son las temáticas que se abordan en la investigación científica y el desarrollo tecnológico de estos sistemas que permitirán a futuro, mejorar la eficiencia y masificar sus aplicaciones, por ejemplo, en zonas rurales donde el agua es escasa y no existe los recursos necesarios para sistemas tradicionales de tratamiento de agua, de esta manera estos sistemas contribuyen a los procesos de adaptación necesarios para sobrevivir a las consecuencias del cambio climático.

Se analizaron las publicaciones científicas sobre innovación en biofiltración para el tratamiento de agua y sus aplicaciones, mediante la base de datos y herramientas de análisis de Scopus de Elsevier. Para el periodo entre los años 2015 y 2019, se encontraron 414 resultados, principalmente, en los campos de Ciencias Ambientales (55,1%), Ingeniería Química (8,1 %) y agricultura y ciencias biológicas (6,8 %). En el periodo analizado, se observa un marcado incremento en las publicaciones desde 2015 al 2016, para luego descender al punto más bajo en 2018, retomando levemente el 2019 (Figura 1).

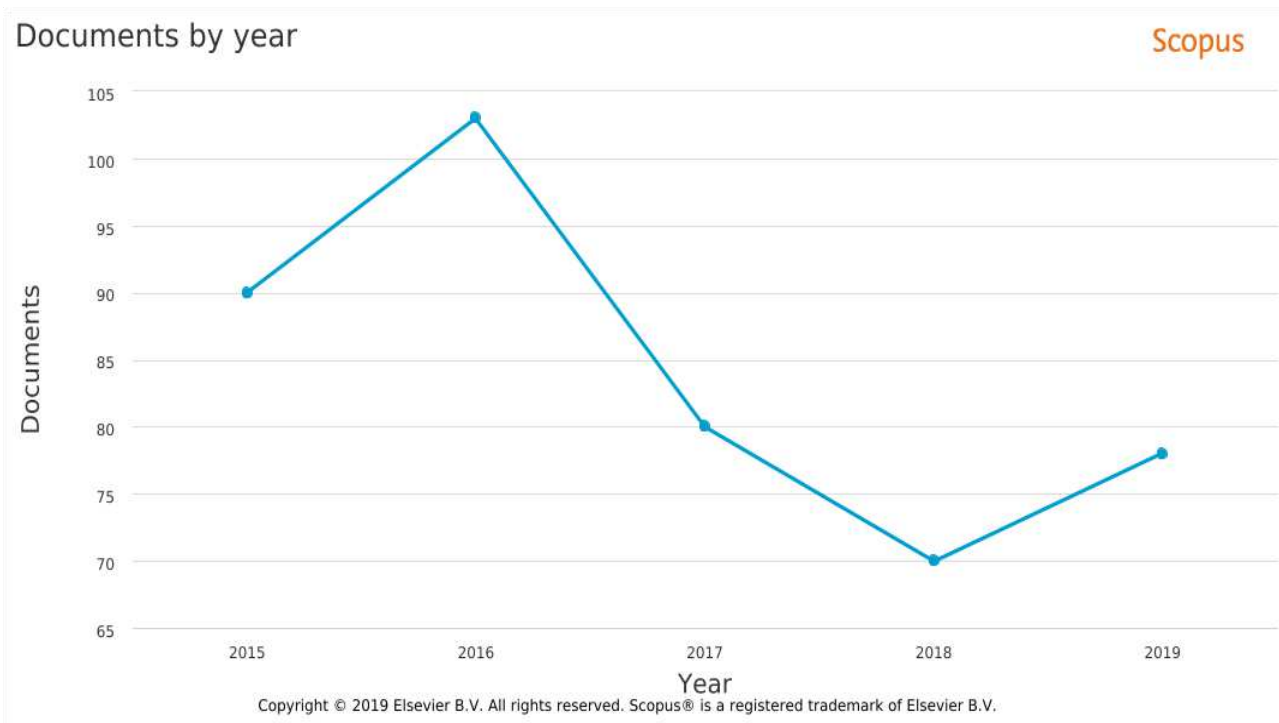


Figura 1. Análisis de publicaciones científicas por año sobre la innovación en biofiltración para el tratamiento de agua.

A continuación, este boletín entrega información seleccionada de los últimos 5 años de publicaciones científicas y patentes relacionadas con la innovación en biofiltración para el tratamiento de agua.

## Mejora de la calidad del agua cruda por biofiltración utilizando piedra pómez como medio filtrante. (Publicado 2017)

El proceso de biofiltración es un proceso biológico que se lleva a cabo por la actividad de los microorganismos en la biopelícula para reducir contaminantes en el agua cruda. Este estudio tiene como objetivo determinar el efecto del tiempo de retención hidráulica (TRH) en la reducción de contaminantes del agua cruda en el reactor de biofiltro con medios de piedra pómez. El proceso de aclimatación de la biopelícula fue operado con un tiempo de retención hidráulica de 2 h por sistemas de flujo ascendente y descendente durante cinco semanas. La eliminación del contaminante orgánico se realiza con un tiempo de retención hidráulica de 1 a 4 hrs. La efectividad de la eliminación de contaminantes se mide por sólidos suspendidos totales, turbidez, color, amonio y compuestos orgánicos. El resultado mostró que el proceso de biofiltración puede mejorar significativamente la calidad del agua cruda al reducir los sólidos suspendidos totales, la turbidez, el color, el amonio y los compuestos orgánicos, así como aumentar el nitrato. El rendimiento del biofiltro operado en flujo descendente mostró mejor resultados que el sistema de flujo ascendente. A mayor tiempo de retención hidráulica mayor es la eficiencia de eliminación de contaminantes.

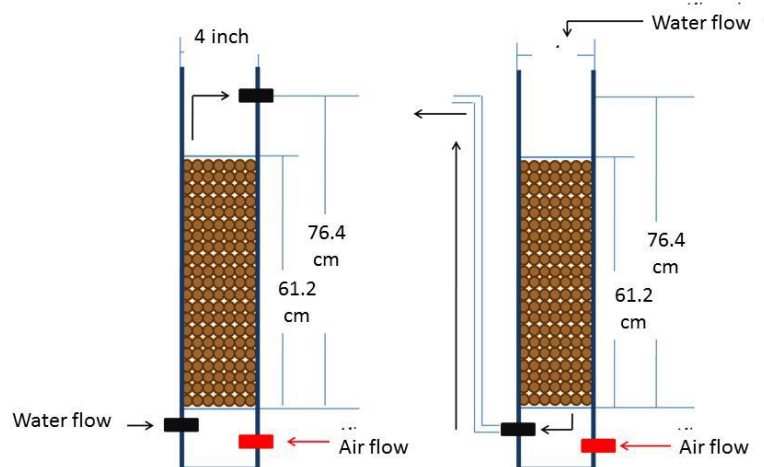


Figura 2: Diseño de biorreactor de (a) flujo ascendente y (b) sistema de flujo descendente.

Leer artículo [completo](#).

## Tratamiento de aguas residuales de procesamiento de aceite de oliva por ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa y biofiltración. (Publicado 2016)

Este artículo aborda la posibilidad de purificar las corrientes de aguas residuales de las almazaras mediante coagulación/floculación, la tecnología de membrana y la biofiltración. En la última década, los procesos de membrana han adquirido un papel principal para buscar un proceso viable para tratar las corrientes de aguas residuales de las almazaras debido a su capacidad para eliminar casi todos los contaminantes en el agua. Un inconveniente principal de este enfoque son las incrustaciones severas en las membranas, que reducen sensiblemente estas capacidades en un corto período de tiempo. Con el fin de inhibir la formación de incrustaciones, en este trabajo se utilizó el enfoque de flujo límite, es decir, la determinación de las condiciones de operación adecuadas que no promueven la formación de incrustaciones mediante medidas y modelos específicos. Sin embargo, las membranas pueden no ser suficientes para alcanzar el grado de purificación deseado de la corriente de aguas residuales para una eliminación inofensiva en el medio ambiente. La novedad de este trabajo es el último paso del proceso, que es la biofiltración y se logró por medio de un biofiltro. Este paso es necesario para garantizar un agua tratada con un grado de calidad compatible con la descarga en acuíferos superficiales.

El sistema adoptado es compacto, tiene tiempos de residencia pequeños y es capaz de tratar el permeado de ósmosis inversa a los valores objetivo. El trabajo experimental será discutido y reportado en este paper.

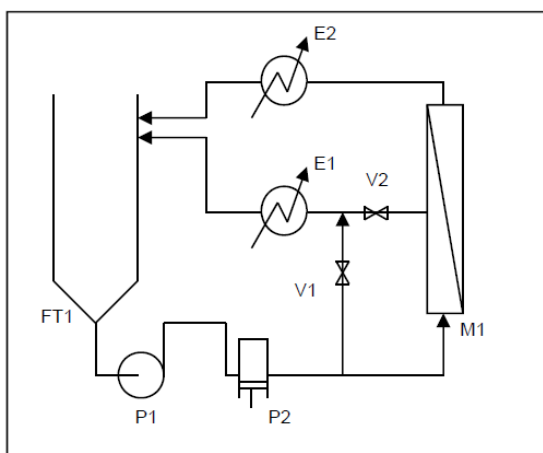


Figura 3. Esquema de la planta piloto

Leer artículo [completo](#).

## Rendimiento de los desechos agrícolas como medio de biofiltro para la tecnología de tratamiento de aguas residuales de bajo costo. (Publicado 2016)

**Objetivos:** El objetivo principal de este trabajo es evaluar el rendimiento de los biofiltros con diferentes medios de desechos agrícolas, que existen ampliamente en muchas regiones sin ser utilizados económicamente, a saber, paja de arroz, fibra de palma datilera y astillas de naranjos. Utilizar los residuos agrícolas como un medio de biofiltro para el tratamiento de aguas residuales municipales y reducir la acumulación de residuos agrícolas es una opción importante para reducir el costo del tratamiento de aguas residuales y para la eliminación ambientalmente segura de los residuos agrícolas en Egipto.

**Diseño del estudio:** se realiza un estudio piloto para investigar la eficiencia de tres tipos de desechos agrícolas; paja de arroz, astillas de madera, naranjos y fibra de palma datilera como medio filtrante y portador de biopelículas para el tratamiento de aguas residuales municipales.

**Conclusión:** El estudio reveló que el uso de desechos agrícolas como medio de biofiltro podría ser una opción favorable para el tratamiento biológico de las aguas residuales municipales. La fibra de palma datilera fue el medio más eficiente en la eliminación de las contaminaciones de aguas residuales.

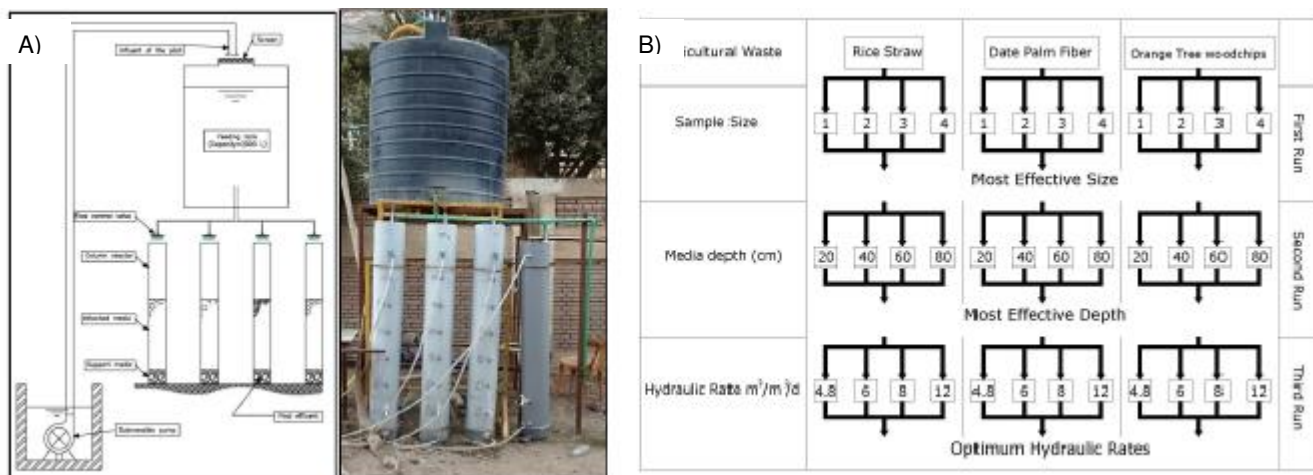


Figura 3. A) Diseño planta piloto. B) Metodología experimental.

Leer artículo [completo](#).

# Patentes

La búsqueda de patentes sobre innovación en biofiltración para el tratamiento de agua y sus aplicaciones se ha realizado mediante la base de datos de la plataforma [Lens.org](https://lens.org), la cual abarca patentes de EEUU, Europa y Australia, entre otros. Se consideró las patentes otorgadas desde el año 2015 hasta 2019.

## Patentes sobre innovación en biofiltración para el tratamiento de agua y sus aplicaciones.

Los resultados obtenidos muestran que los solicitantes con mayor interés en el tema son EEUU con 227 patentes otorgadas, le sigue China y Europa (Oficina Europea de Patentes con 151 y 38 patentes, respectivamente (Figura 4).

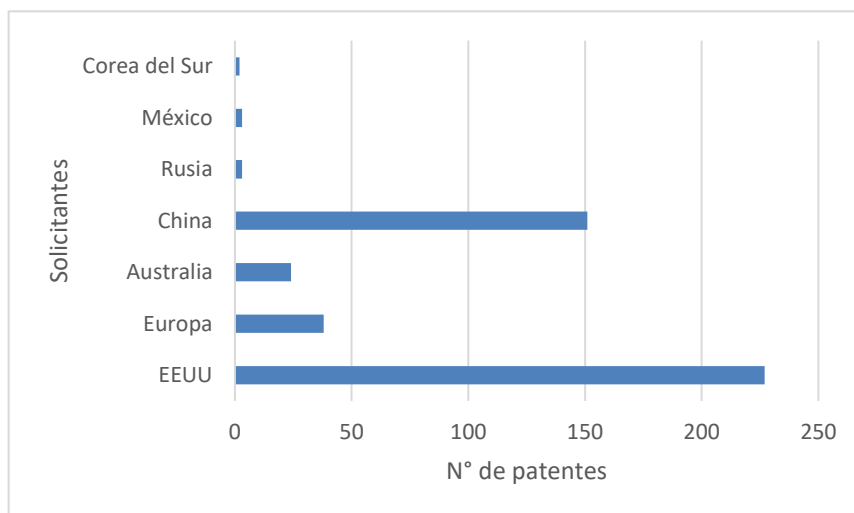
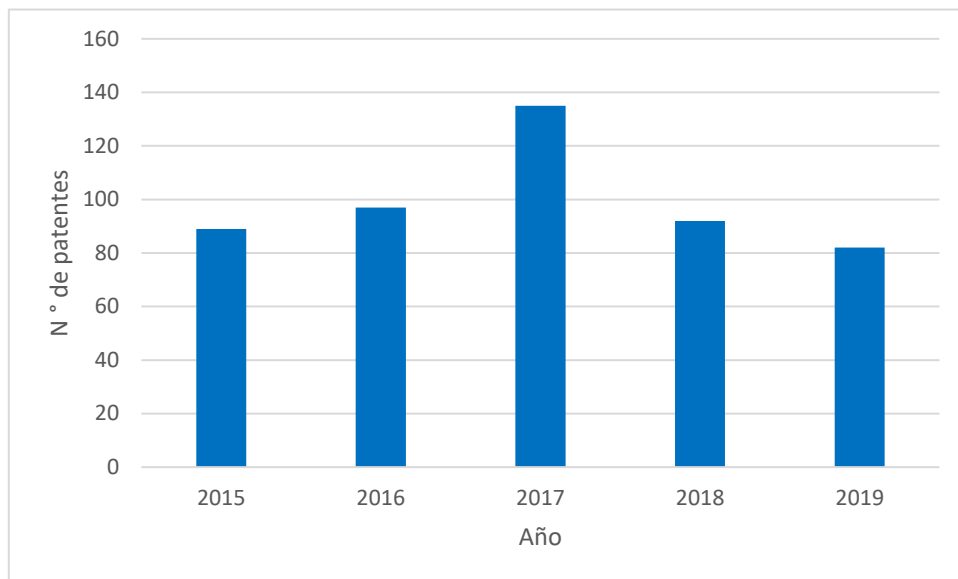


Figura 4. Solicitantes y número de patentes otorgadas (2015-2019)

# Patentes

La Figura 5 muestra un creciente interés en patentar sistemas de biofiltración, esto se refleja en el otorgamiento de patentes, que en el año 2017 llegó a su nivel más alto, otorgándose 135 patentes, para luego ir descendiendo sin llegar a valores muy bajos en el 2019. El año de menor otorgamiento de patente se registró el 2019 con 82 patentes.



**Figura 5. Distribución de patentes por años**

# Patentes

**Aparato de tratamiento de aguas residuales que adopta el proceso de biofiltración para el pretratamiento de un proceso de eliminación de nitrógeno acortado.**

**Rhu Dae-Hwan**

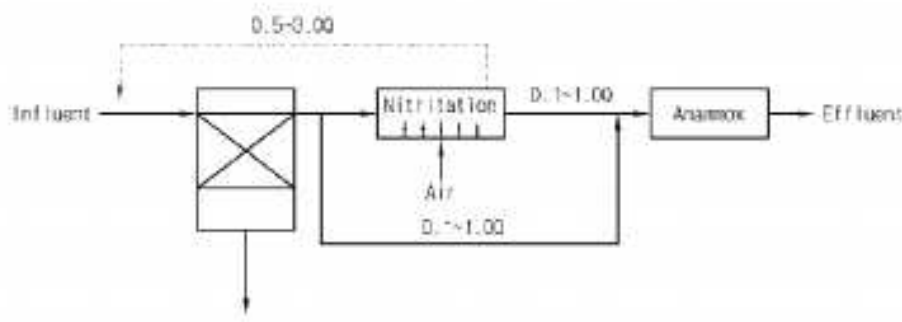
**Park Hong-Keun**

**Jung Min-Ki (30 de marzo de 2017)**

**N° de solicitud/publicación de patente: WO 2017/052167 A1**

Un aparato de tratamiento de aguas residuales comprende un tanque de biofiltración, un tanque de nitrificación y un tanque anammox. El tanque de biofiltración realiza un proceso de biofiltración en las aguas residuales entrantes como un proceso de pretratamiento para eliminar sólidos y sustancias orgánicas. El tanque de nitrificación realiza un proceso de nitrificación en el agua residual que fluye desde el tanque de biofiltración y devuelve parte del agua residual al tanque de biofiltración, suministrando así los aceptores de electrones necesarios para eliminar las sustancias orgánicas.

El tanque anammox recibe aguas residuales del tanque de biofiltración y el tanque de nitrificación y realiza un proceso de oxidación anaeróbica de amonio en las aguas residuales.



**Figura 5. Esquema del sistema patentado**

Leer documento [completo](#)

## Biofiltración combinada con centrifugación.

Cloete Thomas Eugene (20 de agosto de 2015)

Nº de solicitud/publicación de patente: WO 2015/121834 A1

Se proporciona un sistema de biofiltración y un método para filtrar las aguas residuales. El sistema comprende una torre que contiene un lecho empacutado sobre el cual la biopelícula puede formarse y una entrada de aire debajo del lecho empacutado y una salida de aire encima del lecho empacutado. Una alimentación de agua sobre el lecho empacado dispersa las aguas residuales sobre el lecho empacado. La biopelícula sirve como un reactor de contacto biológico que elimina contaminantes orgánicos y/o inorgánicos del agua. Después de la filtración del agua a través del lecho empacado, el agua filtrada y los desechos sólidos que se desprenden del lecho empacado se acumulan en un sumidero debajo del lecho empacado. El agua fluye desde una salida de agua en el sumidero a un separador centrífugo que separa el material sólido del agua extraída del sumidero para expulsar una corriente de desechos y una corriente de agua filtrada

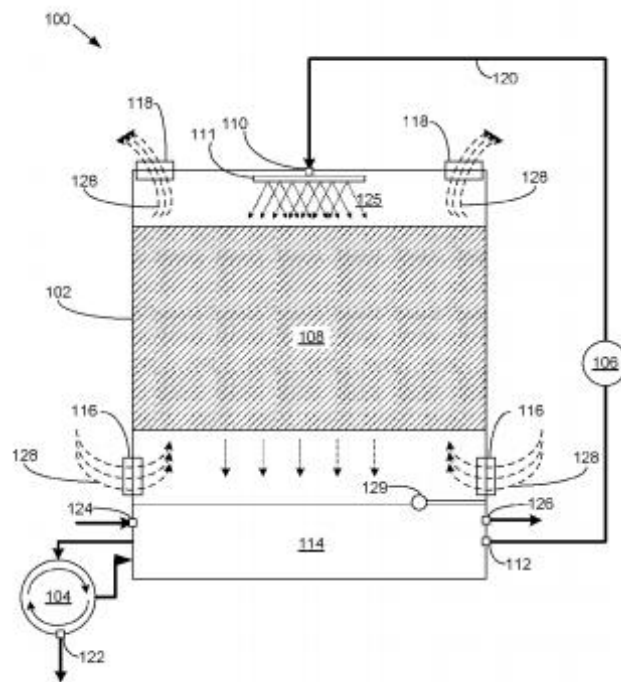


Figura 6. Esquema del sistema patentado

Leer documento [completo](#).

# Patentes

**Material de embalaje que comprende poliuretano modificado con almidón para la biofiltración de compuestos orgánicos presentes en efluentes gaseosos o líquidos, métodos de producción de los mismos y sistema de biofiltración.**

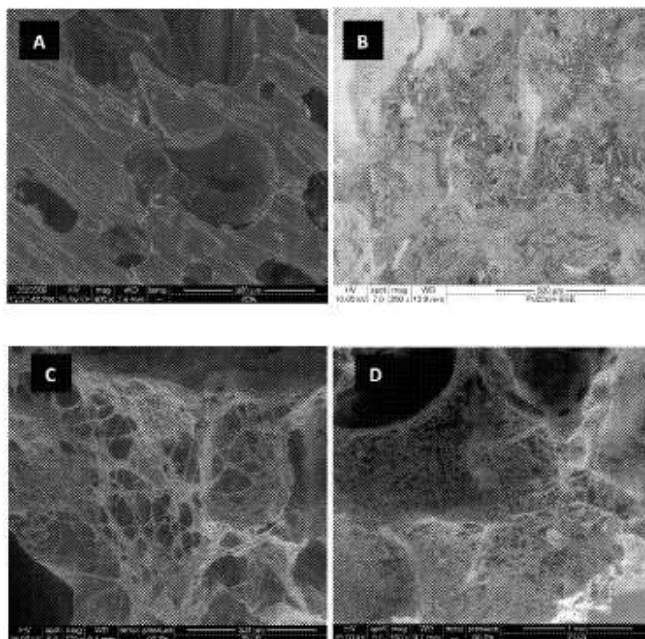
**Olga Gutiérrez**

**Alonso Escobar**

**Lorena Arriaga (02 de febrero de 2017)**

**N° de solicitud/publicación de patente: US 2017/0028381 A1**

La invención se refiere a un material de embalaje utilizado en biofiltros, que tiene un polímero de poliuretano y almidón. El material de empaque es resistente a la compactación, puede absorber compuestos orgánicos contaminantes y reduce el tiempo de arranque del biofiltro. El material de relleno puede usarse como medio en la biofiltración de compuestos orgánicos volátiles y/o semivolátiles presentes en efluentes gaseosos o líquidos.



**Figura 6. Imágenes Sem del medio filtrante y la biopelícula formada en su superficie**

Leer documento [completo](#)

# Patentes en Chile

---

En el buscador de patentes del sitio web del Instituto Nacional de Propiedad Industrial INAPI ([www.inapi.cl](http://www.inapi.cl)), se encontraron 7 patentes sobre innovación en biofiltración para el tratamiento de agua. A continuación, se presenta un ejemplo.

**Título de Patente: Formulación biofiltrante, biofiltro y proceso de elaboración de un biofiltro para el tratamiento de aguas con alto contenido de metales de aguas que comprende una mezcla de biomasa microalgal inmovilizada en una matriz polimérica de alginato.**

**N° de solicitud: 201603232**

**Fecha de solicitud: 24 de marzo de 2017**

**Solicitante: Universidad de Concepción**

Formulación biofiltrante para el tratamiento de aguas con alto contenido de metales pesados que comprende una mezcla de biomasa macroalgal, seleccionadas entre las algas del género *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia spicata*, *Durvillaea antarctica*, *Ulva* spp. y/o *Gracilaria chilensis*, las que se encuentran inmovilizadas en una matriz polimérica de alginato; biofiltro, proceso para la elaboración del biofiltro y uso.

# Referencias

---

Basu O., Dhawana S., and Black K. (2015). Applications of biofiltration in drinking water treatment – a review. *J Chem. Technol. Biotechnol.* 91: 585–595.

Chaudhary D., Vigneswaran S., Ngo H. (2003). Biofilter in Water and Wastewater Treatment. *Korean J. Chem. Eng.*, 20(6), 1054-1065.

Tercer informe bienal de actualización de Chile sobre cambio climático, 2018. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)



Programa de Mejoramiento Institucional en Recursos  
Hídricos

Universidad Católica del Norte  
Pabellón E2 / Av. Angamos 0610, Casilla 1280, Antofagasta  
Fono:  
(55) 2651740 / (55) 2355044  
E-Mail:  
[ceitsaza@ucn.cl](mailto:ceitsaza@ucn.cl)  
Página Web:  
[www.ceitsaza.cl](http://www.ceitsaza.cl)

Proyecto de Consolidación de Oficinas de Transferencia  
y Licenciamiento

Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica  
Universidad Católica del Norte  
E-Mail:  
[Innovacion.vridt@ucn.cl](mailto:Innovacion.vridt@ucn.cl)  
Página Web:  
[ditt.ucn.cl](http://ditt.ucn.cl)



Dirección de Innovación y  
Transferencia Tecnológica