



EL LUGAR  
DONDE SE  
**POTENCIA  
LA INNOVACIÓN**  
.....  
////////////////////  
[WWW.RUTANMEDELLIN.ORG](http://WWW.RUTANMEDELLIN.ORG)



# OBSERVATORIO CT+i



## LICENCIA



Informe: Mercado de biotecnología, Área de oportunidad  
Sistemas biológicos para el tratamiento, recuperación y  
remediación de aguas contaminadas, por [Corporación Ruta N](#) se  
distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Sugerimos se referencie el documento de la siguiente forma:

Corporación Ruta N (2016). *Observatorio CT+i: Informe No. 1  
Área de oportunidad* Sistemas biológicos para el tratamiento,  
recuperación y remediación de aguas contaminadas. Recuperado  
desde [www.brainbookn.com](http://www.brainbookn.com)



# OBSERVATORIO CT+i



ÁREA  
DE OPORTUNIDAD:



SISTEMAS BIOLÓGICOS PARA  
EL TRATAMIENTO,  
RECUPERACIÓN Y  
REMEDIACIÓN DE AGUAS  
CONTAMINADAS

MERCADO DE:

BIOTECNOLOGÍA



EJECUTA



# innRUTA

RED DE INTELIGENCIA COMPETITIVA

tecnnova   
Conectamos Universidad Empresa Estado

  
UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1803

  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD  
**EAFIT**<sup>®</sup>

  
Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

UNIVERSIDAD  
  
Ser. Saber y Servir  
Con Acreditación Institucional

  
UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

  
Institución Universitaria  
Acreditada en Alta Calidad

DESARROLLA  
EL ESTUDIO



tecnnova

Conectamos Universidad Empresa Estado



# PARTICIPANTES

El estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva denominado Sistemas biológicos para el tratamiento, recuperación y remediación de aguas contaminadas fue desarrollado por la **Corporación Tecnova** en el cual los participantes asumieron los siguientes roles:

**Metodólogo:** Asesora con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva diseñada para el proyecto Observatorio CT+i y definida por INNRUTA - Red de Inteligencia competitiva. Adicionalmente coordina dentro de cada institución los ejercicios realizados.

**Vigía:** Encargado de recopilar de fuentes primarias y secundarias los datos e información relacionada con el área de oportunidad estudiada. Adicionalmente, realiza con expertos temáticos y asesores el análisis de la información recopilada y la consolidación de los informes del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

Este estudio se encuentra articulado con la iniciativa **MEDELLÍN BIOTEC 2032** proyecto liderado por Biointropic.

Adicionalmente, se contó con la participación de un **grupo de validadores temáticos** quienes contribuyeron en la validación de los contenidos analizados y la construcción de conclusiones y recomendaciones finales.

# PARTICIPANTES



**Director del proyecto:**

Elkin Echeverri

**Coordinadores del proyecto:**

Samuel Urquijo

Jorge Suárez



**Director del proyecto:**

Oscar Eduardo Quintero

**Metodóloga y Coordinadora del proyecto:**

Ana Catalina Duque

**Vigía:**

Natalia Bohórquez

# VALIDADORES TEMÁTICOS



**Claudia Marcela Betancur**  
Directora Ejecutiva

**Katia Méndez Naranjo**  
Coordinadora prospectiva e Inteligencia Competitiva



**Francisco Molina**  
Profesor Titular - Facultad de Ingeniería

**Catalina Rodríguez**  
Profesor Asociado



**Santiago Cardona**  
Profesor - Facultad de Minas

**Angelina Hormaza**  
Profesor Asociado - Facultad de ciencias

**Alexander Agudelo**  
Profesor - Facultad de Minas



# VALIDADORES TEMÁTICOS



**Juan David Peña**  
Profesional Desarrollo e Innovación

**Carlos H. Quiroz**  
Profesional Desarrollo e Innovación

**Portafolio**  
**verde**

Innovación para el Desarrollo Sostenible™

**Juan Pablo López**  
Analista proyectos

# ALCANCE DEL ESTUDIO

## Sistemas biológicos para el tratamiento de aguas residuales y biorremediación de aguas

### Enfoque

- Nutrientes (Fósforo y nitrógeno)
- Metales pesados
- Colorantes

### GENERALIDADES

- Contexto de la problemática de las aguas contaminadas
- Mapa mental de sistemas biológicos para el tratamiento y remediación de aguas contaminadas.

- Tendencias en sistemas biológicos para tratamiento y remediación de aguas contaminadas con nutrientes, colorantes y metales.
- Nivel de madurez de la tecnología
- Líderes en desarrollo e investigación

### MERCADO DE TECNOLOGÍA

### MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

- Crecimiento y pronósticos de mercado en remediación y biorremediación.
- Empresas referentes a nivel mundial.
- Productos y servicios ofertados.
- Casos de éxito de implementación de tecnologías de biorremediación y tratamiento de aguas.

- ¿Cómo está Medellín?
- Oportunidades identificadas
- Recomendaciones

### OPORTUNIDADES

# TABLA DE CONTENIDO



Generalidades del área de oportunidad.....	<a href="#"><u>13</u></a>
Contexto de la problemática .....	<a href="#"><u>14</u></a>
Mapa mental - sistemas biológicos - aguas .....	<a href="#"><u>15</u></a>
Mercado de productos y servicios.....	<a href="#"><u>16</u></a>
Drivers .....	<a href="#"><u>17</u></a>
Crecimiento del mercado-biorremediación .....	<a href="#"><u>18</u></a>
Posibles soluciones biorremediación.....	<a href="#"><u>19</u></a>
Posibles soluciones tratamiento biológico .....	<a href="#"><u>20</u></a>
Perfiles de usuarios .....	<a href="#"><u>21</u></a>
Referentes biorremediación .....	<a href="#"><u>22</u></a>
Referentes tratamiento de aguas residuales .....	<a href="#"><u>25</u></a>
Resumen productos y servicios biorremediación .....	<a href="#"><u>27</u></a>
Casos reales .....	<a href="#"><u>28</u></a>
Para tener en cuenta .....	<a href="#"><u>31</u></a>
Referencias .....	<a href="#"><u>32</u></a>
Mercado de tecnología.....	<a href="#"><u>34</u></a>
Tendencias en investigación .....	<a href="#"><u>35</u></a>
Líderes en investigación .....	<a href="#"><u>36</u></a>
Líderes en investigación Latinoamérica .....	<a href="#"><u>37</u></a>
Tendencias en desarrollo tecnológico .....	<a href="#"><u>39</u></a>

Nº de diapositiva

# TABLA DE CONTENIDO




Líderes en desarrollo tecnológico .....	<a href="#"><u>41</u></a>
Geografías de protección .....	<a href="#"><u>42</u></a>
Para tener en cuenta .....	<a href="#"><u>43</u></a>
Referencias.....	<a href="#"><u>45</u></a>
Oportunidades.....	<a href="#"><u>47</u></a>
¿Cómo está Medellín? .....	<a href="#"><u>48</u></a>
Problemas a resolver y posibles soluciones .....	<a href="#"><u>55</u></a>
Oportunidades y brechas .....	<a href="#"><u>56</u></a>
Oportunidades.....	<a href="#"><u>57</u></a>
Recomendaciones finales .....	<a href="#"><u>62</u></a>
Referencias .....	<a href="#"><u>64</u></a>

Nº de diapositiva



BIOTECNOLOGÍA

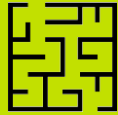
# 1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE OPORTUNIDAD



A continuación se presenta el contexto de la problemática y una descripción del área de oportunidad con los aspectos más importantes de la temática.



# CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA



## ¿Cuál es la necesidad?

- ✓ Remediar y tratar aguas contaminadas, transformando los contaminantes en productos inocuos o menos tóxicos y así disminuir y/o eliminar el riesgo para el ser humano y otros seres vivos.
- ✓ Recuperar ambientes contaminados para que tengan de nuevo uso.
- ✓ Cumplir la normatividad ambiental vigente.



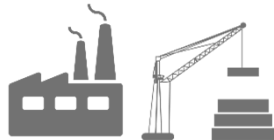
Habitantes del territorio



Estado



Empresas de servicios alcantarillado



Sector productivo / industrial

## ¿Por qué es una necesidad?

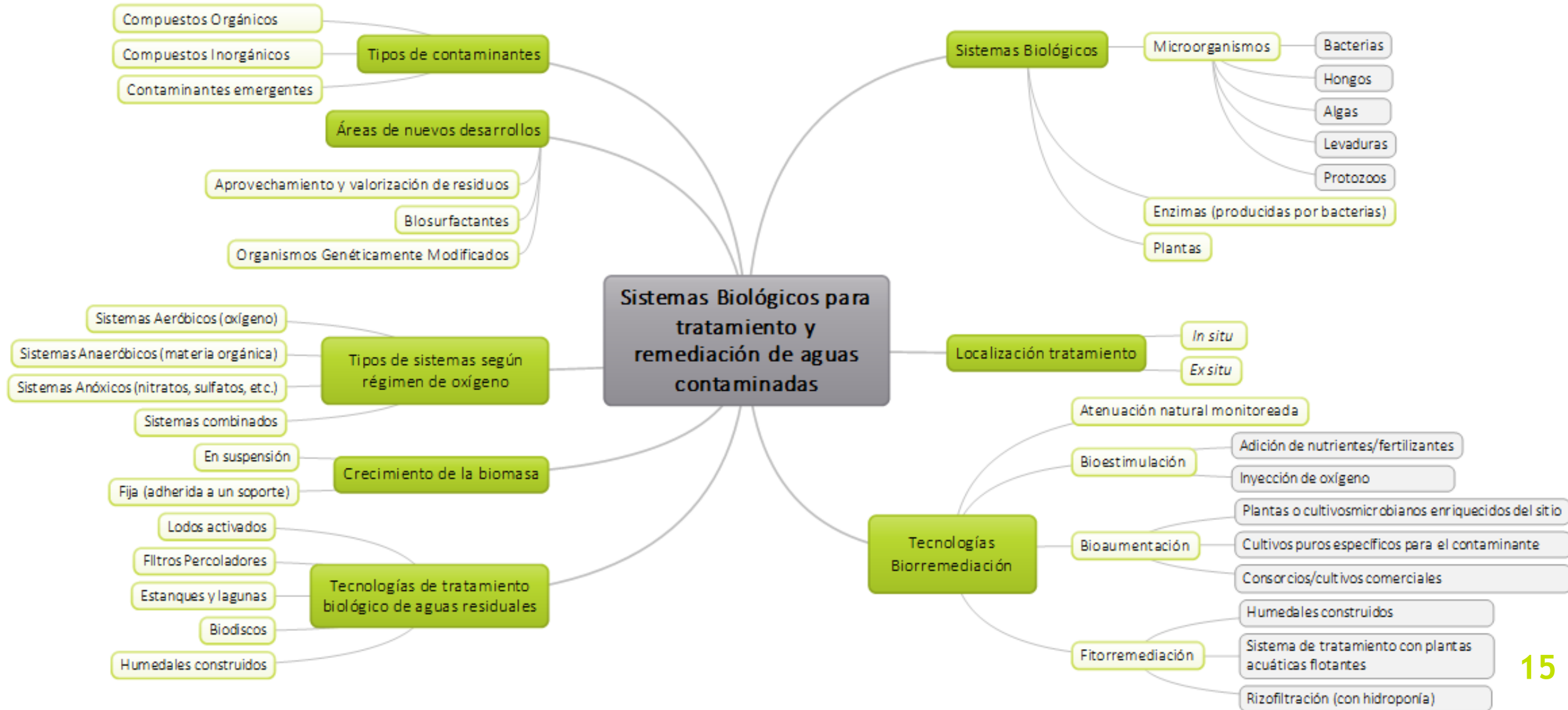
- Los contaminantes producen efectos adversos sobre los ecosistemas y la salud humana y disminuye la calidad de vida.
- Garantizar el derecho a un ambiente sano (Art. 79 Constitución Política de Colombia).
- Garantizar el acceso al saneamiento básico.
- Incremento en la inversión social en salud a causa de la contaminación.
- Realizar tratamiento de aguas residuales (industriales y domésticas) cumpliendo parámetros de regulaciones ambientales.
- Cumplimiento de normatividad de vertimientos de aguas residuales.
- Cuidar imagen corporativa.
- Reducción de costos, generando recuperación y/o valor agregado a residuos.
- Pérdida de espacios para uso productivo, debido a los contaminantes.



## Posibles Soluciones

- ✓ Evitar la contaminación de las aguas a través de políticas y tecnologías preventivas.
- ✓ Aplicar tecnologías de remediación a partir de procesos y sistemas biológicos en conjunto con procesos y tecnologías físico-químicas.
- ✓ Valorizar los residuos que están en las aguas contaminadas (p.e. metales, nutrientes, materia orgánica, etc.)

# MAPA MENTAL - SISTEMAS BIOLÓGICOS - AGUAS

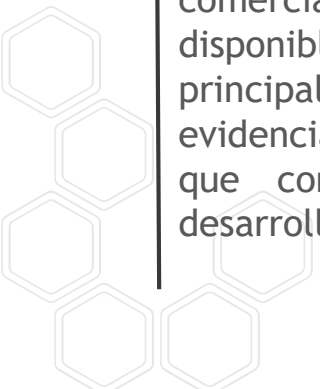




## 2. MERCADO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS



En este capítulo se evidencian aspectos claves del mercado global, haciendo énfasis en el comportamiento comercial a nivel de productos, servicios y tecnologías disponibles en el mercado. Adicionalmente, los principales jugadores del mercado mundial, evidenciando sus productos, aplicaciones y casos reales que comprueban los resultados de este tipo de desarrollos.





# DRIVERS



## Económico

- Menor costo de las tecnologías de biorremediación in situ en relación con otras tecnologías.
- Aumento global de la actividad económica en las economías más desarrolladas del mundo, contando con recursos para actividades de remediación.
- Aumento del PIB per cápita mundialmente, incluso en países en desarrollo, dando un mayor valor a la protección del medio ambiente e incrementando la demanda de servicios y tecnologías ambientales.
- Las tecnologías de biorremediación y tratamiento posibilitan la recuperación de cantidades económicamente viables de los residuos de valor comercial (p.e. metales de minería, nutrientes, materia orgánica).
- Posibilidad de recuperación de sitios industriales abandonados, para nuevos desarrollos urbanísticos o industriales.



## Político y Social

- Creciente acceso y uso de información histórica y en tiempo real por consumidores, lo que lleva a una mayor conciencia y comprensión de los problemas ambientales lo cual incrementa la demanda de productos o servicios de empresas con prácticas ecológicamente racionales.
- El crecimiento demográfico y el aumento de la urbanización, hacen que se requiera recuperar zonas inhabilitadas por contaminación.
- Aumento de la claridad con respecto a la estructura legal y regulatoria aplicada a la remediación ambiental y al tratamiento de aguas residuales en muchas de las economías emergentes. Normatividad estricta en países desarrollados.
- Preocupación pública en torno a los derrames de petróleo.



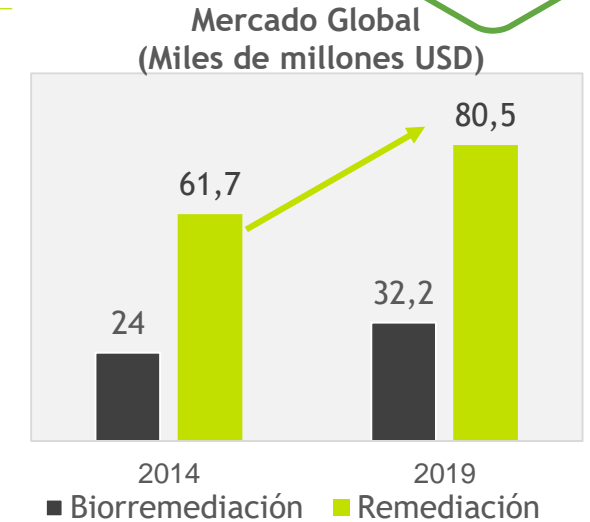
## Tecnológico

- Aumento continuo de investigación y desarrollo de tecnologías de remediación y tratamiento de aguas, sostenibles.
- Desarrollo rápido, en las economías emergentes, de los conocimientos técnicos necesarios para aplicar de manera efectiva y adecuadamente los diversos métodos de recuperación.

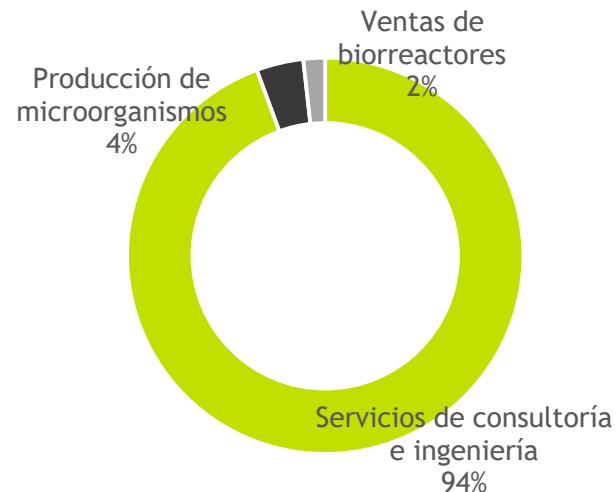
# CRECIMIENTO DEL MERCADO-BIORREMEDIACIÓN

- ✓ América del Norte es el mayor mercado para los servicios de remediación seguido de cerca por Europa, debido a las estrictas políticas de protección ambiental y reglamentos, así como vertidos accidentales de petróleo.
- ✓ Estados Unidos es un mercado maduro, de crecimiento lento, y fragmentado entre un gran número de proveedores y un gran número de tecnologías de la competencia.
- ✓ Las economías emergentes como el sudeste de Asia, América Latina y Oriente Medio serán los mercados de biorremediación con mayor crecimiento, debido al aumento en el ingreso per cápita, en la industria y las crecientes preocupaciones de seguridad y protección del medio ambiente en estas regiones. China será el mercado con mayor crecimiento.
- ✓ Las nuevas tecnologías de biorremediación como bio-aumentación y bio-estimulación están ganando mayor aceptación en todo el mundo debido a su capacidad para remediar la contaminación in situ y proporcionar una mayor restauración.
- ✓ La fitorremediación es una tecnología más nueva que ha llamado mucho la atención, pero que ha tardado en penetrar en el mercado.
- ✓ La biorremediación es una industria basada en servicios más que en productos.

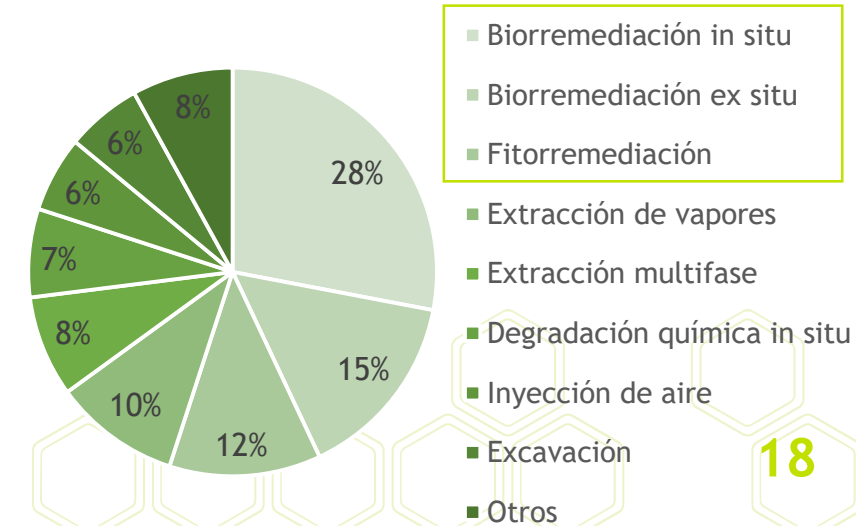
30-50%	5,5%
Representa el mercado de Biorremediación frente al total de Remediación	Tasa de crecimiento anual compuesto 2014-2019 para el mercado global de remediación



Distribución del mercado de servicios y productos de la biorremediación



Tecnologías de remediación utilizadas en la descontaminación de suelos contaminados y aguas subterráneas.



Información y gráficos elaborados a partir de: BCC Research (2015); Energy Alternatives India (2016); Fingerman (2016); Hazmat Management Magazine (2016); Pandey et al., (2009); The Scientist Magazine (1995); Transparency Market Research (2013).

# POSIBLES SOLUCIONES BIORREMEDIACIÓN

## TIPOLOGÍA//

## DESCRIPCIÓN//

## TECNOLOGÍAS//

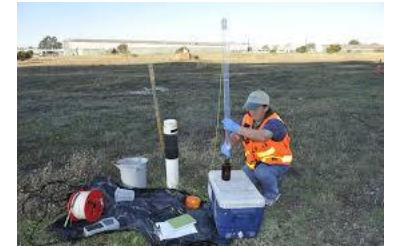
### *Atenuación natural monitorizada (MNA)*

Conjunto de procesos fisicoquímicos y biológicos, producidos de forma natural en aguas y que conducen sin intervención humana, a la reducción de masa, toxicidad, movilidad, volumen o concentración de los contaminantes.

Es un método de largo plazo y bajos costos e impactos.

Establecimiento de una red de control y recogida de gran número de datos para:

- Determinar tasas de atenuación.
- Modelar fenómenos que afectan los contaminantes.
- Estimar la capacidad de recuperación.
- Evaluar riesgos de exposición.



### *Biorremediación mejorada:*

- *Bioestimulación*
- *Bioaumentación*

**Bioestimulación:** adición de oxígeno y/o nutrientes para potenciar la actividad metabólica de la microbiota degradadora autóctona.

**Bioaumentación:** adición de microorganismos degradadores exógenos cuando la proporción de la microbiota degradadora autóctona es muy reducida.

- Inyección de aire o peróxido de hidrógeno.
- Utilización de consorcios de microorganismos específicos para el tipo de contaminante.
- Utilización de microorganismos modificados genéticamente.

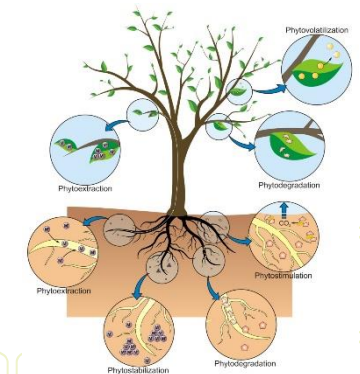


[misuelo-contaminado-biorremediacion.blogspot.com.co/](http://misuelo-contaminado-biorremediacion.blogspot.com.co/)

### *Fitorremediación*

Proceso para tratar y remediar los daños ambientales de las aguas superficiales o subterráneas, a través del uso de las plantas. Se puede emplear como método de control y contención, o para la eliminación de los contaminantes. Las plantas utilizadas son capaces de absorber ciertos metales pesados, COVs, residuos de explosivos, pesticidas, hidrocarburos, radionucleidos, entre otros contaminantes.

- Humedales construidos: simula humedales naturales en tratamiento de aguas.
- Rizofiltración con hidroponía: uso de las raíces.
- Utilización de plantas genéticamente modificadas.



# POSIBLES SOLUCIONES TRATAMIENTO BIOLÓGICO

El tratamiento biológico de aguas residuales es a menudo un proceso de tratamiento secundario, usado para remover los materiales remanentes luego de efectuado un tratamiento primario. En el proceso de tratamiento primario del agua, se eliminan de las aguas residuales los sedimentos o sustancias pesadas, como el aceite.

## TIPOLOGÍA//

## DESCRIPCIÓN//

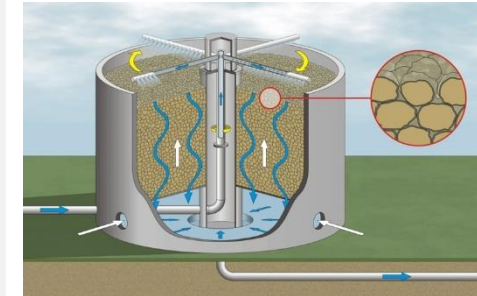
## TECNOLOGÍAS//

### Tratamientos Aerobios

Tratamiento de las aguas contaminadas que se hace en presencia de oxígeno. La calidad del agua tratada es superior al efluente con tratamiento anaerobio.

Se obtienen rendimientos energéticos elevados y una importante generación de lodos, debido al alto crecimiento de las bacterias en condiciones aerobias. Estos lodos resultantes deben a su vez ser tratados previamente a su disposición final, lo cual implica costos adicionales.

- Lodos activados (diversas variantes)
- Filtro percolador (varias tasas de carga)
- Discos biológicos rotatorios
- Filtro sumergido



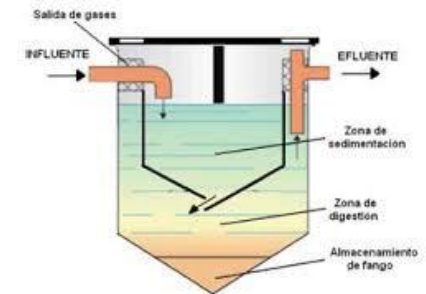
[www.gunt2e.de/s5060\\_1.php?p1=&p2=&pN=](http://www.gunt2e.de/s5060_1.php?p1=&p2=&pN=)

### Tratamientos Anaerobios

Procesos mediante los cuales los microorganismos descomponen el material biodegradable en ausencia de oxígeno. Puede servir para procesar una amplia gama de materia orgánica, desde restos de comida y pasto hasta desperdicios de papel y residuos animales.

El proceso genera poca cantidad de lodos y produce biogás (principalmente metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)) que se puede convertir en energía eléctrica y térmica.

- Fosa séptica
- Tanque Imhoff
- Contacto anaerobio
- Filtro anaerobio
- Reactor de lecho de lodos (USAB)
- Reactor de lecho expandido/fluidificado

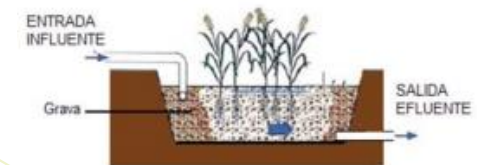


[www.palencia21rural.com](http://www.palencia21rural.com)

### Sistemas naturales construidos

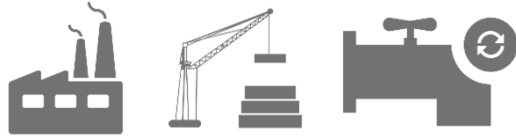
Sistemas que aprovechan las transformaciones que se llevan a cabo en el medio natural, buscando incrementar su capacidad de tratamiento en unidades de proceso controladas.

- Sistemas lagunares (diversas variantes)
- Humedales (wetlands)
- Ecurrimiento/infiltración en el terreno (descargas directas al suelo)



[www.palencia21rural.com](http://www.palencia21rural.com)

# PERFILES DE USUARIOS



## Sector Productivo/Industrial

La mayor demanda de servicios de remediación y tratamiento de aguas es generada por las empresas que buscan:

1. Cumplir regulaciones ambientales
  2. Limpiar voluntariamente sitios como una parte de su modelo de negocio, para atraer a una base de clientes más consciente del medio ambiente.
- ✓ Empresas que busquen sistemas y estrategias para el aprovechamiento de los residuos presentes en las aguas residuales generadas, como materia prima, generación de energía, recuperación de nutrientes, etc.



## Sector público y gubernamental

- ✓ Gobiernos locales y centrales que asignan presupuesto para la construcción, operación, mantenimiento y optimización de sistemas para el tratamiento de aguas residuales y la limpieza de sitios contaminados, como el saneamiento de los cuerpos de agua.
- ✓ El Departamento de Defensa, para la remediación de sitios contaminados producto de actividades como: operaciones militares industriales, suministro, transporte y almacenamiento de combustibles, mantenimiento y limpieza de aeronaves y vehículos, uso de municiones, uso táctico de herbicidas y pesticidas , etc.



## Empresas de Servicios Públicos de Alcantarillado

- ✓ Empresas que prestan el Servicio Público de acueducto y alcantarillado.

# REFERENTES BIORREMEDIACIÓN

## Servicios de consultoría e ingeniería



### ENTIDAD

#### CH2M

Empresa de ingeniería global que ofrece servicios de consultoría, diseño, construcción y operaciones de servicios de remediación, para las empresas y gobiernos federales, estatales y locales. La sede de la empresa se encuentra en Englewood, Colorado. A diciembre de 2013, CH2M contaba con aproximadamente 26.000 empleados y 2013 los ingresos ascendieron a \$5.88 mil millones.

*Estados Unidos*

<https://www.ch2m.com/what-we-do/environment/site-remediation-revitalization>



### PRODUCTO/SERVICIO

- Caracterización del sitio e investigación.
- Plan de remediación.
- Construcción de remediación.
- Operaciones y mantenimiento, optimización de procesos de recuperación.
- Seguimiento a largo plazo.
- Gestión, manipulación, tratamiento, envasado, transporte y disposición de residuos peligrosos incluidos los residuos tóxicos, radiactivos y residuos radiactivos mezclados, incluyendo combustible nuclear gastado.
- Clausura del lugar teniendo en cuenta las necesidades futuras de uso del suelo.



#### SEVENSON ENVIRONMENTAL SERVICES, INC.

Proporciona una amplia gama de servicios de remediación para la limpieza de sitios contaminados por materiales peligrosos. Entre sus clientes se incluyen grandes empresas industriales y agencias federales y estatales en el territorio continental de Estados Unidos, Canadá y Puerto Rico. Tiene su sede en Niagara Falls, Nueva York, con oficinas adicionales en Pittsburgh y Filadelfia, Pensilvania; y Chicago, Illinois.

*Estados Unidos*

<http://www.severson.com/>



- Biorremediación.
- Otras tecnologías de remediación como: excavación y movimiento de tierras; manipulación, procesamiento y tratamiento de materiales HTRW (Hazardous, Toxic and Radioactive Waste); dragado, deshidratación y reducción de volumen; remediación de sedimentos; sistemas temporales y móviles de tratamiento de aguas; solidificación de lodos y estabilización de suelos; instalaciones de descontaminación;
- Posee, diseña, fabrica y opera una flota de equipos, sistemas y vehículos convencionales y especializados que utiliza en sus operaciones de remediación.

# REFERENTES BIORREMEDIACIÓN

## ENTIDAD

### BIOPLANTA

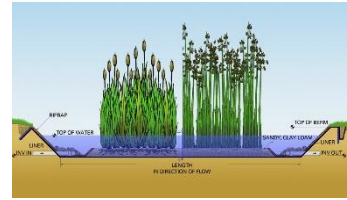
Ofrece productos y servicios de tratamiento biológico de suelos y agua contaminados, por las industrias mineras, agrícolas y otras en todo el mundo. Con varias patentes a nombre de la empresa, BioPlanta mantiene un fuerte enfoque en la investigación y desarrollo e innovación. La tecnología de BioPlanta se ha aplicado para limpiar el agua contaminada de las industrias mineras de Chile y Perú, para el tratamiento de residuos industriales en México y para el tratamiento con humedales construidos para contaminantes en Hungría.

Alemania - Leipzig

<http://www.bioplanta-leipzig.de/es/>

### Fitorremediación

BioPlanta



## PRODUCTO/SERVICIO

- Diseña e implementa plantas para el tratamiento de aguas de diferentes orígenes (residuales, subterráneas, mineras, infiltración de rellenos sanitarios, superficiales) y con diferentes cargas contaminantes. BioPlanta posee especiales conocimientos técnicos en el diseño y funcionamiento de sistemas de humedales construidos, con aplicación especial como:

- Higienización de aguas residuales
- Remoción de metales pesados
- Degradación de componentes explosivos

### Productos para biorremediación

Altogen  
Labs

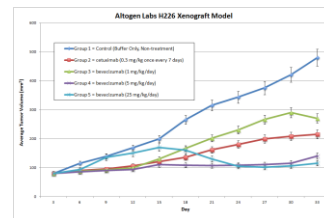
Bioremediation Services

### ALTOGEN LABS

Es un laboratorio que proporciona servicios de investigación de biotecnología para la industria farmacéutica, la biotecnología y las instituciones académicas de todo el mundo. (Investigación por Contrato).

Estados Unidos- Austin, TX

[www.altogenlabs.com](http://www.altogenlabs.com)



Altogen laboratorios desarrolla cepas bacterianas específicas para el sitio con fines de biorremediación. La compañía tiene la patente de los métodos de aislamiento y selección de bacterias adecuadas para cada sitio de remediación, aplicables en:

- Derrames de petróleo
- Derrames de productos químicos orgánicos persistentes incluidos los hidrocarburos aromáticos policíclicos, pesticidas, herbicidas y otros desechos industriales y químicos.

# REFERENTES BIORREMEDIACIÓN LATINOAMÉRICA

## Empresas Latinoamericanas

### ENTIDAD

### PRODUCTO/SERVICIO



#### AMBIOTEK SPA

Es una spin off de la Universidad Santiago de Chile (USACH), desarrolla y comercializa soluciones ambientales para la remediación y revalorización de pasivos ambientales de actividades industriales, enfocados principalmente en la minería del cobre. Nace a inicios del 2011, como empresa para capitalizar los resultados alcanzados por los proyectos de I+D fitotecnológica realizados por la USACH con CODELCO.

[http://universidadfriky.com/ambiotek/?page\\_id=51](http://universidadfriky.com/ambiotek/?page_id=51)



- Tratamiento de Riles (Residuos Industriales Líquidos) mineros.
- Estabilización de tranques de relaves y superficies impactadas por faenas mineras.
- Recuperación de metales a partir de efluentes de la minería y relaves (relave es un conjunto de desechos tóxicos de procesos mineros de la concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales sin valor comercial).



#### ANGEL AMBIENTAL

Es un proveedor de servicios de remediación ambiental de sitios contaminados en Brasil. Asociada con INOGEN Environmental Alliance (Asociación de Empresas de Consultoría Global en el Medio Ambiente), mantiene acuerdos de cooperación técnica con empresas líderes en sus respectivos países (EEUU, Asia, Europa), y opera a través de América para asistir a las empresas brasileñas y multinacionales extranjeras.

<http://www.angelambiental.com.br/>



- Investigación y evaluación ambiental preliminar y detallada
- Evaluación de riesgos para la salud humana
- Diseño e implementación de acciones de emergencia
- Remediación (Diseño, implementación y operación de Ingeniería)
- Prestación de servicios para la recuperación de zonas industriales abandonadas y la remediación automatizada de los sitios con suelos y aguas subterráneas contaminadas.



# REFERENTES TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

## ENTIDAD



### VEOLIA

En todos los continentes, Veolia acompaña a las entidades públicas y empresas industriales a gestionar, optimizar y valorizar sus recursos en forma de agua, energía y materiales, en especial a partir de residuos, proporcionando soluciones de economía circular.

Tiene presencia en Colombia hace 18 años.

Origen: Francia. Presencia multinacional.

<http://www.veolia.com.co/>



## PRODUCTO/SERVICIO

- Gestión del agua: soluciones móviles o fijas de tratamiento de agua y lodos; realización de estudios sobre el verdadero costo del agua; cálculo de la huella hídrica en distintos proyectos; diseño de alternativas eficientes y económicas. Tratamiento, reciclaje, recuperación y transformación de los residuos, y optimización y recuperación energética de los procesos.
- Gestión de residuos
- Gestión de energía



### SUEZ ENVIRONNEMENT

Empresa de servicios francesa que opera principalmente en los sectores de tratamiento de aguas y la gestión de residuos.

Origen: Francia. Presencia multinacional.

<http://www.suez-environnement.com/>



- Producción y distribución de agua potable
- El tratamiento de agua residual
- Diseño y fabricación de plantas de depuración de aguas.
- Gestión de agua residual doméstica e industrial
- Plantas desalinizadoras de agua.



### DEGREMONT

Es una empresa especializada en la producción de agua potable, y en el tratamiento de aguas residuales y lodos. Es una filial de Suez Environment.

Origen: Francia. Presencia multinacional.

<http://www.degremont.com/>



En la unidad de negocio de gestión de agua se ofertan los siguientes servicios para aguas municipales y de diversos tipos de industrias:

- Producción de agua potable.
- Producción de agua dulce a partir de agua salada.
- Reciclaje de agua residual.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Tratamiento de lodos.

# REFERENTES TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

## ENTIDAD

### AECOM

Es una empresa de ingeniería multinacional con sede en Estados Unidos que ofrece diseño, consultoría, construcción y servicios de gestión a una amplia gama de clientes. Tiene presencia en Colombia hace 12 años, participando en proyectos como el mejoramiento de las condiciones de navegación fluvial del río Magdalena, el corredor ferroviario Buga Buenaventura, el reasentamiento de la población de Gramalote.

Estados Unidos

<http://www.aecom.com/>




## PRODUCTO/SERVICIO

Algunos de los servicios relacionados con la gestión del agua son:

- Gestión de los recursos hídricos y servicios de ingeniería hidráulica
- Servicios de diseño de presas y la energía hidráulica e ingeniería
- Servicios ambientales, incluidas las evaluaciones de impacto, debida diligencia y remediación.

### ARCADIS

Es una empresa global de diseño, ingeniería y consultoría.

Origen: Países Bajos. Presencia multinacional.

<https://www.arcadis.com>




En la unidad de negocio de suministro y tratamiento de agua se ofertan los siguientes servicios:

- Sistemas de Suministro y Tratamiento
- Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales
- Desalación y Reutilización

### ATKINS

Empresa multinacional de ingeniería y consultoría, diseño, planificación, diseño de arquitectura, gestión de proyectos. Ofrece diseño y servicios relacionados con gestión del agua a través de la construcción e incorporación de una amplia gama de tecnologías innovadoras y procesos avanzados.

Origen: Reino Unido. Presencia multinacional.

<http://www.atkinsglobal.com/>




En la unidad de negocio de gestión de agua se ofertan los siguientes servicios

- Plantas de tratamiento.
- Infraestructura de servicios públicos de agua
- Tuberías.
- Estaciones de bombeo.
- Hidrogeología.

# RESUMEN PRODUCTOS Y SERVICIOS BIORREMEDIACIÓN



## PRINCIPALES HALLAZGOS

- Consultoría y servicios de ingeniería para implementar las tecnologías biorremediación (*in situ/ex situ*) y de tratamiento.
- Oferta de productos/equipos para mejorar la biorremediación a través de bioestimulación y bioaumentación.
- Empresas que ofertan tanto servicios de **remediación físico-química/térmica** como  **biorremediación**.
- **Hibridación de tecnologías** para el tratamiento de aguas contaminadas (físico-químicos / biorremediación aerobia/ anaerobia/ Fitorremediación)

- **Asesoría y diseño** de sistemas o estrategias de tratamiento a la medida.
- **Implementación y operación** de las tecnologías de remediación.
- **Medición y evaluación** analítica de parámetros del sistema.
- **Ajuste de las tasas de dosificación** de los productos aplicados.
- **Instalación y mantenimiento** de la tecnología de medición y control.
- **El seguimiento de la eficiencia del sistema.**
- **Modelamiento** para optimizar y reducir el riesgo.



Servicios

- **Mejorar biorremediación aerobia:** Compuestos liberadores prolongados de oxígeno (ej: peróxido de calcio, de hidrógeno)
- **Mejorar biorremediación anaerobia:** sustratos como: acetato y lactato, aceites comestibles, polímeros, ácido láctico etc.
- **Productos que ayudan a atrapar y promueven la biodegradación** de los contaminantes (p.e: partículas de carbón activado)
- **Consortios microbianos enriquecidos**, específicos para el tipo de contaminante.
- **Macro y micronutrientes.**
- **Biotensoactivos / biosurfactantes.**



Productos

- **Plantas de tratamiento para aguas residuales y aguas subterráneas** contaminadas, basadas en:
  - **Algas** (producción de energía y fertilizantes)
  - **Plantas:** bambú, arénquimas, vetiver
  - **Humedales construidos**
  - **Hibridación:** tratamiento químico (pretratamiento) / biológico.
- **Dispositivos liberadores de oxígeno.**
- **Equipos para suministro constante de productos de biorremediación y recirculación de aguas.**



Sistemas y equipos

# CASOS REALES



## Victoria-State Government

### Limpiar con biomasa de algas y añadir valor

El Departamento de Medio Ambiente e Industrias Primarias (DEPI), responsable de la supervisión gubernamental de la industria lechera del estado, estaba interesado en la investigación de formas de gestionar de manera más responsable los efluentes de la industria productora de lácteos (estiércol de vaca y otros residuos). Año 2012.

Victoria-Australia

<http://www.business.vic.gov.au/case-studies/keeping-it-clean-using-algae-for-dairy-washdown>



## PROBLEMA

Alrededor de 4500 granjas lecheras en Victoria. Juntas produjeron cerca de seis millones de litros de leche de un millón de vacas en 2010-11, (equivalente a 2.400 piscinas olímpicas). Victoria produce alrededor del 86 por ciento de las exportaciones de productos lácteos de Australia.

**Problemas:** calidad del agua y cantidad de nutrientes de los efluentes de las granjas.

## TECNOLOGÍA APLICADA

Se construyó un sistema a gran escala (producción de algas, tratamiento de agua y digestor anaerobio) en las instalaciones de la granja investigación de productos lácteos Ellinbank (Ellinbank Dairy Research Farm), demostrando su potencial comercial (validación de concepto).

Ahora poseen un producto modular que se está implementando, con planes de expansión.



Las algas eliminan todos los contaminantes de las aguas residuales. Se produce una biomasa de algas muy densa y una corriente de agua que puede ser reciclado para la irrigación o cualquier otro uso en la granja. La biomasa de algas se recoge después en una forma concentrada, se pone en un sistema de digestor que descompone las algas y la convierte en gas metano para ser utilizado como una fuente de energía renovable.

“La limpieza del agua era el objetivo principal, pero se puede **agregar valor para los agricultores**, y eso es lo que hemos sido capaces de hacer”

Ayal Marek, Algae Enterprises

El coste total del proyecto es de \$2,8 millones (dólares australianos), durante 2 años.

# CASOS REALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL LITORAL  
SANTA FE, ARGENTINA

## Wetlands construidos para tratamiento de efluentes de industrias metalúrgicas. (Año 2013)

Estudio a escala real durante 3 años. Se diseñaron dos humedales para tratar efluentes de la industria de cromado junto con efluente cloacal, con 80% de su superficie cubierta de la especie vegetal *Typha domingensis*.  
Santa Fé Argentina

[http://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04\\_025/papers/07e/07e\\_1532\\_848.pdf](http://www.aaiq.org.ar/SCongresos/docs/04_025/papers/07e/07e_1532_848.pdf)

### PROBLEMA

La movilización de metales pesados por el hombre a través de la extracción de los minerales y el procesamiento para diferentes aplicaciones ha dado lugar a la liberación de estos elementos en el medio ambiente. Como los metales pesados son no biodegradables, se acumulan en el medio ambiente y, posteriormente, contaminan la cadena alimentaria. Esta contaminación supone un riesgo para la salud humana y del medio ambiente.

### RESULTADOS

- Los metales y el fósforo fueron removidos eficientemente en los humedales construidos, quedando retenidos tanto en sedimento como en tejido vegetal.
- Los humedales estudiados serían altamente eficientes en cuanto a la retención de los tres metales: Cr, Ni y Zn.



La fitorremediación de metales pesados se basa en plantas hiperacumuladoras (concentración del metal en la parte cosechable).

### POSIBLE VALOR AGREGADO

- Los metales absorbidos por las plantas, pueden ser extraídos de la biomasa cosechada y después ser reciclados.
- La biomasa generada puede utilizarse como fuente de energía.
- El enriquecimiento de la dieta con oligoelementos como el zinc, el hierro y el selenio en las partes comestibles de plantas puede tener aplicación como suplementos en la alimentación o como biofertilizantes (compostaje).

CASO DE APLICACIÓN  
PARA SUELOS

PHYTO2ENERGY

<http://www.phyto2energy.eu/>

# CASOS REALES



## Remediación de BTEX en Toronto

Utilización de tecnologías químicas y biológicas usadas secuencialmente para la remediación de suelos y aguas de un terreno en el que existió una estación de servicio de gasolina.

Toronto-Canadá.

<http://irsl.ca/wp-content/uploads/2014/09/IRSL-case-study-11-btex-phc-f1-f2-f3-toronto.pdf>

**Cliente:** minorista nacional

**Duración:** 1,5 años

**Lugar:** Toronto, Ontario, Canadá

**Geología:** arena limosa, acuífero altamente heterogéneo

**Tamaño Pluma:** Aprox. 170 m<sup>2</sup>

**Valor del proyecto:** \$243.000 dólares canadienses.

### PROBLEMA

Durante la clausura de una estación de servicio, en una zona altamente poblada en Toronto, fueron descubiertos en el suelo y las aguas subterráneas hidrocarburos de petróleo, en forma de gasolina.

Contaminantes:

- **BTEX:** benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos.
- **Fracciones de hidrocarburos** de petróleo F1, F2 y F3.

### TECNOLOGÍAS APLICADAS

InSitu Remediation Services Limited, intervino el sitio y utilizó las siguientes tecnologías de forma secuencial:

1. **Aplicación de surfactantes**
2. **Oxidación química**
3. **Biorremediación aeróbica:** se añadió oxígeno al acuífero mediante dos métodos: Químicamente usando materiales de liberación de oxígeno; y directamente, usando un equipo especializado.

### RESULTADOS

- Aumentó el oxígeno disuelto en 500%, en relación con la concentración original.
- La masa de hidrocarburos de petróleo disminuyó.
- Las concentraciones de contaminantes en agua y suelos disminuyeron, y para el momento del estudio se esperaba una alineación con los indicadores del Ministerio de Ambiente en un plazo de 1,25 años.



# PARA TENER EN CUENTA

- **Economías desarrolladas impulsan las tecnologías de remediación.** Las economías más desarrolladas del mundo han sido los mayores impulsores de los mercados de tecnologías de remediación y seguirá siendo fuerte el avance, exhibiendo un crecimiento lento a moderado. En las economías emergentes, es poco probable que el tamaño total de los mercados supere a los de las naciones más desarrolladas, en el futuro cercano, pero su importancia proporcional aumentará a medida que crece comparativamente su riqueza en los próximos años y décadas.
- **Tecnologías de remediación sostenibles.** Actualmente una de las áreas más activas de la industria de la remediación en términos de interés de los clientes, la política pública, y el interés de investigación se relaciona con el auge de las tecnologías de remediación sostenibles.
- **Interés en métodos in situ.** Disminución de la popularidad de las tecnologías ex situ, tales como la excavación y la incineración, y una mayor preferencia del uso de métodos in situ menos impactantes.
- **Las tecnologías de remediación se emplean en conjunto con procesos biológicos y tecnologías físico-químicas.** Tanto en el tratamiento de aguas residuales como en la remediación de aguas contaminadas, se utiliza la combinación de tecnologías biológicas y fisicoquímicas. Así mismo, en el tratamiento de aguas residuales, una combinación de sistemas anaerobios con sistemas aerobios disminuye los costos de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento, al reducir el consumo de energía y la producción de lodos.
- **Valorización de residuos.** Existe un cambio de paradigma a nivel mundial del tratamiento de aguas residuales hacia aprovechamiento y valorización de los residuos existentes en ellas. Las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden convertirse en centros de recuperación de recursos (por ejemplo: energía, fertilizantes, metales, etc.).

# REFERENCIAS

- BCC Research. (2015). BCC -Global Markets for Environmental Remediation Technologies - REPORT HIGHLIGHTS. Recuperado el 21 de junio de 2016 de: <http://www.bccresearch.com/marketresearch/environmentalremediationtechnologiesmarketsreportenv006b.html>
- Energy Alternatives India (EAI). (2016). Attractive Product & Business Opportunities in Bioremediation. Recuperado el 21 de junio de 2016 de: <http://www.consult.eai.in/bioremediation/>
- Garbisu, C., Amézaga, I. y Alkorta, I. 2002. Biorremediación y Ecología. Ecosistemas 2002/3 Recuperado el 19 de junio de 2016 de: <http://www.aet.org/ecosistemas/023/opinion1.htm>
- Fingerman, M. (Ed.). (2016). Bioremediation of aquatic and terrestrial ecosystems. CRC Press.
- Hazmat Management Magazine (2016) Bioremediation Technologies and Services - Outlook for 2016. Recuperado el 22 de junio de 2016 de: <http://www.hazmatmag.com/hazmat/1003273895/1003273895/>
- Noyola, A., Morgan-Sagastume, J. M., & Güèrecu, L. P. (2013). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas. Primera edición. México DF. Universidad Nacional Autónoma de México.
- San Martín, Y. B. (2011). Biorremediación: una herramienta para el saneamiento de ecosistemas marinos contaminados con petróleo. Biotecnología aplicada, 28(2), 60-68.
- The Scientist Magazine (1995). Growing Bioremediation Industry Presents A Potential Boom In Jobs For Life Scientists. Recuperado el 24 de junio de 2016 de: <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/17249/title/Growing-Bioremediation-Industry-Presents-A-Potential-Boom-In-Jobs-For-Life-Scientists/>
- Transparency Market Research (2013). Bioremediation Technologies and Services Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2013 - 2019. Recuperado el 21 de junio de 2016 de: <http://www.transparencymarketresearch.com/bioremediation-technologies-services.html>

## Otras páginas consultadas

- <http://www.frost.com/prod/servlet/market-insight-print.pag?docid=LRAT-4WDREF>
- [http://www.cnrs.fr/mi/IMG/pdf/vuilleumier\\_cnrs\\_100714.pdf](http://www.cnrs.fr/mi/IMG/pdf/vuilleumier_cnrs_100714.pdf)
- <http://www.waterworld.com/articles/2001/03/growth-alert-us-bioremediation-markets.html>
- <http://regenesi.com/site-remediation-solutions/departement-defense/>
- <https://www.environmental-expert.com/soil-groundwater/bioremediation/companies>
- [http://soynewuses.org/wp-content/uploads/44422\\_MOS\\_Bioremediation.pdf](http://soynewuses.org/wp-content/uploads/44422_MOS_Bioremediation.pdf)





# REFERENCIAS

## Páginas de empresas de biorremediación referenciadas

<http://www.chartindustries.com/Industry/Markets-Served/Bioremediation>  
<http://www.peroxychem.com/markets/environment/soil-and-groundwater>  
<http://orinrt.com/remediation-services/>  
<http://www.algaeenterprises.com/wastewater-treatment>  
<http://irsl.ca/>  
<http://regenesi.com/>  
<http://www.etecllc.com/bioremediation-solutions-products.asp>  
<http://www.iveyinternational.com/>  
<http://www.finecon.sk/en/p/Bioremediation-in-water-treatment>  
<http://www.planteco.com/>  
<http://esp.phytorem.com/>  
<http://aguainc.com/how-abis-works/>

## Imágenes tomadas de nounproject.com


- Bacteria by Ilsur Aptukov
- Bacteria by Maurizio Fusillo
- Build by Nicolas Vicent
- Factory by Guillaume Bahri
- Fertilizer by anbileru adaleru
- Gerrymandering By Iconathon, US
- Group by Wilson Joseph
- Institution by Diego Naive
- Mushrooms by Florent
- Process water by Karlos Sara Zuña Soto
- Sprout by Francesca Ameglio
- Tank by Luke Anthony Firth
- User by Wilson Joseph
- Water Treatment Plant By Modik, ES
- Wetland by Dan Hetteix
- [http://www.palencia21rural.com/doc/Manual%20sobre%20depuracion%20en%20la%20provincia%20de%20Palencia%20\(12.11.10\).pdf](http://www.palencia21rural.com/doc/Manual%20sobre%20depuracion%20en%20la%20provincia%20de%20Palencia%20(12.11.10).pdf)



BIOTECNOLOGÍA

# 3.

## MERCADO DE TECNOLOGÍA



En este capítulo se evidencia el comportamiento científico y tecnológico a nivel mundial, las tendencias, tecnologías emergentes y el nivel de madurez de los hallazgos; además, las principales instituciones líderes que pueden apoyar cada área de oportunidad desde el ámbito científico y tecnológico



# TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN

## Remoción y recuperación de nutrientes (fósforo y nitrógeno)

Recuperación de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales para diversos usos:

- Convertir la materia orgánica de las aguas residuales y de lodos, en biocombustibles (bioaceite, biogas) o en fertilizantes.



## Generación de combustibles a partir de Algas

- Aprovechamiento de las aguas residuales ricas en fósforo y nitrógeno para la producción de algas, que a su vez son utilizadas para la generación de biocombustibles o de productos alimenticios.



## Bio/Fitorremediación de Metales pesados

- Utilización de biorremediación y fitorremediación para la remoción de metales pesados.
- Identificar plantas hiperacumuladoras de metales pesados.
- Estudios moleculares para mejorar la eficiencia de la fitorremediación.
- Biosorbentes más eficientes a base de polisacáridos / Biosorbentes de bajo costo.



## Humedales construidos (Wetlands) para tratamiento de aguas

- Uso de humedales construidos (wetlands) para remoción de diversos tipos de contaminantes (incluyendo nutrientes, metales pesados y colorantes).

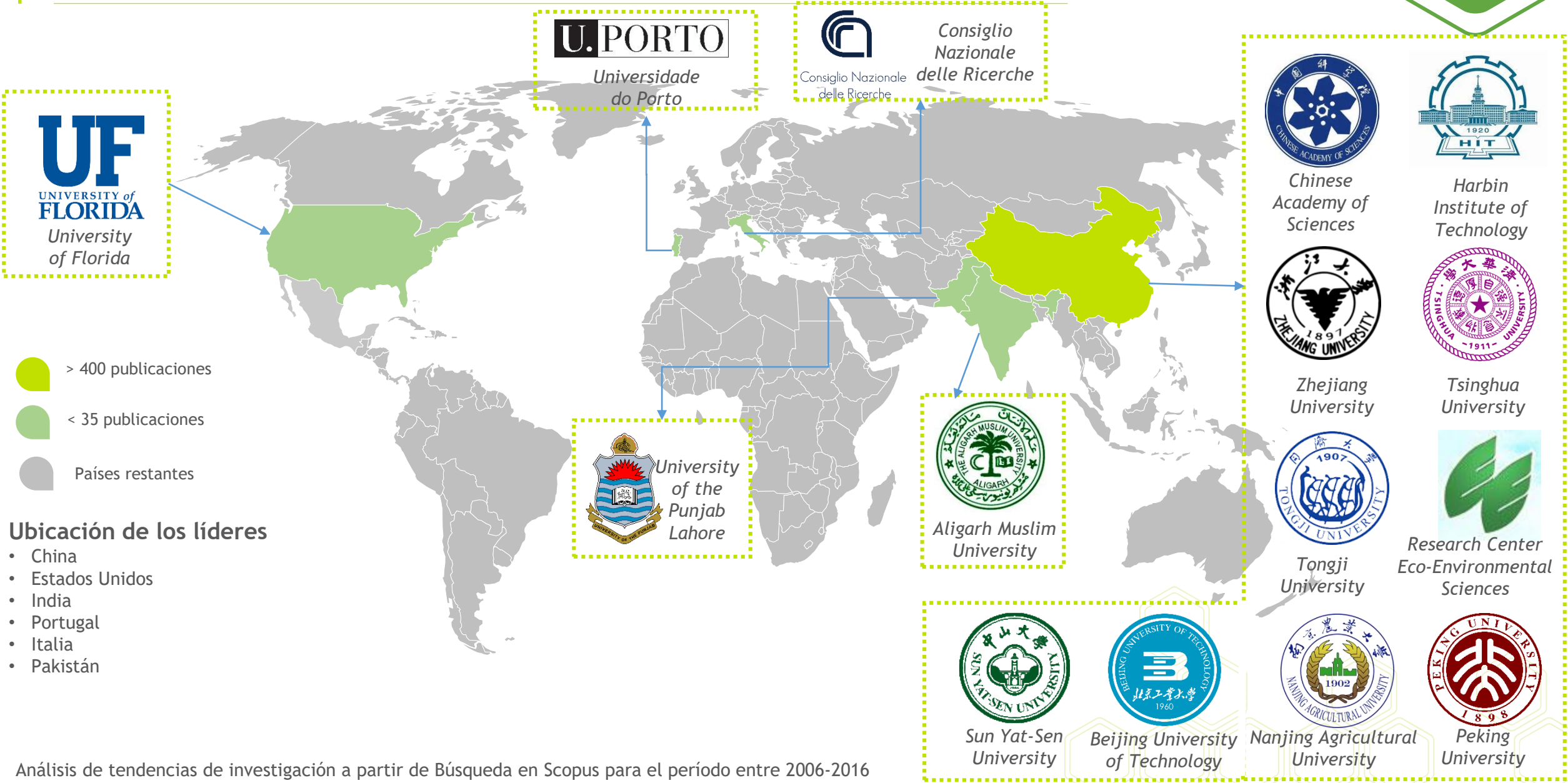


## Bio/Fitorremediación de Colorantes

- Utilización de biorremediación (bacterias, hongos) y de fitorremediación para la remoción de colorantes.
- Bioadsorbentes a partir de residuos agrícolas.



# LÍDERES EN INVESTIGACIÓN



Análisis de tendencias de investigación a partir de Búsqueda en Scopus para el período entre 2006-2016

# LÍDERES EN INVESTIGACIÓN



## **Academia China de las Ciencias**

Es el eje de la campaña de China para explorar e impulsar la alta tecnología y las ciencias naturales, en beneficio de China y el mundo. Consta de 104 institutos de investigación, 12 sucursales académicas, cinco universidades y 11 organizaciones de apoyo en 23 áreas a nivel provincial en todo el país.

Publicaciones relacionadas con la fitorremediación de aguas con metales pesados; remoción de N y P de aguas residuales y subterráneas; Humedales construidos para la remoción de nutrientes.

China

<http://english.cas.cn/>



## **Instituto de Tecnología Harbin**

Es una universidad de investigación. HIT fue el puesto 7 en las mejores universidades del mundo en Ingeniería en 2016. La investigación en el Instituto de Tecnología de Harbin abarca una amplia gama de temas con un fuerte enfoque en ciencias de la ingeniería.

Publicaciones relacionadas con la remoción biológica de nitrógeno de las aguas residuales domésticas; bioestimulación y bioaumentación para tratamiento de aguas residuales.

China

<http://www.hit.edu.cn/>



## **Universidad de Zhejiang**

Es una de las instituciones más antiguas y prestigiosas de China de educación superior. La investigación de la Universidad de Zhejiang abarca 12 disciplinas académicas: agricultura, arte, economía, educación, ingeniería, historia, derecho, literatura, gestión, medicina, ciencias naturales y filosofía.

Publicaciones relacionadas con la remoción biológica de nitrógeno; remoción de metales pesados y nutrientes por fitorremediación.

China

<http://www.zju.edu.cn/english/>

## **Universidad de Oporto**

Es actualmente la mayor universidad portuguesa. Publicaciones relacionadas con: biorremediación de productos farmacéuticos e hidrocarburos; procesos de oxidación biológica y avanzada para el tratamiento de aguas residuales; fitorremediación de metales pesados.

Portugal

[https://sigarra.up.pt/up/pt/web\\_base.gera\\_pagina?p\\_pagina=home](https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=home)

# LÍDERES EN INVESTIGACIÓN LATINOAMÉRICA



Instituto de Ecología A.C.

- Remoción de materia orgánica y nutrientes.
- Fitorremediación.



Instituto Politécnico Nacional.

Otras instituciones:

- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados



Universidad de Buenos Aires

- Fitorremediación.
- Remoción de colorantes y metales pesados con tecnologías biológicas.

Otras instituciones:

- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.



Universidade de São Paulo

- Remoción de metales pesados (minería de cobre) con tecnologías biológicas.
- Bioestimulación de consorcios microbianos.



Universidade Estadual Paulista

- Remoción de colorantes de la industria textil con tecnologías biológicas.

Otras instituciones:

- Universidad Nacional de Pernambuco
- Universidad Federal de Rio de Janeiro

## Ubicación de los líderes

- Brasil
- México
- Argentina

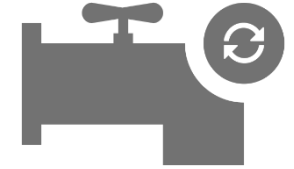
> 10 publicaciones

Países restantes

# TENDENCIAS EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

## Sistemas/dispositivos/ métodos para tratamiento de aguas residuales

- Combinación procesos físico-químicos y biológicos (bio-reactores) así como procesos aerobios y anaerobios.
- Mejoramiento de la eficiencia en la remoción de nutrientes (especialmente nitrógeno).
- Búsqueda de sistemas con bajo costo de operación, eficiente, de menor tamaño, mayor estabilidad y menor consumo energético.
- Humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales.



## Fitorremediación de metales pesados

- Remoción y recuperación de metales pesados (arsénico, plomo, zinc, cadmio, entre otros) a partir de fitorremediación.



## Algas para el tratamiento de aguas residuales

- Biorremediación de aguas residuales a partir de algas.
- Utilización de las algas empleadas en el tratamiento de aguas residuales, para producir biodiesel.

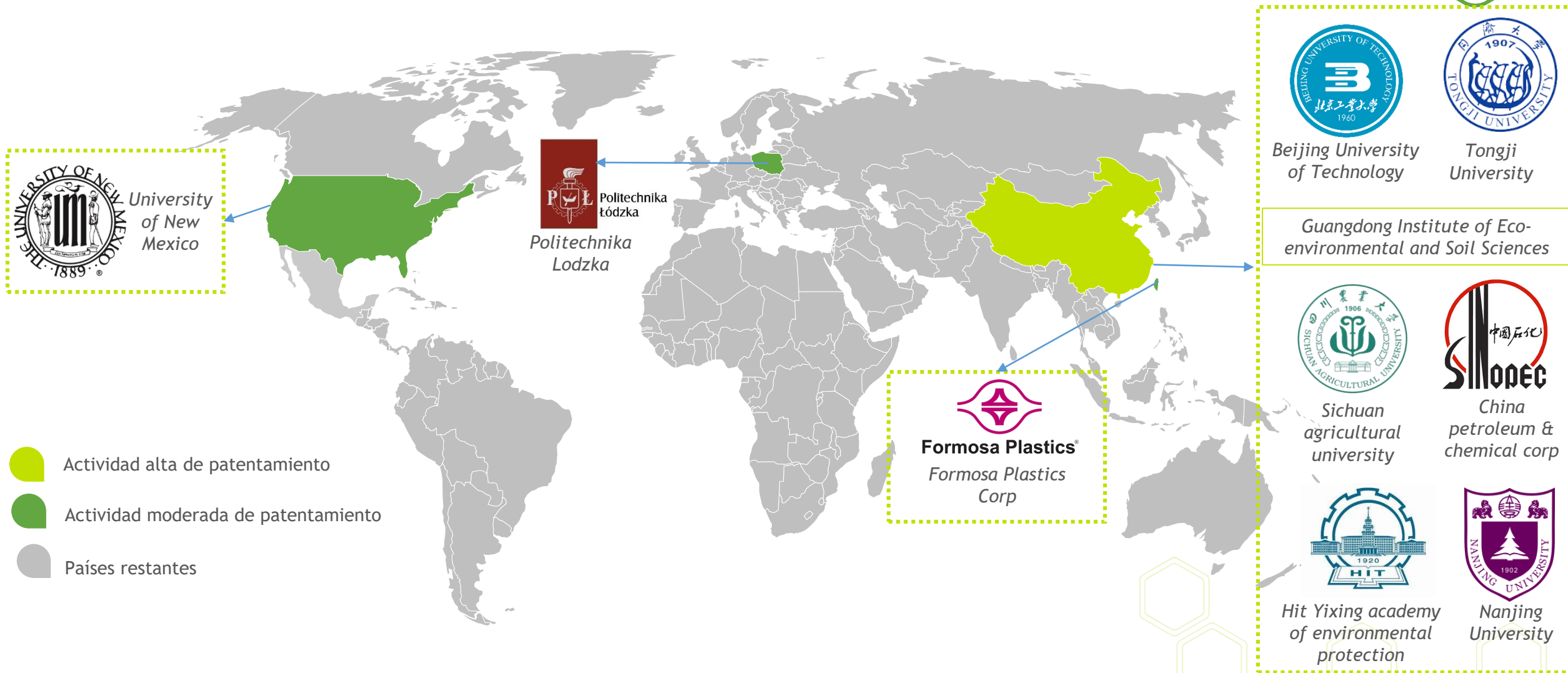


## Bioestimulación y Bioaumentación

- Compuestos/consorcios/cepas microbianas especiales para diferentes tipos de contaminante (nutrientes e hidrocarburos).
- Métodos para bioestimulación con nutrientes.



# LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO





# LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO



## **Universidad de Tecnología Beijing**

Tiene una estructura académica multidisciplinar, ofreciendo una variedad de programas y diversificando la investigación en los campos de la ciencia, ingeniería, economía, administración, humanidades y derecho.

Patentes relacionadas con el desarrollo de dispositivos y métodos de biorremediación de suelos y aguas contaminadas con nitrógeno, fósforo, metales pesados e hidrocarburos.

China

<http://english.bjut.edu.cn/>



## **Universidad de Nanjing**

Es una de las instituciones más antiguas y prestigiosas de educación superior en China.

Patentes relacionadas con sistemas de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales (rurales, industriales).

China

<http://www.nju.edu.cn/english/>



## **China petroleum and chemical corp**

Es el mayor productor y distribuidor de productos refinados de petróleo y productos petroquímicos. También es el segundo mayor productor de petróleo crudo de China. Las patentes están relacionadas con tratamiento biológico de aguas residuales y remediación de suelos contaminados con metales pesados.

China

<http://english.sinopec.com/index.shtml>



## **Formosa Plastics®**

## **Formosa Plastics Corporation**

Es una empresa de plásticos de Taiwán que produce principalmente Policloruro de Vinilo (PVC) resinas y otros productos plásticos intermedios. Patentes relacionadas con biorremediación mejorada (bioestimulación) de suelos y agua subterránea.

Taiwán

<http://www.fpc.com.tw/fpcw/#>



## **University of New Mexico**

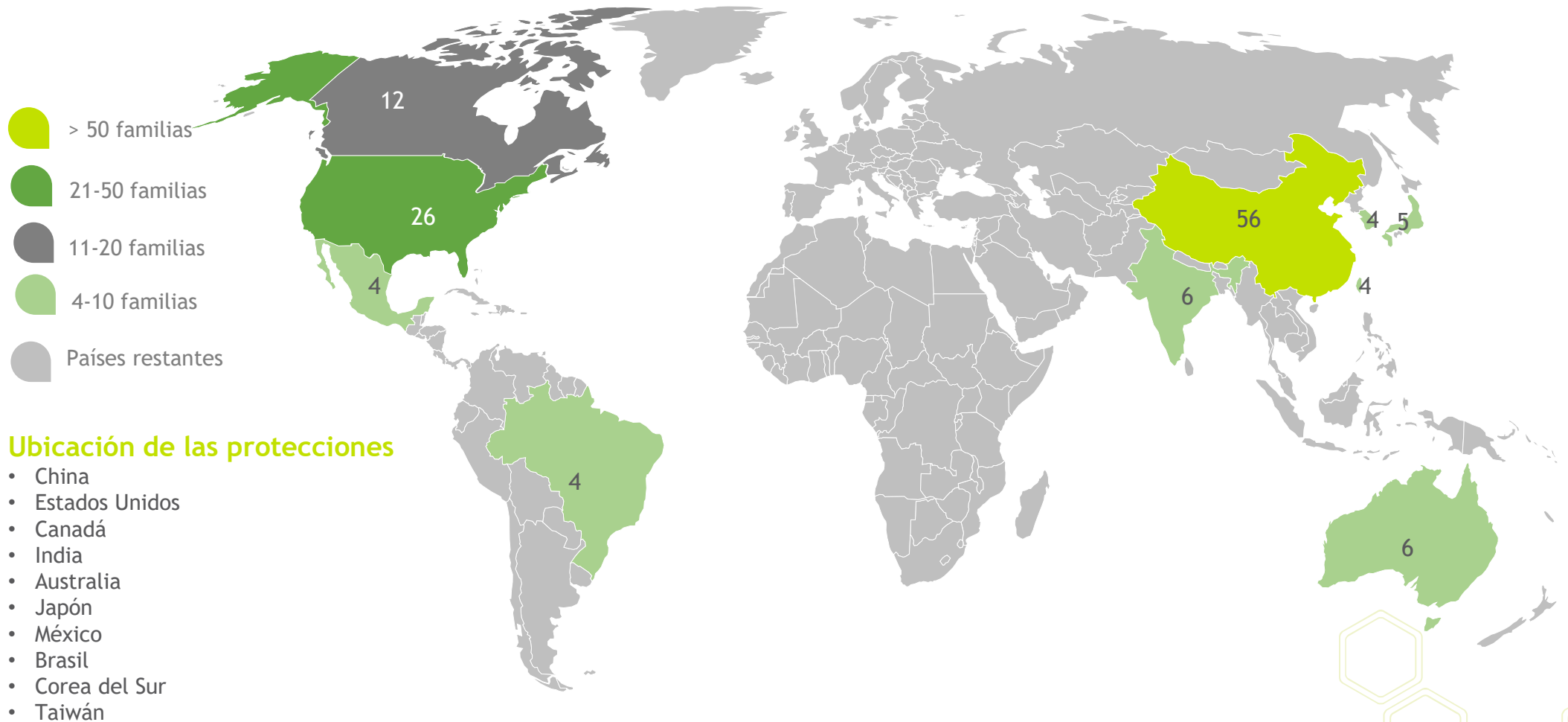
Universidad pública estatal, cuyo campus principal se encuentra en Las Cruces, Nuevo México, Estados Unidos.

Las patentes están relacionadas con producción de algas a partir de aguas residuales y con microorganismos resistentes para el tratamiento de aguas residuales y la recuperación de productos químicos y metales.

Estados Unidos

<https://www.unm.edu/>

# GEOGRAFÍAS DE PROTECCIÓN



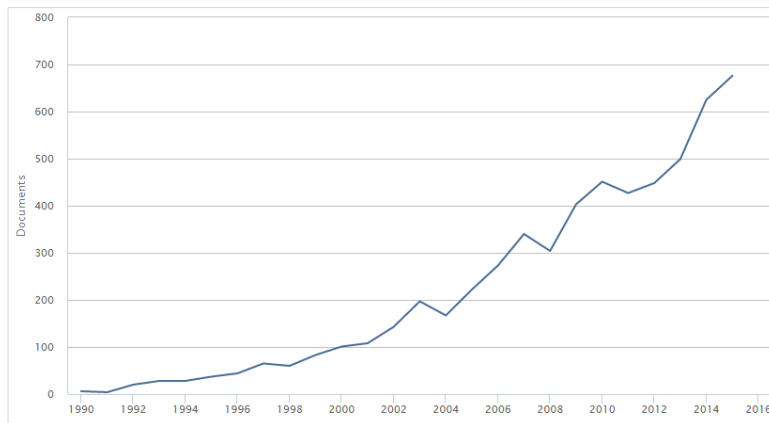
**Familia de patentes:**  
Conjunto de patentes que tienen como base un mismo desarrollo.

22 familias de patentes están protegidas internacionalmente (148 países) según el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)  
12 familias de patentes están protegidas a través de la Oficina Europea de Patentes

# PARA TENER EN CUENTA

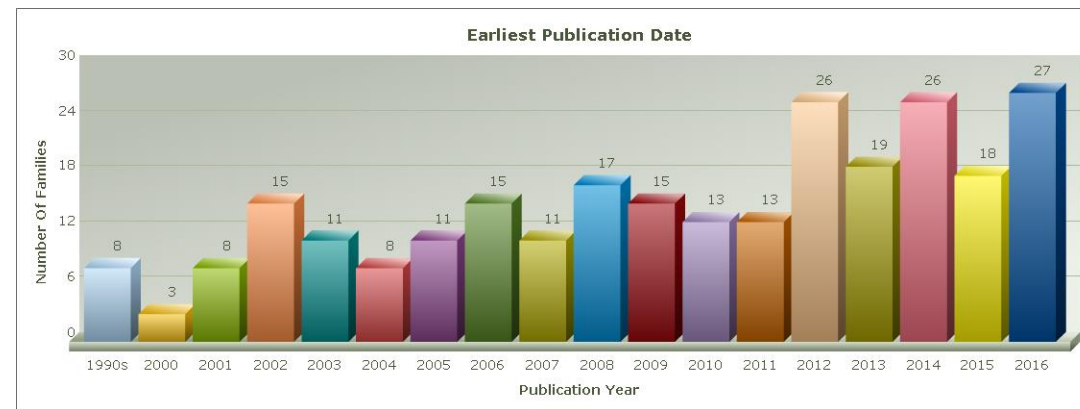
- **Interés en investigación y desarrollo en el tema de biorremediación y tratamiento biológico.** Tanto la cantidad de artículos como de patentes alrededor de los temas de biorremediación y tratamiento biológico de aguas residuales han tenido una tendencia creciente en las últimas dos décadas.

Publicaciones por año (1990-2015)



Fuente: Scopus, 2016

Patentes por año (2000-2016)



Fuente: Patbase, 2016

- **Interés en biorremediación de nutrientes.** La mayor proporción de artículos y patentes está relacionada con la biorremediación de nutrientes (fósforo y potasio), seguido por metales pesados y por último colorantes.

# PARA TENER EN CUENTA

---

- **Eficiencia en remoción de contaminantes.** Se busca mejorar la eficiencia en la remoción de los contaminantes a través de sistemas con bajo costo de operación, menor tamaño, mayor estabilidad y menor consumo energético.
- **Recuperación y valorización de residuos.** Las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden convertirse en centros de recuperación de recursos, por ejemplo a través de sistemas con algas o plantas como fuente de biomasa para la producción de energía.
- **China y Estados Unidos líderes en investigación y desarrollo.** La mayor actividad científica y patentable se da en estos países, los cuales vienen trabajando en el tratamiento biológico de aguas residuales, biorremediación de aguas contaminadas y fitoremediación de nutrientes y metales pesados.



# REFERENCIAS

Análisis de patentes realizado a partir de búsquedas en:  
<https://www.patbase.com>

Análisis de publicaciones científicas realizado a partir de búsquedas en:  
<https://www.scopus.com/>

- Chen, X., Liang, P., Zhang, X., & Huang, X. (2016). Bioelectrochemical systems-driven directional ion transport enables low-energy water desalination, pollutant removal, and resource recovery. *Bioresource technology*, 215, 274-284.
- Crini, G. (2005). Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment. *Progress in polymer science*, 30(1), 38-70.
- Dragan, E., Dinu M. V. & Gargh S. (2015). Review Paper: Recent Developments in Composite Biosorbents and their Applications for Wastewater Treatment. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 19 (11).
- Ekama, G. A. (2015). Recent developments in biological nutrient removal. *Water SA*, 41(4), 515-524.
- Khandare, R. V., & Govindwar, S. P. (2015). Phytoremediation of textile dyes and effluents: Current scenario and future prospects. *Biotechnology advances*, 33(8), 1697-1714.
- Mulchandani, A., & Westerhoff, P. (2016). Recovery opportunities for metals and energy from sewage sludges. *Bioresource technology*, 215, 215-226.
- Nancharaiah, Y. V., Mohan, S. V., & Lens, P. N. L. (2016). Recent advances in nutrient removal and recovery in biological and bioelectrochemical systems. *Bioresource technology*, 215, 173-185.
- Ngo, H. H., Guo, W., Zhang, J., Liang, S., Ton-That, C., & Zhang, X. (2015). Typical low cost biosorbents for adsorptive removal of specific organic pollutants from water. *Bioresource technology*, 182, 353-363.
- Saratale, R. G., Saratale, G. D., Chang, J. S., & Govindwar, S. P. (2011). Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: a review. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 42(1), 138-157.
- Rangabhashiyam, S., Anu, N., & Selvaraju, N. (2013). Sequestration of dye from textile industry wastewater using agricultural waste products as adsorbents. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 629-641.

# REFERENCIAS

---

Imágenes tomadas de Noun Project (<https://thenounproject.com>)

- Algae by Sarah Mautsch
- Bacteria by Maurizio Fusillo
- Bamboo by Arnau Ligorred Estrella
- Biofuel by lastspark
- Composting By Al D
- Grass by Korawan.M
- Hair Dye By Anton Gajdosik, SK
- Process water by Karlos Sara Zuña Soto
- Outfall by Luis Prado
- Toxic barrel by NOPIXEL

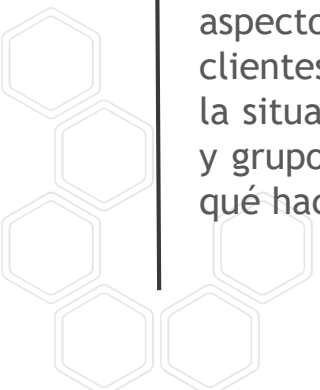




BIOTECNOLOGÍA

4.

## OPORTUNIDADES Y BRECHAS



En este capítulo se identifican oportunidades y brechas para el área de interés, considerando aspectos como capacidad requerida, segmento de clientes y barreras. Se realiza la identificación de la situación actual de Medellín desde sus empresas y grupos de investigación, con el fin de identificar qué hacer para afrontar estas dinámicas.





## Problemáticas con las aguas residuales y la intervención de EPM

- El norte de Medellín es la zona más crítica de río, donde el agua está más contaminada. Entre Itagüí y Barbosa, sus aguas presentan condiciones anaeróbicas en las cuales no prospera ningún tipo de vida (Caracol, 2009).
- La contaminación del río Medellín es provocada principalmente por empresas comerciales e industriales, así como por vertimientos de aguas domésticas. En algunas ocasiones el río Medellín se tiñe de colores diferentes al habitual (como azul y rojo), producto de colorantes vertidos por la industria dedicada a la producción de alimentos, textiles, curtiembres y tintas de impresoras, generando impactos ambientales y sociales (De la urbe, 2015). Por otro lado, la explotación de minas sin la tecnificación necesaria produce un aumento peligroso en los niveles de mercurio en aguas del río Medellín, sedimentos, plantas acuáticas, peces y en los seres humanos (Caracol, 2009).
- Las sustancias vertidas en el río Medellín pueden afectar su biodiversidad, también reducen el oxígeno disuelto, varían el pH y perjudican la supervivencia de los seres vivos que habitan en sus aguas (Kienyke, 2014).
- EPM es responsable de las empresas que estén conectadas a la red de alcantarillado y tiene una Unidad de Control Vertimientos que se encarga de vigilar las empresas e industrias por categorías de peligrosidad de sus descargas (De la urbe, 2015).
- En la actualidad, EPM exige a las empresas que remuevan el 80 por ciento de contaminación de sus descargas antes de llevarlas a las aguas, ni vertimientos de líquidos con temperaturas superiores a los 40 grados, ni grasas ni sólidos, y que no taponen el alcantarillado (De la urbe, 2015).
- Hay lugares de la ciudad que no cuentan con la cobertura de saneamiento de EPM y no hay un control por parte de la empresa para vigilar estos vertimientos (De la urbe, 2015).





## Saneamiento del río Medellín

- Desde la década de los 80s, Empresas Públicas de Medellín (EPM) empezó a trabajar en el saneamiento del río, ya que la contaminación del agua generaba fuertes olores y enfermedades que disminuían la calidad de vida de los habitantes del Valle de Aburrá.
- En el año 2000 entró en operación la planta de tratamiento de San Fernando, la cual está ubicada en Itagüí y trata las aguas residuales domésticas y de industrias de cuatro municipios: Itagüí, Envigado, La Estrella y Sabaneta (aproximadamente el 20 por ciento de las aguas residuales generadas en el área metropolitana del Valle de Aburrá).
- Se prevé que para el año 2016 entre en operación la planta de Bello, la cual tratará las aguas residuales de los municipios de Medellín y Bello. Quedando saneado 95% de las aguas que se vierten al río Medellín (Sala de prensa EPM, sf).
- Para después del año 2020 se espera contar con otras dos plantas más pequeñas en Barbosa y Girardota.
- Las iniciativas para sanear el río Medellín se complementan con la normativa vigente para vertimientos.
- Con las plantas de tratamiento de San Fernando y Bello, se reduce la carga orgánica que recibe el río logrando el objetivo de calidad del agua, establecido por la autoridad ambiental de elevar el contenido de oxígeno disuelto hasta un nivel mínimo de 5 mg/l en promedio, a lo largo de su cauce (EPM, 2012).





Los programas para el saneamiento del río Medellín, han generado impactos a nivel social, tales como:

- Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Valle de Aburrá con la descontaminación del río Medellín, invirtiendo recursos económicos, financieros y sociales para la operación de varias plantas de tratamiento de aguas residuales, caracterizadas por su avance tecnológico en el país (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2012).
- Establecimiento del uso de tecnologías y controles tecnológicos para evitar malos olores y así no disminuir la calidad de vida de los habitantes circundantes a la planta de tratamiento de Bello y mejorar los controles de operación en la planta de tratamiento de San Fernando (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2012).
- Inclusión social y desarrollo urbano. La planta de tratamiento de Bello está diseñada para tratar las aguas del Valle de Aburrá y además ofrecer espacio público (450 has) con parques, senderos y ciclorutas; construcciones vanguardistas con un sentido ecológico y aulas educativas que promueven la conciencia ambiental para niños y adultos (El Tiempo, 2016; Sala de Prensa EPM, Sf).
- Cambiar la imagen negativa del río que puede tener el habitante del Valle de Aburrá con proyectos arquitectónicos y tecnológicos como parques del río y la planta de tratamiento de Bello, de manera que se acerque más al habitante urbano con la plataforma estructural del Valle de Aburrá, el río Medellín (El Colombiano, 2015).
- Generación de empleo en la construcción de la planta de Bello (1200 operarios), operación de planta de Bello (150 habitantes del municipio del norte), operación de planta de San Fernando (50 empleados).



Existen grupos de investigación en Medellín que trabajan en temas relacionados con el tratamiento de aguas y recuperación de recursos con valor de las aguas residuales, algunos de ellos son:

- Grupo de Investigación en calidad del agua y modelación - hídrica (GICAMH) -Universidad de Medellín
- Bioprocesos y flujos reactivos - Universidad Nacional
- Giro Gestión Integrada De Residuos Orgánicos- Universidad Nacional.
- Grupo de mineralogía aplicada y bioprocesos (gmab) - Universidad Nacional
- Grupo de Investigación en Remediación Ambiental y Biocatálisis - Universidad de Antioquia.
- Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental (GAIA)- Universidad de Antioquia
- Grupo de Investigación en Biotecnología (CIBIOT) - Universidad Pontificia Bolivariana.
- Grupo de investigación en Procesos Ambientales (Gipab). EAFIT
- Línea de Agua y Medio Ambiente - Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia.
- Grupo de Investigación en Síntesis, Reactividad y Transformación de Compuestos Orgánicos, SIRYTCOR- Universidad Nacional
- Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos- Universidad Nacional
- Grupo de investigaciones ambientales (GIA)- Universidad Pontificia Bolivariana.
- Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental GIGA- Universidad de Antioquia

Ejemplos de investigaciones desarrolladas:

- En el año 2014, la Universidad Nacional, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Medellín, se unieron para realizar un estudio que permitiría a las autoridades ambientales del Área Metropolitana establecer el grado de toxicidad de los vertimientos de colorantes realizados al río Medellín e identificar técnicas de tratamiento para ofrecer a los empresarios (Agencia de Noticias UN, 2014).
- La Universidad Nacional ha llevado a cabo investigaciones para desarrollar una metodología integral y no contaminante que cierra el proceso completo de degradación de pigmentos/colorantes, empleando hongos (El Espectador, 2014).



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA  
1803



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

**UNIVERSIDAD  
EAFIT**<sup>®</sup>



**cta**  
Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia

# ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

## Investigación y desarrollo tecnológico

EPM implementa tecnología de punta para el tratamiento de aguas en la ciudad y el aprovechamiento de residuos.

- Aguas Nacionales EPM es la empresa responsable de ejecutar la construcción y puesta en marcha de la Planta de tratamiento de aguas residuales Bello e Interceptor Norte, para dar continuidad al Programa de Saneamiento del Río Medellín y sus Quebradas Afluentes. La planta de tratamiento de aguas residuales Bello será la más grande de Colombia en su tipo, el cual corresponde a una planta del tipo lodos activados y una de las más modernas de Latinoamérica (EPM, sf).
- Los lodos primarios y secundarios serán espesados, estabilizados por medio de digestión anaeróbica y deshidratados. Se utilizará el biogás para generación de energía eléctrica (30% de la demanda de la planta) (EPM, 2012).
- En conjunto la plantas de Bello y la de San Fernando, el río Medellín quedará saneado en un 95% (Sala de prensa EPM, sf.).



Empresas privadas ofertan servicios y tecnologías para el tratamiento de aguas y recuperación de componentes de interés.

- Existen empresas privadas en Medellín que ofertan servicios y tecnologías relacionadas con:
  - Caracterización de aguas.
  - Diseño, construcción, instalación, optimización y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales (sistemas biológicos y fisicoquímicos).
  - Diseño y construcción sistemas biológicos para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales (p.e. humedales y lodos activados).
  - Sistemas de recirculación de agua para usos industriales.
  - Reutilización de aguas grises.
  - Plantas de aprovechamiento de aguas lluvia.
  - Sistemas sépticos.
  - Empresas que ofertan suministros para biodigestores.



# ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

Existe un marco normativo y líneas de acción para el manejo de las aguas residuales y de los vertimientos:

## Leyes

- 99 de 1993 Organiza el SINA y crea el Ministerio del Medio Ambiente
- 142 de 1994 Régimen de los servicios públicos domiciliarios

## Decretos

- 1594 de 1984 Uso del agua y vertimientos
- 1180 de 2003 Licencias Ambientales
- 3100 de 2003 Tasas retributivas
- 155 de 2004 Tasas por utilización del agua
- 3930 de 2010 Condiciones de ordenamiento hídrico. Reglamentación de vertimientos
- 2667 de 2012 Reglamentación de tasas retributivas
- 1369 de 2014 Criterios biosólidos de las plantas de tratamiento municipales

## Resoluciones

- 372 de 1998 Monto de las tasas mínimas para las tasas retributivas
- 1096 de 2000 Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento.
- 1433 de 2004 Reglamentación de planes de saneamiento y manejo de vertimientos
- 240 de 2004 Establece tarifa mínima para las tasas por utilización de agua
- 0631 de 2015 Parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales de cuerpos de agua superficial a sistemas de alcantarillado público. Directrices metropolitanas.

## Políticas

- Política pública para el sector de agua potable y saneamiento básico de Colombia. 2001.
- Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. 2012.
- Conpes 3177 de 2002, Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR)

Desde lo normativo  
A nivel nacional



# ¿CÓMO ESTÁ MEDELLÍN?

- El Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) con base en el decreto 3930 de 2010 y el decreto 2667 de 2012 se ha dispuesto lo siguiente:

**Acuerdo metropolitano No 8 de 2012** por medio del cual se define “la meta global de reducción de carga contaminante por vertimientos puntuales al río Aburrá-Medellín en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el segundo quinquenio correspondiente a DBO5 y SST”

**Resolución Metropolitana 002016 de 2012** por medio de la cual se adoptan unos nuevos objetivos de calidad para el río Aburrá-Medellín para el periodo 2012-2022.

**Acuerdo Metropolitano No.21 de 2012** por medio del cual “se prohíben vertimientos directos a cuerpos de agua o al sistema de alcantarillado público, que alteren los objetivos de calidad y modifiquen las condiciones de color del cuerpo de agua”

**Plan Metropolitano 2008-2020.** Metrópoli. Hacia la integración regional sostenible.

Desde lo normativo  
A nivel local



# PROBLEMAS A RESOLVER Y POSIBLES SOLUCIONES

## Problemas a resolver

- Incumplimiento de normas ambientales: Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico (2012) y Resolución 1433 DE 2004 y Resolución 0631 de 2015 relacionada con el saneamiento y los vertimientos.
- Las empresas que obtienen sanciones por el inadecuado manejo ambiental y son divulgadas por los medios de comunicación, generan una mala imagen corporativa, que puede afectar la demanda.
- Los municipios deben tratar las aguas residuales de sus poblaciones crecientes, antes de verterla al río.
- Existencia de zonas afectadas por diversos tipos de contaminación, por ejemplo derrames de petróleo, áreas contaminadas por metales pesados, etc.
- Las empresas privadas y públicas, podrían estar desechando residuos con valor comercial.
- Las empresas que buscan certificaciones ambientales, precisan resolver sus problemas ambientales para alcanzar los parámetros y lograr certificarse.

## Soluciones técnicas

- Desarrollo y uso de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que combinen sistemas biológicos y procesos físico-químicos.
- Uso de tecnologías de biorremediación, fitorremediación y de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales, subterráneas y superficiales.
- Desarrollo y uso de sistemas de aprovechamiento de residuos, a partir del tratamiento de aguas, por ejemplo para la generación de energía y recuperación de nutrientes.



# OPORTUNIDADES Y BRECHAS

## Brechas

- Es necesario diseñar y aplicar estímulos y correctivos para cumplir norma ambiental.
- Falta de educación y conciencia ambiental.
- Falta Responsabilidad Social Empresarial.
- Es preciso un cambio de paradigma del tratamiento hacia la recuperación de residuos en el tratamiento de aguas (Academia, Empresas y Estado).
- Falta incrementar las capacidades de articulación locales para trabajo en red.
- Falta coordinación interinstitucional entre: agencias ambientales, academia, sector industrial y sociedad civil, para realizar vigilancia, control, investigación e innovación.
- Falta completar obras de infraestructura para el saneamiento del río Medellín (colectores, plantas de tratamiento, etc.).
- Altos costos para el desarrollo de las tecnologías.
- Altos precios de venta de la tecnología.
- Bajas tasas de adopción de las tecnologías por los usuarios finales.

1

Servicio integral de consultoría e ingeniería para el tratamiento de aguas residuales.

4

Sistemas de medición de vertimientos en línea.

2

Desarrollo de tecnología para el tratamiento de aguas.

3

Desarrollo de tecnología y servicios de ingeniería para el aprovechamiento de residuos.

5

Sello o declaración ambiental que certifique la gestión adecuada de las aguas residuales y vertimientos.

Corto plazo

Mediano plazo



# OPORTUNIDADES

1

## Servicio integral de consultoría e ingeniería para el tratamiento de aguas residuales

### Segmentos de clientes



Industrias que generan contaminantes

- Industria y agroindustria que generan residuos orgánicos y/o nutrientes.
- Industrias que generan colorantes (textil, alimentos, cerámica etc).
- Industrias que generan contaminación por metales tóxicos.
- Industria minera (oro, plata, carbón, etc.)



Empresas de acueducto y/o alcantarillado.



Municipios y corporaciones ambientales



Centros con alto flujo de visitantes (escuelas, hoteles, etc.)

### Oferta hacia los clientes

Servicio integral de consultoría que incluya caracterización de las aguas, diseño, construcción, operación, mantenimiento, mejoramiento de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, a medida. Este servicio podría incluir paquetes tecnológicos con equipos y licenciamiento de tecnologías. Así como consultorías en Buenas Prácticas con el fin de disminuir la carga contaminante de agua antes de ser vertida (por ejemplo: lavado en seco), así como asesorías en reúso del agua.

### ¿Por qué es una oportunidad?

- Muchas plantas de tratamiento del departamento de Antioquia requieren asesoría para su optimización.
- Existen municipios que carecen de capacidad técnica para operar, mantener y mejorar las plantas de tratamiento, por lo que requieren adquirir estos servicios técnicos o requieren capacitación para las personas locales.
- La Resolución 0631 de 2015 presionará a la industria a mejorar su capacidad de tratar el agua antes de verterla al alcantarillado o a la fuente de agua.

### Capacidades requeridas

- Capacidad técnica para prestar asesorías y servicios de ingeniería.
- Personal cualificado y preparado en el contexto local que puedan prestar estos servicios.
- Infraestructura de laboratorios, software y equipos requeridos para prestar los servicios.
- Alianzas para prestar servicios conjuntos.

### Brechas / Barreras

- Es necesario diseñar y aplicar estímulos y correctivos para cumplir norma ambiental.
- Falta Responsabilidad Social Empresarial.
- Falta incrementar las capacidades de articulación locales para trabajo en red.
- Falta coordinación interinstitucional entre: agencias ambientales, academia, sector industrial y sociedad civil, para realizar vigilancia, control, investigación e innovación.

# OPORTUNIDADES

2

## Desarrollo de tecnologías apropiadas para el tratamiento de aguas residuales

### Segmentos de clientes



Industrias que generan contaminantes

- Industria y agroindustria que generan residuos orgánicos y/o nutrientes.
- Industrias que generan colorantes (textil, alimentos, cerámica etc.).
- Industrias que generan contaminación por metales tóxicos.
- Industria minera (oro, plata, carbón, etc.)



Empresas de acueducto y/o alcantarillado.



Municipios y corporaciones ambientales



Centros con alto flujo de visitantes (escuelas, hoteles, etc.)

### Oferta hacia los clientes

- Tecnologías de tratamiento de aguas residuales domésticas para zonas rurales, cuyo principal objetivo sea el control microbiológico (desinfección).
- Plantas de tratamiento descentralizadas, de bajo costo, compactas, móviles, sencillas de operar y de realizar mantenimiento, tanto para ciudades grandes como para pequeñas poblaciones. Estas plantas deben ser desarrolladas bajo conceptos de sostenibilidad.

### ¿Por qué es una oportunidad?

- En algunos casos los pozos sépticos no son suficientes para el control de patógenos de las aguas residuales en las zonas rurales.
- Existe necesidad de plantas de tratamiento descentralizadas, de bajo costo, compactas y fáciles de operar, tanto en poblaciones pequeñas, grandes, como en la industria.

### Capacidades requeridas

- Capacidades locales para desarrollar proyectos de ciencia, tecnología e innovación alrededor del tema, de manera articulada.
- Relacionamiento y sensibilización con comunidades rurales, para la apropiación de las tecnologías.
- Vigilancia de nuevas tendencias en sistemas con potencial para adaptarse en el contexto local.
- Infraestructura y personal cualificado para desarrollar prototipos.
- Personal cualificado para desarrollar y operar las tecnologías.

### Brechas / Barreras

- Faltan espacios para llevar a cabo experimentación y prototipado.
- Es necesario conocimiento y formación especializada para el desarrollo de las tecnologías.
- Altos costos de inversión para el desarrollo de las tecnologías.
- Altos precios de venta de la tecnología para el usuario final.
- Bajas tasas de adopción de las tecnologías por los usuarios finales.
- Falta incrementar las capacidades de articulación locales para trabajo en red.
- Existe carencia de conocimiento de beneficios tributarios por usar tecnología ambientalmente adecuada.

# OPORTUNIDADES

3

## Desarrollo de tecnología y oferta de servicios de ingeniería para el aprovechamiento de residuos a partir de aguas residuales

### Segmentos de clientes



Industrias que generan contaminantes

- Industria y agroindustria que generan residuos orgánicos y/o nutrientes.
- Industrias que generan colorantes (textil, alimentos, cerámica etc.).
- Industrias que generan contaminación por metales tóxicos.
- Industria minera (oro, plata, carbón, etc.)



Empresas de acueducto y/o alcantarillado.



Municipios y corporaciones ambientales



Centros con alto flujo de visitantes (escuelas, hoteles, etc.)

### Oferta hacia los clientes

- Sistemas para la recuperación de materias primas a partir de las aguas residuales (p.e. metales). Consultoría para el reúso de los materiales recuperados.
- Servicios de ingeniería para la industria y agroindustria que genera residuos orgánicos/nutrientes para el aprovechamiento de estos residuos desde dos posibilidades: (1) generación de energía, (2) recuperación de nutrientes.

### ¿Por qué es una oportunidad?

- Diversos componentes de las aguas residuales pueden ser aprovechables en diferentes procesos y/o tienen valor comercial como materia prima.
- Las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden convertirse en centros de recuperación de recursos.
- La gestión ambiental puede generar importantes ahorros en las empresas.

### Capacidades requeridas

- Capacidades locales para desarrollar proyectos de ciencia, tecnología e innovación alrededor del tema y de manera articulada.
- Enfoque formativo en las ingenierías, hacia el aprovechamiento de residuos.
- Infraestructura de laboratorios, software y equipos requeridos para prestar los servicios.
- Vigilancia de nuevas tendencias en sistemas con potencial para adoptarse en el contexto local.

### Brechas / Barreras

- Es preciso un cambio de paradigma del tratamiento hacia la recuperación de residuos en el tratamiento de aguas (Academia, Empresas y Estado).
- Es necesario conocimiento y formación especializada para el desarrollo de las tecnologías.
- Altos costos de inversión para el desarrollo de las tecnologías.
- Altos precios de venta de la tecnología para el usuario final.
- Bajas tasas de adopción de las tecnologías por los usuarios finales.
- Falta incrementar las capacidades de articulación locales para trabajo en red.

# OPORTUNIDADES

## 4 Sistemas de medición de vertimientos en línea

### Segmentos de clientes



Industrias que generan contaminantes

- Industria y agroindustria que generan residuos orgánicos y/o nutrientes.
- Industrias que generan colorantes (textil, alimentos, cerámica etc.).
- Industrias que generan contaminación por metales tóxicos.
- Industria minera (oro, plata, carbón, etc.)



Empresas de acueducto y/o alcantarillado.



Municipios y corporaciones ambientales



Centros con alto flujo de visitantes (escuelas, hoteles, etc.)

### Oferta hacia los clientes

Desarrollo e implementación de sistemas de medición en línea de la carga contaminante de los vertimientos, con el fin de generar alertas tempranas cuando la carga contaminante sobrepasa el límite permitido, según la normatividad vigente. Así mismo esta tecnología permite identificar de manera temprana desperdicios, ineficiencia en la utilización de materias primas en los procesos productivos y posibles oportunidades de aprovechamiento de los residuos.

### ¿Por qué es una oportunidad?

- Existe la necesidad por parte de las empresas que tratan el agua y que sancionan, de identificar cargas contaminantes por fuera de los límites.
- Existe la necesidad de las empresas de tener alertas para tomar medidas en caso de sobrepasar los límites permitidos, y así evitar sanciones.
- Disponibilidad de tecnología a bajo costo que puede facilitar el desarrollo y el acceso a estos sistemas.

### Capacidades requeridas

- Personal cualificado para el desarrollo e implementación de la tecnología
- Desarrollo de software y de sensores.
- Capacidades en IOT (Internet de los Objetos).
- Instalaciones de sistemas de monitoreo y medición.
- Desarrollo de capacidades en Big Data.
- Conocimiento de normativa.
- Cobertura de servicios de telecomunicaciones.
- Implementación de plataformas tecnológicas de almacenamiento de datos.

### Brechas / Barreras

- Es necesario diseñar y aplicar estímulos y correctivos para cumplir norma.
- Existe desconocimiento de la normatividad vigente.
- Dificultad en la integración de tecnología existente con los nuevos desarrollos de medición y control.
- Dificultad en el acceso a la infraestructura de telecomunicaciones.
- Altos costos de inversión para el desarrollo de las tecnologías.
- Altos precios de venta de la tecnología para el usuario final.

# OPORTUNIDADES

5

Sello o declaración ambiental que certifique la gestión adecuada de las aguas residuales y vertimientos.

## Segmentos de clientes



Industrias que generan contaminantes

- Industria y agroindustria que generan residuos orgánicos y/o nutrientes.
- Industrias que generan colorantes (textil, alimentos, cerámica etc.).
- Industrias que generan contaminación por metales tóxicos.
- Industria minera (oro, plata, carbón, etc.)



Centros con alto flujo de visitantes (escuelas, hoteles, etc.)



Empresas de acueducto y/o alcantarillado.

## Oferta hacia los clientes

- Etiqueta/sello/declaración ambiental que certifique la gestión adecuada y de calidad por parte de las empresas a sus vertimientos de aguas residuales, su obtención puede mejorar la imagen corporativa y estimular la demanda.

## ¿Por qué es una oportunidad?

- Mercado creciente que se preocupa por adquirir productos con bajo impacto ambiental.
- Las empresas buscan sellos verdes como estrategia comercial y ventaja competitiva.

## Capacidades requeridas

- Conocimiento de la normatividad vigente para vertimientos y de la normatividad para certificaciones de calidad.
- Entidad con capacidad para certificar y otorgar sello de calidad.
- Mercadeo para promocionar la adopción del sello, tanto por las empresas que tienen interés en certificarse, como por los usuarios finales del producto o servicio que porta el sello.

## Brechas / Barreras

- Falta de educación y conciencia ambiental.
- Falta Responsabilidad Social Empresarial.
- Es necesario diseñar y aplicar estímulos y correctivos para cumplir norma ambiental.
- Bajas tasas de adopción de sellos verdes por empresas.
- Falta promoción de los sellos verdes.

# RECOMENDACIONES FINALES

- Existe un contexto favorable para el mercado de las oportunidades identificadas, debido a la entrada en vigencia de la Resolución 0631 de 2015, que actualiza y especifica claramente los parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales de cuerpos de agua superficial a sistemas de alcantarillado público, lo que genera que tanto las empresas privadas como las empresas públicas que prestan servicios de alcantarillado, busquen implementar estrategias y tecnologías que les permita ajustarse a la nueva norma.
- Para que esta norma genere el impacto esperado en el saneamiento del recurso hídrico del país y en este caso particular de Medellín, debe haber fortalecimiento institucional de los entes que regulan y sancionan, siendo importante diseñar y aplicar estímulos y medidas sancionatorias que promuevan el cumplimiento de la reglamentación.
- Una capacidad requerida y prioritaria para el aprovechamiento de las oportunidades planteadas es contar con personal cualificado, tanto para prestar servicios de consultoría e ingeniería, como para el desarrollo de tecnologías relacionadas con el tratamiento de aguas residuales y de biorremediación. Así como un fortalecimiento de las capacidades de trabajo en red y de transferencia tecnológica entre Universidad-Empresa-Estado.
- Es importante que la formación académica e investigativa de los profesionales que abordan las soluciones de saneamiento de aguas, se alineen con el cambio de paradigma del tratamiento hacia el aprovechamiento de los residuos.
- Los sistemas biológicos, son parte fundamental del tratamiento de aguas residuales y remediación de aguas contaminadas y en las oportunidades identificadas y expuestas en este documento se plantea su uso en conjunto con procesos físico-químicos.

# RECOMENDACIONES FINALES

---

- La caracterización de las aguas residuales es un eslabón fundamental en la cadena de valor que permite la generación alertas tempranas, y el hallazgo de oportunidades para la optimización de procesos.
- Se recomienda construir una planta de tratamiento de aguas residuales experimental en el que universidades y empresas puedan acceder a servicios como: investigación, desarrollo y prueba de prototipos, capacitación de personal, verificación de cumplimiento de la norma por parte de las tecnologías ofertadas por empresas, sensibilización de la comunidad en general sobre el funcionamiento de las planta de tratamiento de aguas residuales.
- Es importante compartir lecciones aprendidas relacionadas con el tratamiento de aguas residuales, entre los municipios de Antioquia, con el fin de aprender de experiencias previas.



# REFERENCIAS

## Páginas consultadas contaminación y saneamiento río Medellín:

- Agencia de Noticias UN. 2014. Determinarán toxicidad de aguas del río Medellín contaminadas con colorantes. Recuperado el 25 de julio de 2016 de: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/determinaran-toxicidad-de-aguas-del-rio-medellin-contaminadas-con-colorantes.html>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2012. EPM y su Programa de saneamiento del río Medellín. Recuperado el 21 de julio de 2016 de: <http://www.metropol.gov.co/institucional/Documents1/Ambiental/Agua/EPM%20y%20su%20Programa%20de%20saneamiento%20del%20r%C3%ADo%20Medell%C3%ADn.pdf>
- Caracol. 2009. Medellín es una de las urbes más contaminadas de Latinoamérica. Recuperado el 23 de julio de 2016 de: [http://caracol.com.co/radio/2009/05/29/ecologia/1243628280\\_820479.html](http://caracol.com.co/radio/2009/05/29/ecologia/1243628280_820479.html)
- De la urbe. 2015. Los contaminadores del río Medellín. Recuperado el 22 de julio de 2016 de: <http://delaurbe.udea.edu.co/2015/11/03/ver-el-rio-rojo-es-muy-raro/>
- El Colombiano. 2015. Este sería el futuro del río Medellín. Recuperado el 22 de julio de 2016 de: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/obras/saneamiento-del-rio-medellin-nos-compete-a-todos-1-CH1696895>
- El Tiempo. 2016. Planta de Bello será también un parque. Recuperado el 20 de julio de 2016 de: <http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/planta-de-bello-sera-tambien-un-parque/16475311>
- EPM. 2012. Recuperado el 21 de julio de 2016 de: [https://www.epm.com.co/site/portals/documentos/aguas/2012/Presentacion\\_PlantaBello\\_Interceptor.pdf](https://www.epm.com.co/site/portals/documentos/aguas/2012/Presentacion_PlantaBello_Interceptor.pdf)
- EPM. Sf. Planta de tratamiento de aguas residuales Bello. Recuperado el 21 de julio de 2016 de: [http://appanepm.com/repository/AA\\_00102.pdf](http://appanepm.com/repository/AA_00102.pdf)
- Kienyke. 2014. Río Medellín: colorantes que lo contaminan pueden dar cáncer. Recuperado el 25 de julio de 2016 de: <http://www.kienyke.com/historias/el-problema-ambiental-que-enfrenta-el-rio-medellin/>
- Sala de Prensa EPM. Sf. Planta de tratamiento de aguas residuales Bello comenzará a operar en 2015. Recuperado el 20 de julio de 2016 de: <http://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/BoletinesEstamosAhi/PlantadetratamientodeaguasresidualesBellico.aspx>
- <http://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasnovedades/PlantadetratamientodeaguasresidualesBello.aspx>

## Imágenes tomadas de Noun Project

- Institution by Diego Naïve
- mob by Eliricon from the Noun Project
- Outfall by Luis Prado
- Process water by Karlos Sara Zuña Soto
- rules by Arthur Shlain
- team by Wilson Joseph
- Water by Marli Du Pplesi
- Water Treatment Plant by Martí Turró Ortega





# REFERENCIAS

## Páginas Grupos de Investigación consultados:

- Grupo de investigación en calidad del agua y modelación hídrica <http://www.udem.edu.co/index.php/2012-10-12-13-19-26/ingenieria-civil/grupo-de-investigacion-gicamh>
- Bioprocesos y flujos reactivos: <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Grupo.jsf?idGrupo=1315>
- Giro Gestion Integrada De Residuos Orgánicos <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Grupo.jsf?idGrupo=2269>
- Grupo de mineralogía aplicada y bioprocesos (gmab): <http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Grupo.jsf?idGrupo=679>
- Grupo de Investigación en Biotecnología (CIBIOT) - [http://www.upb.edu.co/portal/page?\\_pageid=1054,29806646&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.upb.edu.co/portal/page?_pageid=1054,29806646&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- Grupo de investigación en Proceos Ambientales (Gipab). <http://www.eafit.edu.co/investigacion/grupos/gipab/Paginas/inicio.aspx>
- Corporacion Centro De Ciencia Y Tecnologia De Antioquia <http://www.cta.org.co/programas-y-proyectos/linea-de-agua-y-medio-ambiente>
- Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental (GAIA) <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000008106>
- Grupo de Investigación en Remediación Ambiental y Biocatálisis <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/investigacion/grupos-investigacion/ciencias-naturales-exactas/remediacion-ambiental-biocatalisis>
- Grupo de Investigación en Síntesis, Reactividad y Transformación de Compuestos Orgánicos, SIRYTCOR: <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000004449>
- Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001549>
- Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental GIGA- <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001718>

## Páginas de empresas consultadas:

- Aquamed Ingenieros: <http://www.aquamedingenieros.com>
- Biolodos de Occidente: <http://www.biolodosdeoccidente.com/>
- Eduardoño: <http://www.aquamedingenieros.com/category/servicios/>
- Gaia Servicios Ambientales: <http://gaiasa.com/sistemas-de-tratamiento/>
- Grupo Aqua: <http://grupoaquatam.com/>
- Hidroasesores: <http://www.hidroasesores.com/>
- Ingeaguas: <http://ingeaguas.co/>





**GRACIAS**

.....

////////////////////