

## XIII REUNIÓN DEL COMITÉ NACIONAL MEXICANO DEL PROGRAMA HIDROLÓGICO INTERNACIONAL

# Iniciativa Internacional sobre la Calidad del agua (IIWQ) del PHI de la UNESCO

### Antecedentes y objetivos

La calidad del agua en la Octava Fase del PHI (PHI VIII, 2014-2021) – alta prioridad Tema 3 “Abordar la escasez y la calidad del agua”.

Este tema contribuye a la Agenda 2030, Meta 6.3, de **mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.**

### Objetivo general de IIWQ:

**Desarrollar enfoques eficientes y eficaces para proteger la calidad del agua para el bienestar humano, la integridad medioambiental y el desarrollo socioeconómico sostenible,** centrándose en las siguientes áreas temáticas:

- El agua potable segura y el saneamiento
- La gestión de la calidad del agua
- La gestión y la reutilización de las aguas residuales

## Objetivos específicos de IIWQ

Promover la investigación científica, la innovación y las tecnologías.

Crear una base de conocimientos y capacidades.

Establecer lazos entre la interfaz ciencia-política para la elaboración de políticas y estrategias fundamentadas científicamente.

Sensibilización y la educación de la sociedad civil.

Fomentar el intercambio y la cooperación científica

## Actividades y proyectos en las siguientes áreas de interés (pasado, presente y futuro):

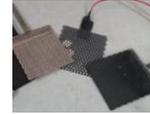
Contaminantes emergentes en aguas de las fuentes y aguas residuales

Monitoreo de la calidad del agua de las fuentes y en el agua residual

Calidad del agua y cambio climático

Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos **AGUAS RESIDUALES EL RECURSO DESAPROVECHADO**, Marzo 2017

# 2014-2016 Proyecto “Tecnologías para la remoción de contaminantes emergentes, nutrientes y producción de energía a partir de aguas y lodos residuales para cuencas hidrográficas del estado de Morelos”



❑ **Objetivo:** Desarrollar sistemas avanzados y adaptar sistemas ya existentes para remover nutrientes y compuestos emergentes presentes en las aguas y lodos residuales de las cuencas hidrográficas del Estado de Morelos, implementando dispositivos de ahorro y/o producción de energía.

## ❑ **Relevancia**

❑ Los contaminantes emergentes afectan la salud y provocan efectos adversos en la flora y fauna. La principal vía de su entrada al ambiente es el agua residual. Se necesita desarrollar e implementar sistemas de tratamiento de las aguas residuales que remueven estos compuestos.

❑ Energía puede ser obtenida a través del tratamiento biológico de las aguas residuales permitiendo lograr que el proceso de tratamiento sea más rentable.

❑ **Beneficios o impactos principales:** Información y propuestas para disminuir y/o controlar la concentración de compuestos emergentes y nutrientes en los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas y lodos residuales que descargan en cuerpos de agua.

# OBJETIVOS POR ETAPAS

## 2014

- Estudio preliminar de la remoción de compuestos emergentes N y P en biofiltros no convencionales, BRM, oxidación avanzada y sistemas combinados.
  - Estudio preliminar de sistemas generación de energía a partir de agua residual con alto contenido de materia orgánica.
- Dos artículos de divulgación



## 2016

- Plantas piloto de tecnologías seleccionadas para remoción de compuestos emergentes y nutrientes.
- **Evaluación de la capacidad de remoción de compuestos emergentes en los sistemas de tratamiento de lodos residuales.**
- Prototipos para generación y ahorro de energía en sistemas de tratamiento de aguas residuales.

## 2015

- Sistemas de tratamiento avanzado para remoción de compuestos emergentes y nutrientes.
- Sistemas de generación de energía en sistemas biológicos de tratamiento.



# TC1704.1 Tecnologías para tratamiento biológico avanzado de aguas residuales y para generación de energía a partir del contenido de las aguas residuales para el mejoramiento de la salud ambiental y humana



## Objetivo:

Desarrollar tecnología para el tratamiento biológico avanzado de aguas residuales con el objeto de remover simultáneamente materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes, así como para la generación de energía limpia como producto del tratamiento de las aguas residuales.

## Resultados esperados

Evaluación de la remoción de contaminantes emergentes (CE) mediante un reactor de biomasa inmovilizada utilizando membranas sumergidas.

Evaluación de un prototipo de biorreactor integral con biomasa inmovilizada en un empaque de poliuretano para la remoción de materia orgánica, nutrientes y CE.

Tratamiento de efluentes con presencia de fármacos mediante oxidación avanzada.

Evaluación de un prototipo de biorreactor con CCM.

Producción de biocombustibles gaseosos a partir de vinazas como sustrato para el funcionamiento y crecimiento de microorganismos y de biohidrógeno para su aplicación en CCM tipo PEM.

## Antecedentes/experiencia:

- Se ha trabajado durante tres años en tres principales líneas de investigación y se han generado prototipos con altos niveles de eficiencia.
- Se cuenta con dos prototipos con potencial de patentados.
- Se cuenta con alianzas tecnológicas-comerciales interesadas en explotar las posibles patentes.
- Se cuenta con un sistema electrónico para el monitoreo en tiempo real de la producción de electricidad obtenida en CCM.

## Importancia estratégica:

- Contribución al control de la contaminación del agua mediante el desarrollo de sistemas novedosos para la remoción de materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes de las aguas residuales.
- Sistemas de tratamiento que permiten obtener agua regenerada de alta calidad para su reúso en servicio al público.
- Generar energía limpia en el tratamiento biológico anaerobio de las aguas residuales implementando celdas de combustible microbianas.

## Beneficios esperados:

Sociales:	Ofrecer soluciones para asegurar la protección de la salud pública y ambiental. El tratamiento descentralizado y reúso – mejor aprovechamiento del agua, disminución del consumo.
Ambientales:	Generar nuevos conocimientos y desarrollos tecnológicos para remover simultáneamente materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes. Recarga de cuerpos superficiales de agua y acuíferos.



# **Programa de trabajo del grupo IIWQ**

## **Proyecto institucional: Tecnologías para tratamiento de aguas residuales y generación de bio-energía**

**Objetivo 1:** Generar nuevos conocimientos y desarrollar tecnología para tratamiento biológico avanzado de aguas residuales con la finalidad de remover simultáneamente materia orgánica, nutrientes y contaminantes emergentes.

**Objetivo 2:** Generar nuevos conocimientos y desarrollar tecnología para tratamiento de aguas residuales mediante combinaciones de procesos de oxidación avanzada y procesos biológicos para la remoción de contaminantes orgánicos tóxicos y recalcitrantes.

**Objetivo 3:** Generar nuevos conocimientos y desarrollar tecnología para la generación de energía en sistemas de tratamiento biológico anaerobio de aguas residuales y lodos ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ , CCM).

# Actividades y productos (2017-2018)



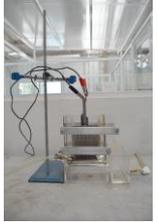
## Objetivo 1.

1.1 Estudio de la remoción de micro-contaminantes emergentes en AR mediante un reactor aerobio con biomasa inmovilizada utilizando membranas sumergidas. Evaluación de diferentes configuraciones del reactor. Caracterización de la biomasa. Determinación de mecanismos y cinéticas de biodegradación de contaminantes emergentes. Identificación y cuantificación de metabolitos. Estudio de diversidad microbiana. Optimización y escalamiento del sistema de tratamiento, diseño de prototipo y evaluación. (2017-2018)

1.2 Evaluación de un prototipo de biorreactor integral con biomasa inmovilizada en un empaque de PU. Determinación de la remoción de materia orgánica, nutrientes y de contaminantes emergentes aplicando diferentes condiciones de operación. Determinación de los parámetros de operación del sistema de tratamiento. Estudio de patentabilidad y protección de la propiedad intelectual para este desarrollo tecnológico. (2017)

1.3 Estudio de la remoción de materia orgánica, nutrientes y microcontaminantes emergentes mediante un biorreactor con zonas anaerobia, anóxica y aerobia, y con biomasas inmovilizada y suspendida, combinado con membranas sumergidas. Caracterización de los diferentes tipos de biomasas, mecanismos y cinéticas de biodegradación, cuantificación de metabolitos, diversidad microbiana. Optimización y escalamiento del sistema de tratamiento, diseño de prototipo y evaluación. (2017-2018)

# Actividades y productos (2017-2018)



## Objetivo 2.

2.1 Tratamiento de efluentes de la industria de síntesis orgánica mediante acoplamiento de oxidación avanzada (Fenton, foto-Fenton o electro-Fenton) y biodegradación aerobia. Determinación de la remoción de materia orgánica y compuestos tóxicos y recalcitrantes. Evaluación de la biodegradabilidad del efluente del tratamiento por oxidación y la toxicidad en este efluente mediante respirometría y pruebas de toxicidad. Determinación de cinéticas de degradación y optimización del proceso. (2017-2018)

2.2 Estudio de la desinfección y remoción electroquímica de nitrógeno en efluentes secundarios. Determinar la remoción de microorganismos patógenos y nitrógeno presentes en efluentes secundarios usando celdas electro-químicas con diferentes tipos de electrodos. Optimización y escalamiento del sistema de tratamiento, diseño de prototipo y evaluación. (2018-2019)

2.3 Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante biodegradación aerobia seguida por oxidación electro-química. Determinar la remoción de materia orgánica y color en aguas residuales de la industria textil mediante biodegradación aerobia en un reactor con membranas sumergidas seguida por oxidación electro-química. Prototipo y evaluación. (2018-2019)

# Actividades y productos (2017-2018)



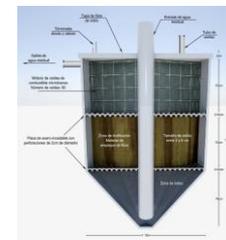
## Objetivo 3.

3.1 Producción de biocombustibles gaseosos ( $H_2$  y  $CH_4$ ) a partir de desechos líquidos (vinazas). Evaluación de biomasa granular, floculenta y biomasa inmovilizada.

Determinación de las condiciones de proceso que maximicen la producción de biocombustibles gaseosos. Efectos de CO, TRH, temperatura sobre el proceso en un sistema fermentativo-metanogénico. Evaluación de la degradación de la materia orgánica, de la estabilidad del sistema productor de  $H_2$  y de los gránulos biológicos; comunidad bacteriana, producción de sub-productos de fermentación y metano. Optimización del proceso y escalamiento. Prototipo y evaluación. (2017-2019)

3.2 **Pre-tratamiento de lodos para maximizar la producción de metano** durante su degradación anaerobia: adición de ácidos orgánicos, ultra-sonización o aplicación de campo magnético. Selección de pretratamiento, optimización del proceso, selección de los mejores parámetros de operación, escalamiento y evaluación de prototipo. Prototipo y evaluación. (2018-2019)

# Actividades y productos (2017-2018)



## Objetivo 3.

### 3.3 CCM - Remoción de Materia Orgánica y la Generación de Energía Eléctrica.

Evaluación del prototipo de un sistema a escala piloto para el tratamiento de aguas residual y generación simultanea de electricidad. (2017)



Estudio del metabolismo energético y la naturaleza de las bacterias que usan el ánodo como aceptor de electrones; enfocando a las bacterias electroquímicamente activas usadas en CCMs sin mediador que afectan el transporte de electrones. Estudio de la ecología microbiana en la CCMs. Evaluar diferentes fuentes de microorganismos y sustratos con variada composición química que puedan ser potenciales combustibles en celdas de diferente configuración, diseño, caracterización y desempeño de CCMs. Selección, elaboración y evaluación de biocátodos capaces de usar no solamente oxígeno sino también otros contaminantes como posibles aceptores de electrones. Estudiar los mecanismos de transferencia de electrones desde el cátodo al microorganismo, valorar la predominancia de reacciones de transferencia directa con participación importante de citocromos tipo hidrogenasas, y reacciones de transferencia indirecta con mediadores redox naturales tales como PQQ (pirroloquinolinaquinona). Estudiar el efecto de la distancia entre electrodos en las celdas, tiempos de reacción y otras variables ambientales sobre la densidad de potencia y la eficiencia coulombica. Prototipo y evaluación. (2018-2021) Propuesta CONACYT

