

## ANEXO

### 1-IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Fitorremediación

Carácter de asignatura: Optativa

Cátedra/Área/Departamento: Cátedra de Química Inorgánica y Analítica – Departamento de Recursos Naturales y Ambiente

Carrera: Ciencias Ambientales

Período lectivo: 2022 – 2024

### 2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Duración: Cuatrimestral

Profesor responsable de la asignatura: Arreghini Silvana

Equipo Docente: Serafini Roberto José María, Arreghini Silvana, Auguet Silvana Laura, Weigandt Cristian Fernando, Do Carmo Luis Ignacio, Arnedillo Gonzalo Miguel, Iorio Alicia Rosa F. de

Carga horaria para el estudiante: SESENTA y CUATRO (64) horas – CUATRO (4) créditos (dos clases semanales de dos horas cada una).

Correlativas requeridas: Ecología (Regular), Microbiología Ambiental (Regular)

*Para aprobar la asignatura deberán acreditarse como aprobadas las correlatividades requeridas para sus cursado*

Modalidad: Curso

### 3. FUNDAMENTACIÓN

La economía argentina presenta sectores agropecuarios y agroindustriales altamente competitivos, con una elevada proporción de productos primarios indiferenciados (*commodities*) en los volúmenes totales exportados. Al existir pocas posibilidades de influir en los precios de comercialización, pues estos son fijados principalmente en los mercados internacionales, las opciones de crecimiento se basan en el incremento de la producción y en el aumento de la eficiencia. Esto conlleva una mayor presión sobre los ecosistemas naturales y genera severos problemas de contaminación, tanto en los ambientes rurales como en los periurbanos.

La generalización del uso de fertilizantes para reponer los nutrientes extraídos por la agricultura, el incremento en el uso de plaguicidas, y la tendencia al confinamiento de las producciones animales en pequeñas superficies conducen a la liberación al ambiente de altas cargas de materia orgánica, macro y micronutrientes y de compuestos orgánicos refractarios. En zonas urbanas y periurbanas, la actividad industrial, en general escasamente tecnificada, contribuye con la emisión de contaminantes metálicos a la fase líquida y eventualmente a la atmósfera como aerosoles. Las descargas domiciliarias diversifican la matriz de contaminación al aportar además microorganismos patógenos y disruptores endócrinos.

Las plantas vasculares son capaces de utilizar con gran eficiencia la energía proveniente del sol para la fijación de dióxido de carbono y la consiguiente producción de biomasa. Las plantas acuáticas se destacan además por ser eficientes colonizadoras y presentar altas tasas de crecimiento y de capacidad dispersiva, lo cual les otorga claras ventajas

competitivas para prosperar en ambientes transicionales como los humedales.

La fitorremediación se presenta como una alternativa para el tratamiento de efluentes y sitios degradados valiéndose de las particulares aptitudes de las plantas vasculares. Se han realizado numerosas investigaciones en esta temática, principalmente en los ambientes terrestres, donde se han identificado y evaluado especies indicadoras e hiperacumuladoras de contaminantes. En el caso de los humedales, en el seno de la Cátedra de Química Inorgánica y Analítica se han realizado las primeras investigaciones de la FAUBA tendientes a establecer las estrategias de las plantas acuáticas para prosperar en ambientes contaminados con metales pesados, y remediar efluentes contaminados por actividades agropecuarias.

La presente asignatura propone integrar los sustentos teóricos que subyacen a las estrategias de fitorremediación, capacitando a los estudiantes en el diseño y construcción de humedales artificiales para el tratamiento de efluentes contaminados. La importancia de la labor de construcción de un humedal a escala de laboratorio, que representará el núcleo central de la materia, parte del supuesto de que la demanda ambiental de la sociedad evolucionará y requerirá que los futuros profesionales cuenten con capacidades científicas y técnicas que les permitan superar las limitaciones impuestas por las tareas de asesoramiento y análisis.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **Objetivo General**

Que los estudiantes logren adquirir e integrar los conocimientos necesarios para diseñar, construir y operar un sistema de tratamiento de efluentes a escala de laboratorio, basándose en técnicas de fitorremediación, a partir de una exposición detallada de las bases físicas, químicas y biológicas del proceso, realizando las determinaciones fisicoquímicas pertinentes y evaluando la eficiencia global del sistema.

##### **Objetivos Específicos**

Que los estudiantes logren

- Adquirir los conocimientos necesarios para comprender los procesos físicos, químicos y biológicos subyacentes a la fitorremediación.
- Adquirir la capacidad técnica para construir sistemas de tratamiento de efluentes mediante el empleo de humedales construidos.
- Adquirir destreza en determinaciones analíticas de parámetros regulados por la normativa ambiental.
- Evaluar la capacidad remediadora del sistema implementado.

#### **5. CONTENIDOS**

##### **5.1. Contenidos mínimos**

Tecnologías de remediación de contaminantes. Fitorremediación de ambientes terrestres y acuáticos. Humedales naturales y construidos. Tipos. Importancia ambiental. Flujo de materia y energía en humedales. Diseño de humedales construidos. Adaptaciones específicas en plantas de humedales. Interacciones ecológicas. Procesos de remoción y/o estabilización de contaminantes en humedales. Mecanismos de acción tóxica de metales en plantas de humedales. Fitorremediación en ambientes urbanos.

##### **5.2. Contenidos desarrollados**

### Unidad 1:

Remediación de ambientes contaminados: nociones generales. Tecnologías de fitorremediación: Aspectos físicos, geoquímicos y biológicos. Fitorremediación de ambientes terrestres y acuáticos. Dinámica de los contaminantes en el sistema planta-agua-sedimento/suelo. Riesgo de transferencia a la red trófica. Humedales construidos para el tratamiento de efluentes. Tipos de humedales construidos. Definiciones y usos.

### Unidad 2:

Flujos de materia y energía en humedales. Procesos de remoción de material particulado, nutrientes y contaminantes. Eficiencias de remoción. Tipos de efluentes a remediar. Parámetros considerados por la normativa para el vertido de efluentes.

### Unidad 3:

Diseño de humedales construidos. Cálculos para el dimensionamiento. Diferentes tipos de sustratos. Especies vegetales frecuentemente utilizadas. Cálculo de tasas de crecimiento y/o producción de biomasa aérea. Aclimatación del humedal y relación con la microbiota.

### Unidad 4:

Productores primarios en humedales. Adaptaciones anatómicas y funcionales de las plantas de humedales. Importancia del tejido aerenquimático y de la propagación vegetativa en plantas acuáticas. Asociaciones con hongos y microorganismos. Descomposición de la biomasa. Concepto sumidero-fuente de contaminantes.

### Unidad 5:

Mecanismos de remoción de carbono orgánico en humedales: oxidación aeróbica y anaeróbica. Mecanismos de remoción de nitrógeno orgánico e inorgánico en humedales. Producción de gases nitrogenados con efectos ambientales adversos en humedales. Mecanismos de remoción de fósforo, orgánico e inorgánico, en humedales. Dinámica del azufre en humedales.

### Unidad 6:

Fitorremediación de sustratos contaminados con metales. Mecanismos de acción tóxica de metales esenciales y no esenciales sobre plantas de humedales. Superficies de intercambio de iones y fenómenos de sorción. Estrategias de tolerancia a los contaminantes metálicos en plantas de humedales.

### Unidad 7:

Fitorremediación de suelos con plantas terrestres. Plantas frecuentemente utilizadas. Explotación agronómica de suelos contaminados con metales. Riesgos de transferencia a la red trófica. Fitorremediación en el ambiente urbano.

## **6. METODOLOGIA DIDACTICA y FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA**

La materia se organizará alrededor de un trabajo de laboratorio integrador a cargo de los estudiantes que consistirá en el diseño, construcción, puesta en operación y evaluación de rendimiento de un sistema de tratamiento de aguas residuales en base a un humedal construido. Dada la necesidad de relacionar los fundamentos de la fitorremediación con la dinámica experimental y constructiva, las clases teóricas se integrarán con las prácticas de laboratorio y con el análisis de los datos experimentales.

Trabajo Práctico: Construcción y operación de un humedal a escala de laboratorio para el tratamiento de efluentes provenientes de actividades agropecuarias intensivas (Tambos,

feedlots, granjas de cerdos) y/o agroindustrias.

Se diseñará un humedal considerando una relación superficie/volumen y un sustrato adecuado para el tratamiento del efluente propuesto. Se analizarán los principales parámetros del efluente a tratar (pH, conductividad eléctrica, potencial redox, porcentaje de materia seca, DQO, nutrientes, metales, etc.). Se evaluarán los parámetros hidráulicos óptimos para el funcionamiento del humedal.

A partir de las muestras de efluentes sin tratar y efluentes tratados se evaluará la eficiencia del humedal a través de las determinaciones de DQO, pH, conductividad eléctrica, potencial redox, porcentaje de materia seca, nitrógeno Kjeldahl, amonio, nitrato, nitrito, fósforo reactivo soluble, fósforo total, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y sólidos totales disueltos según APHA (1992).

Está previsto el desarrollo de este trabajo práctico en una total de entre 8 y 10 clases, intercaladas con las clases teóricas que brindarán los conceptos requeridos.

## **7. FORMAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realizará a partir de dos parciales teórico-prácticos y una exposición de los resultados del trabajo de laboratorio. Al finalizar la materia los estudiantes deberán exponer conjuntamente los resultados de sus investigaciones y en base a la experiencia acumulada proponer opciones superadoras de manejo o bien alternativas de implementación de las estrategias de fitorremediación en situaciones reales

Para aprobar la asignatura el estudiante deberá:

- a) acreditar al menos un 75% de asistencia a las clases
- b) aprobar los parciales y el trabajo final con una nota mayor o igual a cuatro (4) puntos en una escala numérica de 0-10, que implica haber alcanzado al menos el logro del 60 % de las capacidades y competencias fijadas como objetivos.

Es estudiante que no cumpla con los requisitos establecidos quedará en condición de Libre como única alternativa posible.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

### **8.1. Bibliografía obligatoria**

Kadlec RH, Wallace S. 2009. Treatment wetlands. 2nd ed. Taylor & Francis Group, LLC.

Vymazal J (Ed.). 1999. Nutrient cycling and retention in natural and constructed wetlands. Backhuys Publishers. 198pp.

Vymazal J. (Ed.)2003. Wetlands: nutrients, metals and mass cycling. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.

USEPA. 2020. Introduction to Phytoremediation. EPA/600/R-99-107

### **8.2. Bibliografía complementaria**

APHA – AWWA – WPCF. 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos. S. A. Madrid, España.

Autoridad del Agua. Resolución 336/2003.

FAO. 2003. Standards for Effluent Discharge Regulations.

Skoog DA, West DM, Holler FJ, Crouch SR. 2000. Química Analítica. 7ª ed., McGraw-Hill, México.

USEPA. 2006. Wastewater Technology Fact Sheet Wetlands: Subsurface Flow.

Wilson JB, Lee WG. 2000. C-S-R Triangle Theory: Community-Level Predictions, Tests, Evaluation of Criticisms, and Relation to Other Theories. *Oikos* 91(1): 77-96

CL.



## Anexo Resolución Consejo Directivo

### Hoja Adicional de Firmas

*1821 Universidad de Buenos Aires*

**Número:**

**Referencia:** ANEXO - Asignatura Optativa Fitorremediación para la LICIA - EE  
04742809/21

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 5 pagina/s.