



# Sílabo de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales

## I. Datos generales

<b>Código</b>	ASUC 00901			
<b>Carácter</b>	Electivo			
<b>Créditos</b>	3			
<b>Periodo académico</b>	2022			
<b>Prerrequisito</b>	Ninguno			
<b>Horas</b>	<b>Teóricas:</b>	2	<b>Prácticas:</b>	2

## II. Sumilla de la asignatura

---

La asignatura corresponde al área de electivos, es de naturaleza teórico- práctica. Tiene como propósito desarrollar en el estudiante la capacidad de aplicar y analizar las operaciones y procesos empleados en el tratamiento de aguas residuales industriales.

**La asignatura contiene:** Marco normativo de descarga y eliminación. Muestreo y análisis de aguas residuales industriales. Estudio y caracterización. Enfoque de la gestión de aguas residuales industriales. Prevención y minimización de residuos. Flujo y carga de nivelación. Separación y manejo de sólidos. Eliminación de grasas y aceites. Control de pH. Separación de constituyentes inorgánicos y orgánicos. Instrumentación y control de procesos.

---

## III. Resultado de aprendizaje de la asignatura

---

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de aplicar la caracterización y clasificación de aguas residuales, seleccionando alternativas tecnológicas disponibles para la gestión y tratamiento de aguas residuales industriales.

Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

---



#### IV. Organización de aprendizajes

<b>Unidad I</b>		Duración en horas	16
<b>Marco normativo, muestreo y análisis, estudio y caracterización de aguas residuales industriales</b>			
<b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar la legislación vigente, generar y gestionar indicadores de calidad ambiental referidos al agua.		
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Normas legales, organismos competentes en la gestión del agua</li> <li>✓ Caracterización, clasificación y calidad de aguas residuales y efluentes de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identifica los organismos, sectores y sus competencias, relacionadas con la gestión del agua.</li> <li>✓ Clasifica las aguas residuales por tipo de actividad industrial.</li> <li>✓ Identifica los parámetros de calidad de las aguas residuales y de los efluentes del tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valora y promueve la importancia, implicancia e impacto del tratamiento de aguas residuales industriales.</li> </ul>	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de desarrollo</li> </ul>		
Bibliografía (básica y complementaria)	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Environment Federation. (2008). Industrial wastewater management, treatment, and disposal. 3a ed. EEUU: McGraw-Hil.</li> </ul> <p><b>Complementaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranade, V. y Bhandari, V. (2014). Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse. 1a ed. Reino Unido: Butterworth- Heinemann.</li> <li>• Metcalf, R. 2014, "Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización", McGraw-hill/Interamericana de España, S.A.</li> <li>• Arundel, J. (2002). Tratamientos de aguas negras y efluentes industriales. San José: Editorial Acribia S.A.</li> <li>• Romero, A. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. 3ª ed. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.</li> <li>• Linvil, G. (1961). "Unit Operations of Sanitary Engineering". John Wiley &amp; Sons, Inc. New York</li> </ul>		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de aguas <i>residuales industriales</i> <a href="https://slideplayer.es/slide/5526204/">https://slideplayer.es/slide/5526204/</a></li> </ul>		



<b>Unidad II</b> <b>Gestión, prevención y minimización de aguas residuales industriales</b>		Duración en horas	16
<b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de plantear y gestionar sistemas de tratamiento de aguas residuales, con criterios de prevención y minimización.		
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>	
✓ Diagramas de flujo. Balances de masa. Operaciones físicas, químicas y bioquímicas en el tratamiento de aguas residuales industriales. ✓	✓ Elabora e interpreta diagramas de flujo, identifica las diferentes operaciones que componen un sistema. ✓ Realiza balances de masa en el sistema de tratamiento ✓ Plantea sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales, con criterios de prevención y minimización	✓ Establece, organiza e integra equipos multidisciplinares para la prevención y minimización o tratamiento de aguas residuales industriales.	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de desarrollo</li> </ul>		
Bibliografía (básica y complementaria)	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Environment Federation. (2008). Industrial wastewater management, treatment, and disposal. 3a ed. EEUU: McGraw-Hil.</li> </ul> <b>Complementaria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranade, V. y Bhandari, V. (2014). Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse. 1a ed. Reino Unido: Butterworth- Heinemann.</li> <li>• Metcalf, R. 2014, "Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización". McGraw-hill/Interamericana de España S.A.</li> <li>• Arundel, J. (2002). Tratamientos de aguas negras y efluentes industriales. San José: Editorial Acribia S.A.</li> <li>• Romero, A. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. 3ª ed. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.</li> <li>• Linvil, G. (1961). "Unit Operations of Sanitary Engineering". John Wiley &amp; Sons, Inc. New York</li> </ul>		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de aguas residuales industriales <a href="https://youtu.be/9MG0VktJVs">https://youtu.be/9MG0VktJVs</a></li> </ul>		



Unidad III		Duración en horas	16
<b>Tratamientos primarios, secundarios, terciarios y avanzados.</b> <b>Manejo de lodos</b>			
<b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de seleccionar la configuración de los componentes de una planta de tratamiento y gestionar sus productos o residuos de acuerdo a la normatividad vigente.		
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>	
✓ Control de contaminantes orgánicos. Tratamientos primarios, secundarios, terciarios y avanzados. ✓ Aireación, coagulación, floculación, adsorción, oxidación, micro y ultra filtración.	✓ Conoce y selecciona los componentes para el control de contaminantes orgánicos. ✓ Conoce y aplica las etapas secuenciales del tratamiento, aplicando procesos aeróbicos o anaeróbicos. ✓ Conoce y aplica los mecanismos de aireación, coagulación, floculación, adsorción, oxidación, micro y ultra filtración, y otros pertinentes. ✓ Realiza prueba de jarras u otra pertinente a escala de laboratorio para el control de contaminantes orgánicos	✓ Establece y organiza con criterio eco eficiente el control de contaminantes orgánicos del agua residual industrial.	
<b>Instrumento de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de desarrollo</li> <li>• Lista de cotejo de práctica de laboratorio</li> </ul>		
<b>Bibliografía (básica y complementaria)</b>	<b>Básica:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Environment Federation. (2008). Industrial wastewater management, treatment, and disposal. 3a ed. EEUU: McGraw-Hil.</li> </ul> <b>Complementaria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranade, V. y Bhandari, V. (2014). Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse. 1a ed. Reino Unido: Butterworth- Heinemann.</li> <li>• Metcalf, R. 2014, "Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización", McGraw-hill/Interamericana de España, S.A.</li> <li>• Arundel, J. (2002). Tratamientos de aguas negras y efluentes industriales. San José: Editorial Acribia S.A.</li> <li>• Romero, A. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. 3ª ed. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.</li> <li>• Linvil, G. (1961). "Unit Operations of Sanitary Engineering". John Wiley &amp; Sons, Inc. New York</li> </ul>		
<b>Recursos educativos digitales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de tratamiento de contaminantes orgánicos <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ktxKQC4FWc8">https://www.youtube.com/watch?v=ktxKQC4FWc8</a></li> </ul>		



<b>Unidad IV</b>		Duración en horas	16
<b>Neutralización, precipitación, oxidación, control de pH y manejo de subproductos. Instrumentación y control</b>			
<b>Resultado de aprendizaje de la unidad</b>	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de caracterizar y gestionar la contaminación inorgánica (metales y otros en drenajes ácidos), contaminación por cianuros y por compuestos orgánicos refractarios, de acuerdo a la normatividad vigente.		
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Drenaje ácido, condiciones de generación.</li> <li>✓ Tratamiento de aguas ácidas y recuperación de metales</li> <li>✓ Oxidación avanzada, destrucción de cianuros y compuestos orgánicos refractarios</li> <li>✓ Ultrafiltración, osmosis inversa, nanotecnología</li> <li>✓ Mantenimiento, instrumentación y control de procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identifica las condiciones de generación de drenaje ácido, para plantear un esquema de neutralización y recuperación de metales.</li> <li>✓ Aplica la oxidación avanzada en la destrucción de cianuros y otros contaminantes orgánicos refractarios.</li> <li>✓ Aplica la ultrafiltración, osmosis inversa y principios de nanotecnología.</li> <li>✓ Plantea programas de mantenimiento, sistemas de instrumentación y control de procesos de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Establece y organiza con criterio eco eficiente el control de contaminantes inorgánicos y orgánicos refractarios del agua residual industrial.</li> </ul>	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de desarrollo</li> <li>• Lista de cotejo de práctica de laboratorio</li> </ul>		
Bibliografía (básica y complementaria)	<p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Environment Federation. (2008). Industrial wastewater management, treatment, and disposal. 3a ed. EEUU: McGraw-Hil.</li> </ul> <p><b>Complementaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranade, V. y Bhandari, V. (2014). Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse. 1a ed. Reino Unido: Butterworth- Heinemann.</li> <li>• Metcalf, R. 2014, "Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización", McGraw-hill/Interamericana de España, S.A.</li> <li>• Arundel, J. (2002). Tratamientos de aguas negras y efluentes industriales. San José: Editorial Acribia S.A.</li> <li>• Romero, A. (2004). Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. 3ª ed. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.</li> <li>• Linvil, G. (1961). "Unit Operations of Sanitary Engineering". John Wiley &amp; Sons, Inc. New York</li> </ul>		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de tratamiento de contaminantes inorgánicos <a href="https://slideplayer.es/slide/9655449/release/woothee">https://slideplayer.es/slide/9655449/release/woothee</a></li> </ul>		



## V. Metodología

Los contenidos y actividades se desarrollarán siguiendo la secuencia teórico-práctica, y las sesiones de aprendizaje estarán enmarcadas en los resultados de aprendizaje de cada unidad. El desarrollo de la asignatura empleará un sistema de aprendizaje de modo multimodal: de clases magistrales, aprendizaje basado en problemas, exposiciones (de docente a estudiante), debates, análisis y solución de casos y ejercicios, discusión de lecturas y trabajos colaborativos para el desarrollo de un proyecto semestral (aprendizaje basado en proyectos), por grupos formados por afinidad y estableciendo roles, lecturas de textos, salida de campo; además, se promueve el uso del aula virtual para una comunicación fluida entre los participantes y para compartir material de trabajo.

## VI. Evaluación

Rubros	Comprende	Instrumentos	Peso
<b>Evaluación de entrada</b>	Prerrequisitos o conocimientos de la asignatura	Prueba de desarrollo	Requisito
Consolidado 1	Unidad I	Ficha de informe de avance de proyecto	20%
	Unidad II	Lista de cotejo del trabajo colaborativo por equipos	
<b>Evaluación parcial</b>	Unidad I y II	Prueba de desarrollo	20%
Consolidado 2	Unidad III	Ficha de prácticas de laboratorio	20%
	Unidad IV	Lista de cotejo del proyecto semestral por equipos	
<b>Evaluación final</b>	Todas las unidades	Prueba de desarrollo	40%
<b>Evaluación sustitutoria (*)</b>	Todas las unidades	Prueba de desarrollo	

(\*) Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores

**Fórmula para obtener el promedio:**

$$PF = C1 (20 \%) + EP (20 \%) + C2 (20 \%) + EF (40 \%)$$