



Sílabo de Tratamiento de Aguas Residuales

I. Datos generales

Código	ASUC 00900			
Carácter	Obligatorio			
Créditos	3			
Periodo académico	2020			
Prerrequisito	Balance de Materia y Energía			
Horas	Teóricas:	2	Prácticas:	2

II. Sumilla de la asignatura

La asignatura corresponde al área de estudios de especialidad, es de naturaleza teórico-práctica. Tiene como propósito desarrollar en el estudiante la capacidad de explicar y examinar procesos de tratamiento del agua residual para reducir o remover los agentes contaminantes antes del vertimiento o descarga.

La asignatura contiene: Ingeniería y tratamiento sustentable de aguas residuales. Reactores químicos y cinética de reacción. Microbiología de aguas residuales. Procesos de purificación natural. Tratamientos fundamentales de aguas residuales: tratamiento preliminar, primario, secundario. Clarificación secundaria. Tratamiento anaerobio de aguas residuales. Procesamiento y disposición segura de lodos. Procesos de tratamiento avanzado.

III. Resultado de aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de diagnosticar y proponer alternativas de tecnologías de tratamientos de aguas residuales de acuerdo con las características y cantidad del agua residual.



IV. Organización de aprendizajes

Unidad I Información del agua residual		Duración en horas	12
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de muestrear, caracterizar y analizar los resultados de las analíticas de las aguas residuales comparando con el marco legal nacional e internacional, además analiza un artículo científico sobre el tratamiento de agua residual.		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Importancia y tipos de muestreo. ✓ Caracterización y análisis de resultados de la analítica del agua residual. ✓ Determinación de caudales de aguas residuales. ✓ Marco legal nacional e internacional. ✓ Entidades públicas involucradas para la gestión del tratamiento de aguas residuales. ✓ Artículos científicos con respecto al tratamiento de aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiliza el tipo de muestreo adecuado para obtener las muestras de aguas residuales. ✓ Identifica las características físicas, químicas y biológicas del agua residual. ✓ Analiza la normatividad vigente y la compara con la normativa internacional en materia de agua residual. ✓ Conoce las entidades públicas peruanas que intervienen en el tratamiento de aguas residuales. ✓ Analiza un artículo científico sobre tratamiento de aguas residuales. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es consciente de la importancia de conocer las características del agua residual para su posterior tratamiento del agua residual. 	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de cotejo 		
Bibliografía (básica y complementaria)	<p>Básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riffat, R. (2013). <i>Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering</i>. (1° ed.). EEUU: CRC Press. <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orozco, Á. (2005). <i>Bioingeniería de Aguas Residuales: Teoría y Diseño</i>. (1° ed.). Colombia: Acodal. • Russell, D. (2012). <i>Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico</i>. (1° ed.). España: Editorial Reverté. 		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> • Libro Wastewater https://drive.google.com/open?id=1m59fenNeBx-J4eNjESQwvcnqjce6YUOm • Tratamiento de aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1GCb8sE6C5iNf0mSAzp4ltmtLsjpbxb4 • Aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1SOXLo-fYA0IMVhFM_ZIPZh_G_fHRgL_t • Quispe, R., Soto, M., Ingaruca, E., Bulege, W. y Custodio, M. (2019). Optimization of the operation of a municipal wastewater treatment plant with hydrocotyle ranunculoides. Journal, Article. Journal of Ecological Engineering. Volume 20, Issue 9, 2019, Pages 228-236. DOI: 10.12911/22998993/112486 http://www.jeeng.net/Optimization-of-the-Operation-of-a-Municipal-Wastewater-Treatment-Plant-with-Hydrocotyle,112486,0,2.html 		



Unidad II		Duración en horas	20
Criterios básicos y tecnológicos para el tratamiento de las aguas residuales			
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales con las tecnologías existentes para la depuración del agua residual.		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesos físicos, químicos y biológicos para la depuración del agua residual. ✓ Tratamiento preliminar. Cribas y rejillas, desarenadores, separación de grasas y aceites, Tanques de homogenización. ✓ Tratamiento primario, tanque Imhoff, sedimentación, floculación, filtración ✓ Tratamiento secundario, procesos de transferencia de oxígeno ✓ Tratamiento aerobio, anaerobio. Sedimentación, coagulación – floculación, filtración, adsorción con carbón activado. Oxidación química ✓ Tecnologías intensivas, extensivas y mixtas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conoce los métodos de tratamientos físicos, químicos y biológicos para la depuración de aguas residuales. ✓ Conoce las tecnologías existentes para la depuración del agua residual. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Valora críticamente los procesos y las tecnologías para la depuración del agua residual. 	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de cotejo 		
Bibliografía (básica y complementaria)	<p>Básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riffat, R. (2013). <i>Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering</i>. (1° ed.). EEUU: CRC Press. <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orozco, Á. (2005). <i>Bioingeniería de Aguas Residuales: Teoría y Diseño</i>. (1° ed.). Colombia: Acodal. • Russell, D. (2012). <i>Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico</i>. (1° ed.). España: Editorial Reverté. • Ferrer, J y Seco, A. (2011) <i>Tratamiento Físicos y Químicos de Aguas Residuales</i>. (1° ed.). España: Editorial Universitat Politècnica de València. • Ferrer, J y Seco, A. (2012) <i>Tratamiento Biológico de Aguas Residuales</i>. (2° ed. Reimpresión). España: Editorial Universitat Politècnica de València. 		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> • Libro Wastewater https://drive.google.com/open?id=1m59fenNeBx-J4eNjESQwvcnqjce6YUOm • Tratamiento de aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1GCb8sE6C5iNf0mSAzp4ltmtLsjpbxb4 • Aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1SOXLo-fYA0IMVhFM_ZIPZh_G_fHRgL_t • Quispe, R., Soto, M., Ingaruca, E., Bulege, W. y Custodio, M. (2019). Optimization of the operation of a municipal wastewater treatment plant with hydrocotyle ranunculoides. <i>Journal, Article. Journal of Ecological Engineering</i>. Volume 20, Issue 9, 2019, Pages 228-236. DOI: 10.12911/22998993/112486 http://www.jeeng.net/Optimization-of-the-Operation-of-a-Municipal-Wastewater-Treatment-Plant-with-Hydrocotyle,112486,0,2.html 		



Unidad III		Duración en horas	24
Proceso de remoción de los agentes contaminantes			
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los procesos de remoción de los contaminantes, los procesos cinéticos en un reactor y la importancia de la microbiología del agua residual, además explica la simulación con un software de uso libre el proceso de depuración de agua residual.		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipos de reactores en los procesos. ✓ Cinéticas de las reacciones de los organismos presente en el agua residual. ✓ Organismos mas importantes que intervienen en los sistemas de tratamientos biológicos. ✓ Simulación con software de uso libre en la depuración de agua residual. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiliza un tratamiento consistente para obtener un agua depurada, tal que permita su vertido sin perjuicio al medio receptor. ✓ Combina los diferentes tipos de tratamiento para obtener la mejor alternativa de tratamiento para efluentes. ✓ Reúne los conceptos obtenidos y da soluciones a efluentes residuales industriales y domésticas. ✓ Explica la simulación del proceso de depuración de agua residual. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Valora críticamente el proceso de remoción de los agentes que contaminan el agua. 	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de cotejo 		
Bibliografía (básica y complementaria)	<p>Básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riffat, R. (2013). <i>Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering</i>. (1° ed.). EEUU: CRC Press. <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orozco, Á. (2005). <i>Bioingeniería de Aguas Residuales: Teoría y Diseño</i>. (1° ed.). Colombia: Acodal. • Russell, D. (2012). <i>Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico</i>. (1° ed.). España: Editorial Reverté. 		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> • Libro Wastewater https://drive.google.com/open?id=1m59fenNeBx-J4eNjESQwvcnqjce6YUOm • Tratamiento de aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1GCB8sE6C5iNf0mSAzp4ltmtLsjpbxb4 • Aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1SOXLo-fYA0IMVhFM_ZIPZh_G_fHRgL_t <p>Quispe, R., Soto, M., Ingaruca, E., Bulege, W. y Custodio, M. (2019). Optimization of the operation of a municipal wastewater treatment plant with hydrocotyle ranunculoides. <i>Journal, Article. Journal of Ecological Engineering</i>. Volume 20, Issue 9, 2019, Pages 228-236. DOI: 10.12911/22998993/112486 http://www.jeeng.net/Optimization-of-the-Operation-of-a-Municipal-Wastewater-Treatment-Plant-with-Hydrocotyle,112486,0,2.html</p>		



Unidad IV		Duración en horas	8
Gestión de los residuos y disposición del efluente de la depuración del agua residual			
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de proponer y aplicar un enfoque de economía circular aplicado a la gestión de los residuos obteniendo en los diferentes procesos de tratamiento (fangos) y proponer una adecuada disposición del efluente del agua residual (agua depurada).		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gestión de los residuos del sistema de depuración del agua residual. ✓ Alternativas de Tecnologías Ecoeficientes para el Tratamiento y reúso de aguas residuales domésticas. ✓ Disposición del efluente del sistema de tratamiento de agua residual. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Propone y aplica un enfoque de economía circular. ✓ Adapta soluciones frente al problema de los productos obtenidos en una planta de tratamiento de aguas. ✓ Identifica las características de los fangos y tecnologías disponibles para estabilizar el lodo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Valora críticamente el reaprovechamiento de los residuos y del efluente (agua depurada) de sistema de tratamiento de agua residual. 	
Instrumento de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Rúbrica de evaluación 		
Bibliografía (básica y complementaria)	<p>Básica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riffat, R. (2013). <i>Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering</i>. (1° ed.). EEUU: CRC Press. <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orozco, Á. (2005). <i>Bioingeniería de Aguas Residuales: Teoría y Diseño</i>. (1° ed.). Colombia: Acodal. • Russell, D. (2012). <i>Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico</i>. (1° ed.). España: Editorial Reverté. 		
Recursos educativos digitales	<ul style="list-style-type: none"> • Libro Wastewater https://drive.google.com/open?id=1m59fenNeBx-J4eNjESQwvcnqjce6YUOm • Tratamiento de aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1GCb8sE6C5iNf0mSAzp4ltmtLsjpbxb4 • Aguas residuales https://drive.google.com/open?id=1SOXLo-fYA0IMVhFM_ZIPZh_G_fHRgL_t <p>Quispe, R., Soto, M., Ingaruca, E., Bulege, W. y Custodio, M. (2019). Optimization of the operation of a municipal wastewater treatment plant with hydrocotyle ranunculoides. <i>Journal, Article. Journal of Ecological Engineering</i>. Volume 20, Issue 9, 2019, Pages 228-236. DOI: 10.12911/22998993/112486 http://www.jeeng.net/Optimization-of-the-Operation-of-a-Municipal-Wastewater-Treatment-Plant-with-Hydrocotyle,112486,0,2.html</p>		



V. Metodología

Para el desarrollo de la asignatura se aplicará el Aprendizaje Basado en Proyectos.

Los contenidos y actividades se desarrollarán en forma teórico – práctica, iniciando con la recuperación de saberes previos y la construcción de los contenidos propuestos.

Trabajo colaborativo:

Las exposiciones teóricas, prácticas en el laboratorio y los trabajos de investigación se realizarán en equipo, en donde los estudiantes puedan intercambiar conocimientos y habilidades para resolver problemas.

Se conformará equipos de trabajo que constará de 4 o 5 estudiantes (dos (02) mujeres y tres (03) varones o dos (02) varones y tres (03) mujeres. Si la cantidad de estudiantes entre varones y mujeres no hace posible la integración equitativa, se podrá conformar equipos de trabajo del mismo sexo o se tendrá que integrar como mínimo un varón o una mujer dentro de un equipo de trabajo.

Lectura crítica:

Cada estudiante ubicará un artículo científico referente a la asignatura. A fin de que los estudiantes puedan desarrollar las habilidades básicas de la investigación, así como la observación, descripción, referenciación entre otros. El estudiante entregará como producto de aprendizaje un mapa mental del artículo científico.

Exposición:

Las exposiciones se realizarán en equipos. El tiempo de exposición de cada equipo es de 20 minutos y dentro del equipo cada estudiante debe participar por lo menos 5 minutos de exposición.

Entregables:

1. Entrega del proyecto intangible en formato audio visual publicado en un servicio de alojamiento de videos gratuito.
2. Entrega del registro del proyecto. (Descripción del proceso de aprendizaje – según indicaciones del docente)

El docente utilizará:

- Clases participativas con apoyo audiovisual
 - Debates
 - Trabajos grupales en clase o fuera de ella
 - Salidas de campo
-



VI. Evaluación

Rubros	Comprende	Instrumentos	Peso
Evaluación de entrada	Prerrequisitos o conocimientos de la asignatura	Prueba de desarrollo	Requisito
Consolidado 1	Unidad I	Lista de cotejo	20%
	Unidad II	Lista de cotejo	
Evaluación parcial	Unidad I y II	Rúbrica de evaluación	20%
Consolidado 2	Unidad III	Lista de cotejo	20%
	Unidad IV	Lista de cotejo	
Evaluación final	Todas las unidades	Rúbrica de evaluación	40%
Evaluación sustitutoria (*)	Todas las unidades	Rúbrica de evaluación	

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

Fórmula para obtener el promedio:

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