



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

### FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

#### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

#### SILABO

#### TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

##### I. DATOS GENERALES

|      |                      |   |
|------|----------------------|---|
| 1.1  | Asignatura           | Tratamiento de Aguas Residuales         |
| 1.2  | Código               | IEL511                                  |
| 1.3  | Condición            | Electivo                                |
| 1.4  | Requisito            | Tratamiento de Agua para Consumo Humano |
| 1.5  | Nº de horas de clase | T= 02, P= 02                            |
| 1.6  | Nº de Créditos       | 03                                      |
| 1.7  | Ciclo                | IX                                      |
| 1.8  | Semestre académico   | 2022 – B                                |
| 1.9  | Duración             | 17 semanas                              |
| 1.10 | Docente              | León Ramírez, Godofredo Teodoro         |

##### II. SUMILLA

La asignatura corresponde al Área de estudios de especialidad en ingeniería, es de carácter teórico – práctico, tiene como propósito brindar al estudiante los conocimientos para establecer y definir los métodos y técnicas a cerca del tratamiento de aguas residuales industriales.

Contiene los siguientes temas: Marco conceptual y normativo. Aguas Residuales – Problemas ocasionados a la salud y al ambiente. Caracterización y Muestreo de las Aguas Residuales. Fuente de generación de aguas residuales industriales. Clasificación. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales. Criterios básicos y tecnologías de tratamiento. Reusó de Aguas Residuales industriales.

##### III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

###### 3.1 Competencia General

Formula y propone instrumentos y herramientas vinculados a la mejora de actividades de la gestión del agua residual.

###### 3.2 COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

| COMPETENCIAS  | CAPACIDADES   | ACTITUDES  |
|---|---|--|
| Precisa conceptos básicos y utiliza habilidades para revisar y ejecutar en sus proyectos de mitigación ambiental. | Analiza los conceptos relacionados al agua residual | A.1. Demostrar responsabilidad y creatividad en el trabajo individual y equipo.                                |
| Aplica el conocimiento básicos y utiliza sus habilidades en la gestión de sus proyectos                           | Aplica conocimiento                                 | A.2. Es tolerante frente a los distintos comportamientos de los demás, distintos al suyo.                      |
| Define los conceptos y compara la importancia de la teoría de las aguas residuales                                | Define conceptos                                    | A.3. Expresa libremente sus opiniones coherentemente argumentadas, sobre los problemas de los pre tratamientos |

|   |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| Analiza los conceptos de los materiales, equipos y maquinarias para su adecuada aplicación en las plantas de las aguas residuales | Define concepto       | A.4. Expresa libremente sus opiniones coherentemente argumentadas, sobre los tratamientos de efluentes. |
| Aplica los concepto en los trabajos grupales e individuales   | Analiza los conceptos | A.5. Desarrolla con responsabilidad   |

#### IV. PROGRAMACIÓN POR UNIDADES DE APRENDIZAJE

**PRIMERA UNIDAD: SISTEMA BASICO DE CONTROL.**

**DURACIÓN: Semanas: 1ra. 2da, 3ra, y 4ta Semana.**

**Fecha de Inicio: 22/08/2022**

**Fecha de Término: 12/09/2022**

**CAPACIDADES DE LA UNIDAD:**

**C1:** Al término de la 1ra semana el alumno estará capacitado en conocer los fundamentos del agua residual, calidad y tratamiento, .

Identificar las fuentes y su caracterización para determinar el proceso y plantear la hipótesis para el desarrollo de la investigación con el trabajo grupal.

**C2:** Al término de la 2da semana el alumno estará capacitado para: determinar la composición de las aguas residuales, características sanitarias, físicas, químicas, microbiológicas

**C3:** Al término de la 3ra semana el alumno estará capacitado para: examinar y evaluar las normas de calidad para aguas las aguas residuales, comparación con normas internacionales, análisis, exigencia estudios epidemiológicos, factores determinantes de la salud en zonas urbanas: físicos, económicos, social, político, cultural.

**C4:** Al término de la 4ta semana el alumno estará capacitado para: examinar y evaluar el reglamento nacional de construcción y elaboración de proyectos de saneamiento.

| SEMANA         | CONTENIDO CONCEPTUAL  | CONTENIDO PROCEDIMENTAL   | CONTENIDO ACTITUDINAL  | INDICADORES   |
|----------------|---|---|--|---|
| <b>Primera</b> | Introducción; Objetivos y alcances del tratamiento de las aguas residuales, importancia de los procesos | Analiza la importancia del tratamiento de las aguas residuales, el sistema de producción enlazando los diferentes procesos unitarios.                       | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | <b>1.</b> Presentación de compromiso para la participación de trabajos grupales |
| <b>Segunda</b> | Composición de las aguas residuales características físicas, sanitarias, químicas, microbiológicas      | Analiza la importancia del tratamiento del agua residual y los alcances en el ámbito social   | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | <b>2.</b> Presentación del tema a desarrollar durante el semestre               |
| <b>Tercera</b> | Normas de calidad para las aguas residuales   | Analiza la importancia de la norma y su alcance en el ámbito nacional   | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | <b>3.</b> Evalúa presentación en su trabajo grupal                              |
| <b>Cuarta</b>  | Elaboración de proyectos de saneamiento, reglamento nacional de la construcción                         | Analiza la importancia de la localización y el tamaño proyectado que permita la sostenibilidad en el tiempo de las plantas de tratamiento del agua residual | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | <b>4.</b> Evalúa presentación en su trabajo grupal                              |

**SEGUNDA UNIDAD: TRATAMIENTO DE VERTIDOS**

**DURACIÓN: Semanas: 5ta. 6ta y 7ta Semana.**

**Fecha de Inicio: 19/09/2022**

**Fecha de Término: 03/10/2022**

**CAPACIDADES DE LA UNIDAD:**

**C1:** Al término de la semana el alumno estará capacitado para: examinar, evaluar los sistemas de recolección de las aguas residuales

- C2: Al término de la 6ta semana el alumno estará capacitado para estudiar los métodos de tratamiento de las aguas residuales y el uso de criterios de selección de una planta, variación de caudales y caudal de diseño
- C3: Al término de la semana el alumno estará capacitado para: determinar, tipos de tratamiento y elementos de diseño de plantas de tratamiento
- C4: Práctica: Esquematación de instalaciones para el tratamiento de aguas residuales, y cálculo del tiempo de residencia

| SEMANA  | CONTENIDO CONCEPTUAL  | CONTENIDO PROCEDIMENTAL   | CONTENIDO ACTITUDINAL  | INDICADORES   |
|---------|---|---|--|---|
| Quinta  | Operaciones de recolección de aguas residuales  | Determina la importancia de recolección   | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | 1. Toma conciencia del uso de los criterios económicos.   |
| Sexta   | Estudiar los métodos de tratamiento de las agua residuales tomando en cuenta los criterios de selección adecuados | Analiza la importancia de los métodos en proceso de tratamiento del agua residual                                       | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | 2 Toma conciencia de la importancia de la localización y la sostenibilidad de la misma                      |
| Séptima | Tipos de tratamiento y elementos de diseño  | Analiza los parámetros de calidad que influyen directamente en la calidad del producto y en la eficacia del tratamiento | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | 3. Toma conciencia del uso del uso de los criterios económicos en la toma de decisión en su trabajo grupal. |

8º Semana: **PRIMER EXAMEN PARCIAL, Lunes 10 de octubre del 2022**

#### CONTINUACION SEGUNDA UNIDAD: TRATAMIENTO FISICOQUIMICO DEL AGUA RESIDUAL

DURACIÓN: Semanas: 9va. y 10a. Semana.

Fecha de Inicio: 17/10/2022

Fecha de Término: 24/10/2022

#### CAPACIDADES DE LA UNIDAD: PROCESOS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

C1: Al término de la semana el alumno estará capacitado para: conocer el tratamiento biológico tipos de sistemas aerobios, procesos de fangos activados

C2: Al término de la semana el alumno estará capacitado para: entender los tipos de del proceso biológico, tipos de sistemas aerobios, procesos de fangos activados

| SEMANA | CONTENIDO CONCEPTUAL  | CONTENIDO PROCEDIMENTAL   | CONTENIDO ACTITUDINAL  | INDICADORES  |
|--------|---|---|--|--|
| Novena | Tratamiento biológico tipos de sistemas aerobios, procesos de fangos activados  | Analiza la importancia de los tratamientos del agua residual y los diferentes sistemas          | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | 1. Toma conciencia del alcance del proceso biológico |
| Decima | Tratamiento biológico, tipos de sistemas aerobios, procesos de fangos activados | Analiza la importancia de los diferentes tipos de sistemas y procesos y su evaluación económica | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos                                 | 2. Toma conciencia del tema biológico .              |

#### TERCERA UNIDAD: TRATAMIENTO BIOLÓGICO ANAEROBIO DE AGUAS RESIDUALES Y SISTEMAS DE LAGUNAJE

**DURACIÓN:** Semanas: 11ma. y 12ava. Semana.  
**Fecha de Inicio:** 31/10/2022 **Fecha de Término:** 07/11/2022

**CAPACIDADES DE LA UNIDAD:**

**C1:** Al término de la semana el alumno estará capacitado para plantear el tratamiento anaerobio, sistemas de tratamiento anaerobio, crecimiento bacteriano y eliminación de sustrato

**C2:** Al término de la semana el alumno estará capacitado para: elaborar el plan producción de lodos y tratamiento de aguas residuales por lagunas

| SEMANA  | CONTENIDO CONCEPTUAL  | CONTENIDO PROCEDIMENTAL   | CONTENIDO ACTITUDINAL  | INDICADORES                                 |
|---------|---|---|--|---|
| Onceava | Plantear el tratamiento anaerobio, sistemas de tratamiento anaerobio crecimiento bacteriano y eliminación de sustrato | Analiza la importancia de la planificación en la producción del agua residual | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | 1. Aplica en su proyecto de campo o grupal. |
| Doceava | Producción de lodos y tratamiento de aguas residuales por lagunas   | Analiza la importancia de la operación y tratamiento de los lodos             | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | 2. Aplica en su proyecto de campo o grupal. |

**CUARTA UNIDAD: PROBLEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL, TRATAMIENTO, USO Y ELIMINACIÓN DE FANGOS**

**DURACIÓN:** Semanas: 13ava. Semana.  
**Fecha de Inicio:** 14/11/2022 **Fecha de Término:** 14/11/2022

**CAPACIDAD DE LA UNIDAD:**

**C1:** Al término de la semana el alumno estará capacitado para: examinar y evaluar características de los lodos ,digestión aerobia y anaerobia de lodos, aprovechamiento y utilización de lodos

| SEMANA   | CONTENIDO CONCEPTUAL   | CONTENIDO PROCEDIMENTAL                                      | CONTENIDO ACTITUDINAL  | INDICADORES  |
|----------|--|--|--|--|
| Treceava | Características de los lodos, digestión aerobia y anaerobia de lodos, aprovechamiento y utilización de lodos | Analiza la importancia del del tratamiento del agua residual | Reconocer la importancia de los conceptos adquiridos y los relaciona con otros temas | I1 Toma conciencia del uso de la planeación como factor determinante y su aplicación en el trabajo grupal. |

**QUINTA UNIDAD: TRATAMIENTO DE VERTIDOS INDUSTRIALES Y PRESENTACION DE LOS TRABAJOS GRUPALES**

**DURACIÓN:** Semanas: 14ava y 15ava. Semana.  
**Fecha de Inicio:** 21/11/2022 **Fecha de Término:** 28/11/2022

**CAPACIDADES DE LA UNIDAD:**

8.1 **C1:** Al término de las semanas el alumno estará capacitado para: gestionar, dirigir, controlar y evaluar los principales vertidos industriales, tratamiento de aguas residuales industriales tratamiento conjunto de las aguas residuales industriales y urbanas, tratamiento de aguas de minería

| SEMANA     | CONTENIDO CONCEPTUAL                  | CONTENIDO PROCEDIMENTAL  | CONTENIDO ACTITUDINAL                     | INDICADORES                            |
|------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Catorceava | Vertidos industriales, tratamiento de | Analiza los diferentes tipos de tratamiento de vertidos industriales | Reconocer la importancia de los conceptos | I1 Aplica los conocimientos durante el |

|                  |  |  |  |                               |
|------------------|--|--|--|-------------------------------|
| <b>Quinceava</b> | aguas residuales industriales, mineros | Se presenta y sustenta el trabajo o proyecto grupal. Asistencia obligada del equipo y de los alumnos que participan en forma activa (Cuestionamiento). | adquiridos y los relaciona con otros temas | desarrollo del trabajo grupal |
|                  | Exposición de trabajos                 |  |  |                               |

16° **Semana: EXAMEN FINAL: Lunes 05 de diciembre del 2022**

17° **Semana: Examen sustitutorio Lunes 12 de diciembre del 2022**

#### V. ESTRATEGIAS METODOLOGICAS.- (Estrategia de Enseñanza – Aprendizaje)

**Del Desarrollo de las Clases.-** Para el desarrollo de cada capítulo se efectuará la exposición teórica del tema acompañado del ejemplo práctico, utilizándose la metodología de casos, ejercicios aplicativos, exposiciones de trabajos.

Los estudiantes deberán revisar la bibliografía que se especifica para cada capítulo (semana) con el fin de que participe en la exposición de los temas de acuerdo al silabo. Cada tema que se desarrolle contará de una Introducción que se centrará en los procesos y operaciones que inciden en la industria.

Se programaran visitas de campo a plantas tratamiento de aguas residuales para reforzar los conocimientos adquiridos en el curso

**Del trabajo Grupal.-** A partir de la segunda semana de iniciado el ciclo académico se formarán equipos de trabajo, a cada equipo se le asignara un tema para su desarrollo como trabajo grupal, en la Quinta Semana se ha de presentar un primer Informe sobre el trabajo en desarrollo, el mismo que ha de contener, entre otros aspectos lo indicado en el esquema.: En la Séptima Semana se presentara el segundo informe de proyectos de trabajos grupales, con el diagrama y/o planos de construcción del proyecto a desarrollar dentro del trabajo grupal, estableciendo el análisis de costo del mismo. Desde la Novena a la Doceava Semana se revisarán los trabajos y su puesta en operación, de tal manera que se realice la exposición y el desarrollo de los trabajos grupales, entre las Catorceava y Quinceava Semana.

Trabajo una vez que haya sido concluido será expuesto en clase por los integrantes del equipo o grupo con asistencia obligada de todos los alumnos quienes intervendrán en el planteamiento de consultas o preguntas relacionadas al tema en exposición, estos trabajos merecerán su Evaluación correspondiente con peso similar a la de un Examen. El incumplimiento de presentación y desarrollo de los trabajos grupales dará lugar a una nota de Cero, la misma que impedirá a la aprobación del curso por ello la participación de los estudiantes en el trabajo grupal es de carácter obligatorio.

#### VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDACTICOS.

**Equipos :** Equipo Multimedia

**Materiales:** Copias, Separatas y Biblioteca especializadas,

#### VII. EVALUACION: Para lograr las competencias se tomará en consideración los siguientes

- Evaluación Diagnóstica: Se realiza en la clase inaugural.
- Evaluación Formativa: La evaluación es permanente e integral y tiene como propósito promover el aprendizaje del alumno. También se consideran los avances del desarrollo del proyecto de investigación grupal. Se tomará en cuenta los parámetros: puntualidad, orden, trato social, presentación personal, relaciones humanas, respeto, sentido de cooperación, personalidad, participación, iniciativa y sobre todo responsabilidad en todas sus actuaciones. Se evaluarán las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Evaluación Sumativa: Se evalúan las actividades de aprendizaje durante el desarrollo del curso en tres etapas: la permanente, los conocimientos logrados a la mitad del ciclo (examen parcial) y al final del ciclo (examen final). La nota de la asignatura se obtiene promediando la evaluación permanente (20%), el examen parcial (40%) y el examen final (40%).

La evaluación permanente resulta del promedio ponderado de las evaluaciones que corresponden al seguimiento del proceso de aprendizaje del alumno: controles de lectura, casos, trabajos aplicativos, exposición, participación en clase. El promedio de estas calificaciones proporciona la nota correspondiente, y las ponderaciones al interior de la evaluación permanente se describen en el cuadro siguiente.

| Unidades | Productos Académicos                              | Código          | Peso | % de la Unidad | Instrumentos de Evaluación |
|----------|---|-----------------|------|----------------|----------------------------|
| I y II   | Evaluación de Conocimientos: Examen Parcial       | EC <sub>1</sub> | 40%  | 50%            | Examen escrito             |
|          | Evaluación de Procedimientos: Trabajo grupal.     | EP              | 30%  |                | Rúbrica                    |
|          | Evaluación Actitudinal                            | EA              | 10%  |                | Rúbrica                    |
|          | Evaluación de Investigación Formativa             | EIF             | 15%  |                | Rúbrica                    |
|          | Evaluación de Proyección y Responsabilidad Social | EPR             | 5%   |                | Rúbrica                    |
| III y IV | Evaluación de Conocimientos: Examen Final         | EC <sub>2</sub> | 40%  | 50%            | Examen escrito             |
|          | Evaluación de Procedimientos: Trabajo grupal.     | EP              | 30%  |                | Rúbrica                    |
|          | Evaluación Actitudinal                            | EA              | 10%  |                | Rúbrica                    |
|          | Evaluación de Investigación Formativa             | EIF             | 15%  |                | Rúbrica                    |
|          | Evaluación de Proyección y Responsabilidad Social | EPR             | 5%   |                | Rúbrica                    |

El Promedio Final ( P.F.) se obtiene mediante la fórmula:

$$P.F. = 0.4*((EC_1 + EC_2) / 2) + 0.3*(EP) + 0.1*(EA) + 0.15*(EIF) + 0.05*(EPR)$$

La nota mínima aprobatoria es 11, si la nota promedio final obtenida por el estudiante presenta fracción decimal a mayor a 0,50 se redondea al entero inmediato superior; los estudiantes que al final del periodo académico excede el 30% de inasistencia sobre el total de horas de clases programadas será desaprobado en la asignatura..

#### VIII- BIBLIOGRAFIA:

- Metcalf & Eddy, 1985. INGENIERIA SANITARIA- EVACUACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES..Segunda edición, Editorial Labor S.A. España
- Degremont, 1979. MANUAL TECNICO DEL AGUA. Cuarta edición.
- American Society of Civil Engineering, 1959. Sewage Treatment Plant Desing, Manual of Engineering Practice. No 36, New York.
- Hernandez, A. 1998. Depuración de aguas residuales. 4ª. Edición, Editorial Paraninfo S.A., España.
- Ramalho, R. S. 1983. Introduction to Wastewater Treatment Processes, 2<sup>nd</sup> edition, Academic press. Inc., Nueva York, USA.
- Jaeger, C. 1956. Engineering Fluid Mechanics. Blackie, Londres.
- Mara, D. 1974. Bacteriology for Sanitary Engineering. Churchill Livingstone.
- García E. P. , Rodríguez F., R. And Polanco F.,1998. Domestic Sewage with a Two – Stages Anaerobic Reactor. International WIMEK Congress. Wageningen, The Netherlands.



Ing°. Godofredo León Ramírez  
Reg. CIP 42651  
Código Docente : 1501