

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA
SÍLABO DEL CURSO TRATAMIENTO DE AGUAS

I. DATOS GENERALES

1.1 Área	: Ingeniería
1.2 Código	: ESP39
1.3 Requisito	: Análisis Químico Cuantitativo
1.4 Ciclo	: VII
1.5 Semestre académico	: 2022-A
1.6 N° Horas de Clase	: 5 horas semanales HT: 03 horas/ HP: 02 horas
1.7 Créditos	: 03
1.8 Docente	: Mg Ing° Pedro Valderrama N
1.9 Condición	: Obligatorio
1.10. Modalidad	: Virtual

II. SUMILLA

Naturaleza: El desarrollo de la asignatura está basado en el aspecto teórico-práctico que es de carácter obligatorio y que pertenece al área de formación básica profesional.

Propósito: Conseguir que los alumnos obtengan los conocimientos básicos de los diferentes métodos de tratamiento de aguas tanto naturales como aguas residuales y que sean aplicadas adecuadamente.

Contenido: Procedencia del agua natural. Principales impurezas del agua. Proceso cal- sosa. Tratamiento general del agua. Normas de aceptación según su uso. Pasos del tratamiento en general. Corrección de dureza. Desmineralización. Desaireación por métodos químicos y físicos. Tratamiento de Aguas por Osmosis Inversa.

III. COMPETENCIAS A LAS QUE APORTA:

3.1. Competencias Generales:

CG1. Comunicación.

Transmite información que elabora para difundir conocimientos de su campo profesional, a través de la comunicación oral y escrita, de manera clara y correcta; ejerciendo el derecho de libertad de pensamiento con responsabilidad.

CG2. Trabaja en equipo.

Trabaja en equipo para el logro de los objetivos planificados, de manera colaborativa; respetando las ideas de los demás y asumiendo los acuerdos y compromisos.

CG3. Pensamiento crítico.

Resuelve problemas, plantea alternativas y toma decisiones, para el logro de los objetivos propuestos; mediante un análisis reflexivo de situaciones diversas con sentido crítico y autocrítico y asumiendo la responsabilidad de sus actos.

3.2 . Competencias específicas de la Carrera:

- a. Aplica las habilidades, conocimientos adquiridos y aptitudes y actitudes para la buena aplicación de las operaciones y procesos durante el desarrollo de su profesión.**
- b. Se orienta para aplicar y desarrollar las principales operaciones y procesos en la industria.**
- c. Recibe capacitación en los diferentes procesos y operaciones en forma experimental con el objetivo de que el estudiante logre con eficiencia en sus actividades diarias.**

IV. COMPETENCIAS DEL CURSO

Aplica criterios de diseño y emplea fórmulas matemáticas para diseñar unidades de tratamiento que permitan una adecuada y eficiente satisfacción a la demanda proyectada.

V. ORGANIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD N° 1:

C1: Define claramente términos que involucran el proceso de tratamiento de agua.

C2: Define claramente los principales contaminantes de las aguas, tanto de naturaleza física, química y microbiológica.

C3: Entienden y realizan cálculos de diseño, aireadores, tratamiento convencional, filtración.

C4: Realiza cálculos para desinfección química.

DURACIÓN: Semana 1-8.

Fecha de inicio: 04/04/2022

Fecha de término: 27/05/2022

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

<p>Capacidad de la Unidad:</p> <p>Reconoce la importancia del agua y posee los conocimientos teóricos para el uso de métodos de tratamiento para purificar diversos tipos de aguas.</p>	<p>Capacidad enseñanza aprendizaje (EA):</p> <p>Conoce como se realiza el cálculo para el diseño de unidades de tratamiento de agua potable.</p>
	<p>Capacidad de Investigación formativa (IF)</p> <p>Utiliza información bibliográfica relacionada al tratamiento de aguas, compara diversos métodos de tratamiento de aguas.</p>

PROGRAMACION DE CONTENIDOS

SEMANAS	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDO ACTITUDINALES	INDICADOR DEL APRENDIZAJE	COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA
<p>1 (Introducción al curso)</p>	<p>Introducción al curso, Ciclo Hidrológico, Procedencia del agua. Fuentes de agua. Principales impurezas del agua. Calidad de agua y contaminantes. Importancia del agua en el contexto del cambio climático. Situación del agua para consumo humano en el Perú. El Agua y el saneamiento en el contexto internacional. Objetivos de desarrollo sostenible.</p>	<p>Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas.</p>	<p>Participa activamente en los temas discutidos en clase.</p>	<p>Resuelve una serie de preguntas propuestas sobre la sostenibilidad de los servicios de agua, mediante un examen de opción múltiple.</p>	<p>Identifica adecuadamente el contexto actual del agua en el país y en el mundo, usando el conocimiento del cambio climático y los conceptos de sostenibilidad de proyectos de agua y saneamiento.</p>

<p>2 (Calidad del agua y contaminantes)</p>	<p>Características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas naturales.</p>	<p>Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Formación de grupos de trabajo para el estudio de parámetros fisicoquímicos que afectan la calidad de aguas. (Estudio de la remoción de: Arsenico, Cromo hexavelente, Plomo, Cadmio, Cobre, Hierro)</p>	<p>Participa activamente en los temas discutidos en clase. Cumple con la presentación de trabajos oportunamente.</p>	<p>Resuelve una serie de preguntas propuestas sobre la sostenibilidad de los servicios de agua, mediante un examen de opción múltiple. Presenta grupalmente temas de investigación mediante ensayos escritos y power point.</p>	<p>Analiza las características de calidad de aguas desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico para tomar decisiones sobre el diseño de unidades de tratamiento de agua potable.</p>
<p>3 (Sistemas convencionales de tratamiento de aguas)</p>	<p>Sistema convencional de Tratamiento de Aguas-I Introducción Desarenado Mezcla rápida – Coagulación Floculación</p>	<p>Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Formulación y resolución de problemas prácticos de diseño de unidades de tratamiento para procesos convencionales de tratamiento de aguas.</p>	<p>Participa activamente en los temas discutidos en clase. Cumple con la presentación de trabajos oportunamente.</p>	<p>Resuelve problemas propuestos de diseño de unidades de tratamiento de aguas para plantas convencionales.</p>	<p>Aplica criterios de diseño y emplea fórmulas matemáticas para diseñar unidades de tratamiento que permitan un adecuado tratamiento de las aguas en la etapa de tratamiento correspondiente.</p>
<p>4 (Sistemas convencionales de tratamiento de aguas)</p>	<p>Sistema convencional de Tratamiento de Aguas - II Sedimentación Filtración.</p>	<p>Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los</p>	<p>Participa activamente en los temas discutidos en clase. Cumple con la</p>	<p>Resuelve problemas propuestos de diseño de unidades de tratamiento de</p>	<p>Aplica criterios de diseño y emplea fórmulas matemáticas para diseñar unidades de</p>

		estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Formulación y resolución de problemas prácticos de diseño de unidades de tratamiento para procesos convencionales de tratamiento de aguas.	presentación de trabajos oportunamente.	aguas para plantas convencionales.	tratamiento que permitan un adecuado tratamiento de las aguas en la etapa de tratamiento correspondiente
5 (Desinfección y Procesos no convencionales de tratamiento de aguas)	Procesos de tratamiento no convencionales Sistema de Filtración en Múltiples etapas	Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas.	Participa activamente en los temas discutidos en clase. Reflexiona sobre las posibilidades del uso de tecnologías avanzadas en el tratamiento de aguas en casos prácticos.	Resuelve cuestionario de preguntas propuestas sobre el uso de tecnologías no convencionales de tratamiento de aguas.	Utiliza criterios técnicos para decidir sobre las mejores alternativas tecnológicas para el tratamiento de aguas usando procesos no convencionales de tratamiento y desinfección de aguas.
	Desinfección Cloración Ozonización Luz UV Formación de Trihalometanos	Asignación de Proyecto de Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable.			
6 (Procesos de tratamiento complementario)	Ablandamiento de aguas Dureza del Agua. Tratamiento de la dureza. Proceso cal-soda para el ablandamiento de aguas duras.	Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas.	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los temas tratados.	Resuelve problemas propuestos de diseño de unidades de tratamiento para la remoción de dureza.	Diseña procesos de tratamiento para la remoción de dureza de aguas hasta límites requeridos para procesos industriales.
7 (Otros procesos complementarios en el tratamiento de aguas)	Aireación Adsorción con carbón activado Osmosis inversa.	Presentación de diapositivas. Explicación con preguntas a los estudiantes y discusión de situaciones prácticas	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos	Resuelve cuestionario de preguntas propuestas sobre el uso de procesos complementarios de tratamiento de aguas.	Analiza las tecnologías de tratamiento más adecuadas para diversos tipos de agua y sus implicancias en su implementación

			vertidos en la sesión.		practica en términos de su factibilidad económica.
SEMANA 8: EXAMEN PARCIAL					

UNIDAD N° 2:

C5: Define y expone métodos de tratamiento de aguas residuales

C6: Utiliza datos para cálculos de reactores, unidades de tratamiento de aguas residuales por métodos convencionales

C7: Expone y recalcula proyectos de casos prácticos.

DURACIÓN: Semanas: 9-15

Fecha de inicio: 30/05/2022

Fecha de término: 01/07/2022

CAPACIDADES DE LA UNIDAD:

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	Análítica, lógica, proactiva.
	Sinérgica para realizar investigación.

SEMANAS	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INDICADORES	COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA
9 (Introducción al estudio de las aguas residuales)	Reúso de Aguas Residuales en agricultura, Sistemas Separados y Combinados, Valores Máximos Admisibles- Aguas Residuales no domésticas, Límites máximos permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, Caracterización de las Aguas Residuales, Parámetros más importantes: Ácido	Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Asignación de Proyecto de Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos vertidos en la sesión.	Resuelve cuestionario de preguntas sobre los parámetros más importantes que se consideran para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Analiza las características más importantes de las aguas residuales en función a sus parámetros físico-químicos y microbiológicos para emplear esta información en el diseño de unidades de tratamiento.

	Sulfhídrico, Algas, Bacterias, Alcalinidad, DBO, DQO.				
10 (Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales/ unidades de tratamiento preliminar de AR)	Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales. Tipos de sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales. Procesos aerobios y anaerobios. Diseño de Unidades preliminares de tratamiento de aguas (cámara de rejillas, desarenadores, sedimentador primario, tanque de equalización).	Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Desarrollo de ecuaciones y ejemplos de cálculo de unidades de preliminares de tratamiento de aguas residuales.	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos vertidos en la sesión.	Resuelve Ejercicios propuestos de diseño de unidades preliminares de tratamiento de aguas residuales.	Diagrama procesos de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a su clasificación. Identifica los parámetros de diseño de unidades de tratamiento preliminar de agua residuales.
11 (Métodos Naturales de Tratamiento de aguas residuales/ Lagunas anaerobias y lagunas facultativas)	Tratamiento natural de aguas residuales y reúso. Sistemas de Tratamiento, Lagunas anaerobias, diseño. Características y Diseño de Lagunas Facultativas. Lagunas purpuras.	Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Desarrollo de ecuaciones y ejemplos de cálculo de unidades de tratamiento de aguas residuales.	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos vertidos en la sesión.	Resuelve Ejercicios propuestos de diseño de unidades de tratamiento de aguas residuales mediante tratamientos naturales.	Identifica los parámetros más importantes para el diseño de unidades de tratamiento de aguas residuales por medio de métodos de tratamiento natural.
12 (Diseño de lagunas de maduración)	Características y diseño de lagunas de	Presentación de diapositivas.	Participa activamente en los temas	Resuelve Ejercicios propuestos	Aplica los criterios de diseño de unidades de

	maduración. Mecanismos de remoción de E. Coli, Remoción de huevos de helmintos.	Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas. Desarrollo de ecuaciones y ejemplos de cálculo de unidades de tratamiento de aguas residuales.	discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos vertidos en la sesión.	de diseño de unidades de tratamiento de aguas residuales mediante tratamientos naturales.	tratamiento natural para el diseño de procesos de tratamiento de aguas residuales.
13 (Nutrientes)	Remoción de Nutrientes: Fosforo, Nitrógeno Total, Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, Nitrógeno Total Kjeldahl (TKN), Nitrogeno Inorgánico Total, Ecuación de Reed, Amoniacó.	Presentación de diapositivas. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas.	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos vertidos en la sesión.	Resuelve cuestionario de preguntas sobre remoción de nutrientes en aguas residuales.	Analiza las características más importantes de los nutrientes y los procesos necesarios para su remoción de las aguas residuales tratadas a fin de que puedan ser dipuestas en cuerpos de agua natural o reutilizada para riego.
14 (Métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales)	Tecnologías convencionales de tratamiento de aguas residuales: Sistemas UASB o RAFA, Filtros Biológicos o Percoladores, Tanques sépticos, Tanque Imhoff.	Presentación de diapositivas que incluyen diagramas de procesos. Explicación de los temas y participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas.	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas sobre los conceptos vertidos en la sesión.	Resuelve cuestionario de preguntas sobre remoción de nutrientes en aguas residuales y resuelve ejercicios de diseño propuestos.	Aplica los criterios de diseño de procesos convencionales de tratamiento de aguas residuales para el dimensionamiento de unidades.
15 (Lodos Activados)	Sistemas de tratamiento con Lodos Activados: Tratamiento con Lodos Activados,	Presentación de diapositivas que incluyen diagramas de procesos. Explicación de los temas y	Participa activamente en los temas discutidos en clase con opiniones y preguntas	Resuelve cuestionario de preguntas sobre las características más importantes	Aplica los criterios de diseño de procesos convencionales de tratamiento de aguas residuales para el

	factores de control, sistema convencional con aireación gradual, escalonada y mezcla completa, variables de diseño, ecuaciones de diseño, modelo de mezcla completa sin recirculación y con recirculación.	participación de los estudiantes con discusión de situaciones prácticas.	sobre los conceptos vertidos en la sesión.	del proceso de lodos activados.	dimensionamiento de unidades de tratamiento por Lodos Activados.
SEMANA 16: EXAMEN FINAL					
SEMANA 17: EXAMEN SUSTITUTORIO					

VI. METODOLOGÍA

La Universidad Nacional del Callao, Licenciada por la SUNEDU tiene como fin supremo la formación integral del estudiante, quien es el eje central del proceso educativo de formación profesional; es así como el Modelo Educativo de la UNAC implementa las teorías educativas constructivista y conectivista, y las articula con los componentes transversales del proceso de enseñanza – aprendizaje, orientando las competencias genéricas y específicas. Este modelo tiene como propósito fundamental la formación holística de los estudiantes y concibe el proceso educativo en la acción y para la acción. Además, promueve el aprendizaje significativo en el marco de la construcción o reconstrucción cooperativa del conocimiento y toma en cuenta los saberes previos de los participantes con la finalidad que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos y formas de aprendizaje y prosperen en la era digital, en un entorno cambiante de permanente innovación, acorde con las nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

La Facultad de Ingeniería Química de la UNAC, en cumplimiento con lo dispuesto en la Resolución Viceministerial N°085-2020-MINEDU del 01 de abril de 2020, de manera excepcional y mientras duren las medidas adoptadas por el Gobierno con relación al estado de emergencia sanitario, se impartirá educación remota no presencial haciendo uso de una plataforma virtual educativa: espacio en donde se imparte el servicio educativo de los cursos, basados en tecnologías de la información y comunicación

(TICs).

La plataforma de la UNAC es el Sistema de Gestión Académico (SGA-UNAC) basado en Moodle, en donde los estudiantes, tendrán a su disposición información detallada del curso: el sílabo, la matriz formativa, ruta del aprendizaje, guía de entregables calificados, y los contenidos de la clase estructurados para cada sesión educativa. El SGA será complementado con las diferentes soluciones que brinda Google Suite for Educación y otras herramientas tecnológicas multiplataforma.

Las estrategias metodológicas para el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas permiten dos modalidades de aprendizaje en los estudiantes:

MODALIDAD SINCRÓNICA

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que permiten la comunicación no presencial y en tiempo real entre el docente y los estudiantes.

Dentro de la modalidad sincrónica, se hará uso de:

- **Meet Google**
- **Google Drive**

MODALIDAD ASINCRÓNICA

Forma de aprendizaje basado en el uso de herramientas que posibilitan el intercambio de mensajes e información entre los estudiantes y el docente, sin interacción instantánea. Dentro de la modalidad asincrónica, se hará uso de:

- **Foro y**
- **Tareas en el SGA**

ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE

Aula Virtual UNAC en *Moodle*, *Google Meet*, *Google Drive*.

INVESTIGACIÓN FORMATIVA

Redacción de ejemplo: se promueve la búsqueda de artículos de investigación que sirven para elaborar una monografía sobre la aplicación de las herramientas matemáticas en la investigación en Ingeniería de Alimentos. La exposición grupal de dicho trabajo permitirá conocer el nivel de desarrollo de las habilidades investigativas ha logrado el estudiante. (según corresponda al curso)

RESPONSABILIDAD SOCIAL (académica, ambiental, investigación, gestión)

La Universidad Nacional del Callao, dentro del ámbito educativo, hace frente a su función social respondiendo a las necesidades de transformación de la sociedad a nivel regional y nacional mediante el ejercicio de la docencia, la investigación y la extensión. En esa línea, la responsabilidad social académica de esta asignatura consiste en proteger y generar proyectos sostenibles de un eficiente gestión y uso racional del agua.

VII. MEDIOS Y MATERIALES (RECURSOS)

MEDIOS INFORMÁTICOS	MATERIALES DIGITALES
a) Computadora	a) Diapositivas de clase
b) Internet	b) Texto digital
c) Correo electrónico	c) Videos
d) Plataforma virtual	d) Tutoriales
e) Software educativo	e) Enlaces web
f) Pizarra digital	f) Artículos científicos

VIII. SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Rubros a evaluar	Abreviatura
EXÁMENES TEÓRICOS (ET)	
• Examen Parcial	EP
• Examen Final	EF
PRACTICAS CALIFICADAS (PC)	
• PROMEDIO DE EXAMENES PRACTICOS (QUIZ)	Q
• TRABAJO GRUPAL (PRESENTACIÓN)	A1
• TRABAJO GRUPAL (EXPOSICIÓN)	A2
LABORATORIO (L)	
• PROMEDIO DE TRABAJOS ASÍNCRONOS	TA
• PROMEDIO DE INFORMES DE LABORATORIO	INF

$$PC = \frac{Q + A1 + A2}{3}$$

$$L = \frac{TA + INF}{2}$$

Peso relativo por componente:	Examen Parcial	20%
	Examen Final	20%
	Practicas Calificadas	45%
	<u>Laboratorio</u>	<u>15%</u>
	Total	100%

$$\text{Nota Final} = EP (0.20) + EF (0.20) + PC (0.45) + L (0.15)$$

IX. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1 REFERENCIAS BASICAS

- Química del Agua. JENKINS.
- Teoría y Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua Potable. Francisco Unda O. Departamento de Publicaciones de la Universidad Católica de Chile- 1963.
- Acondicionamiento de Aguas para la Industria. Sheppard T. Powell - Centro Regional de Ayuda Técnica . Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) México . 1966

- Programa de Medio Ambiente Costero Antártico - Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú: G. Pinto Alcarraz, A. Aguirre Pillaca, R. Calixto Aburto.- 1999.

9.2 REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

- Tratamiento de Aguas Residuales - Ron Crites Tchobanoglous - Mc Graw Hill - 2001
- Calidad y Tratamiento del Agua - Manual de Suministros de Agua Comunitaria - American Water Works Association - Raymond Letterman - Mc Graw Hill Profesional 2002.
- Potabilización del Agua / 3ra. Edición / Jairo Alberto Romero Rojas / Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería _ Alfaomega Grupo Editor S.A> de C.U. _1999.
- Tratamiento de Aguas Residuales – R.S. Ramalho – Editorial Reverté S.A: - Barcelona Bogotá – Buenos Aires – Caracas – México.3ra. Edición – Mayo 2003.
- FISICOQUIMICA Y MICROBIOLOGIA DE LOS MEDIOS ACUATICOS- - TRATAMIENTOS Y CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS.- Rafael Marín Galvín.- Ediciones Diaz de Santos S.A.Madrid – 2003.
- ANALISIS DEL AGUA – E. Merck, Darmstadt (R.F. Alemania)
- **INTERNET:**
[Copyright 1998-2005 Lenntech Agua residual](#) & purificación del aire Holding
 B.V.Rotterdamseweg 402 M 2629 HH Delft, Holanda
 España México Estados Unidos Chile Perú Argentina.

X. NORMAS DEL CURSO

- Normas de etiqueta.: Normas que hay que cuidar para tener un comportamiento educado en la red.
 - ✓ Puntualidad
 - ✓ Respeto
 - ✓ Utilizar un lenguaje apropiado para no vulnerar los derechos de tus compañeros

PROGRAMA CALENDARIZADO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

SEMANAS	CONTENIDOS A DESARROLLAR
N° 02	Determinación de dureza total en el agua
N° 03	Determinación de dureza debido a Calcio y magnesio
N° 04	Análisis de Alcalinidad Total (Evaluación 1)
N° 08	Evaluación parcial (Evaluación 2)
N° 05	Determinación de cloruros en diversos tipos de agua
N° 10	Prueba de jarras dosis optima
N° 16	Evaluación Final (Evaluación 4)