UNIVERSIDAD NACIONAL
"JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN"

VICERRECTORADO ACADÉMICO

SYLLABUS

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MODALIDAD PRESENCIAL

SÍLABO POR COMPETENCIAS

CURSO:

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN AMBIENTAL

I. DATOS GENERALES

Línea de carrera	Modelación y Valoración Económica
Semestre Académico	2026 - II
Código del Curso	MSA
Créditos	3
Horas semanales	Hrs. Totales: 4 / Teóricas: 2 / Practicas: 2
Ciclo	IX
Sección	A
Apellidos y Nombres del docente	Hans Jefferson Jara Jara
Correo Institucional	
Correo personal	Hansjara92@gmail.com
N° De Celular	961497965

II. SUMILLA

El curso tiene por objetivo fortalecer en los estudiantes la capacidad representar sistemas ambientales en modelos para su análisis, identificación y solución de problemas haciendo uso de la simulación. Comprende: Modelos: Clasificación, niveles, complejidad, naturaleza y funciones. Modelos conceptuales, componentes, variables, tipos, relaciones, modelamiento. Modelos matemáticos y numéricos, paso de modelos conceptuales a modelos matemáticos o numéricos. Modelado asistido por computadora, simulación. Modelos espaciales y cartográficos. Modelos específicos aplicados a ecología, hidrología, contaminación y en general con aplicación en la ingeniería ambiental. Las actividades deben comprender elaboración de modelos de diverso orden, así como ejercicios de simulación en computadora con el uso de programas utilizados en el campo ambiental.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Aplica los conocimientos para la clasificación de los sistemas y modelos ambientales, delimitar e identificar las variables ambientales de los sistemas	Introducción a los modelos ambientales	1-4
UNIDAD II	Expone en detalle sobre la teoría de modelamiento y simulación a partir de la formulación de modelos matemáticos valorando su aplicación potenciales derrames de contaminantes en agua – Dispersión horizontal	Modelos numéricos para el control de contaminantes en agua: Uso del modelo GNOME	5-8
UNIDAD III	Expone en detalle sobre la teoría de modelamiento y simulación a partir de la formulación de modelos matemáticos valorando su aplicación potenciales derrames de contaminantes en agua – Dispersión profundidad	Modelos numéricos para el control de contaminantes en agua: Uso del programa VisualPlumes	9-12
UNIDAD IV	Expone en detalle sobre la teoría de modelamiento y simulación a partir de la formulación de modelos matemáticos valorando su aplicación potenciales derrames de contaminantes en agua	Acople de los modelos numéricos para el control de contaminantes en agua: VisualPlumes + GNOME	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

N°	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Define y conoce el sistema ambiental, identifica y reconoce sus parámetros.
2	Reconoce y analiza los tipos de sistemas.
3	Comprende la situación actual del problema que se aborda.
4	Identifica los procesos de intercambio de materia y energía a través de los componentes bióticos y abióticos
5	Conoce los pasos y variables para crear un modelo.
6	Construye, valida y evalúa modelos matemáticos para la valoración de IA
7	Crea e Interpreta modelos estadísticos para estudios ambientales
8	Analiza y aplica los modelos analógicos
9	Estimar valores que determinan los impactos ambientales en el agua, suelo o aire.
10	Conoce las variables y comportamiento de los contaminantes en las aguas superficiales.
11	Interpreta, predice y simula las condiciones reales de transporte y dispersión de los contaminantes marinos.
12	Predecir futuros niveles de contaminación para proteger la vida de los seres vivos.
13	Crea y configura un nuevo proyecto con el Software arcGIS.
14	Realiza estudios de simulación de parámetros acuáticos.

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS:

<table>
<tr><td rowspan="10">UNIDAD DIDÁCTICA I: INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS AMBIENTALES</td><td colspan="5">CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: Aplica los conocimientos para la clasificación de los sistemas ambientales, delimita e identifica las variables ambientales de los sistemas en el marco de los modelos ambientales</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SEMANA</td><td colspan="3">CONTENIDOS</td><td rowspan="2">ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA</td><td rowspan="2">INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD</td></tr>
<tr><td>CONCEPTUAL</td><td>PROCEDIMENTAL</td><td>ACTITUDINAL</td></tr>
<tr><td>1</td><td>• Definición de un sistema ambiental, tipos de sistemas ambientales, representación de estructuras de ecosistemas, acuáticos, terrestres y aéreos</td><td>• Identificar un problema ambiental para definir e identificar los límites del sistema.</td><td rowspan="4">• Análisis de los diferentes tipos de sistemas.
• Análisis de las diferentes bases de datos y sus usos.
• Desarrollo de masa crítica.</td><td rowspan="4">• Expositiva (Docente / Alumno)
• Debate dirigidos: Lluvia de ideas, interacción continua, análisis de aprendizajes anteriores sobre los cursos que guarden relación al tema en discusión.
• Glosario de términos, para incrementar el vocabulario del estudiante en el uso de lenguaje técnico directamente relacionado con la asignatura.</td><td rowspan="4">• Define y conoce las fronteras de un sistema ambiental identificado.
• Reconoce y analiza los tipos de sistemas.
• Comprende la situación actual del problema que se aborda.
• Identifica los procesos de intercambio de materia y energía a través de los componentes bióticos y abióticos.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>• Modelamiento de bases de datos.</td><td>• Identificar los tipos de sistemas de bases de datos.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>• Ponencias rápidas – Fundamentos del modelado numérico</td><td>• Fundamentos del modelado numérico</td></tr>
<tr><td>4</td><td>• Examen Parcial de la Unidad I</td><td>• Evaluación del proceso de aprendizaje</td></tr>
<tr><td colspan="5">EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS</td><td colspan="2">EVIDENCIA DE PRODUCTO</td><td>EVIDENCIA DE DESEMPEÑO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Estudios de Casos</td><td colspan="2">• Trabajos individuales y/o grupales</td><td>• Comportamiento en clase virtual y chat</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">• Cuestionarios</td><td colspan="2">• Soluciones a Ejercicios propuestos</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="11">UNIDAD DIDÁCTICA II: MODELOS DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA – EN SUPERFICIE</td><td colspan="5">CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: Permite abordar la complejidad de los temas ambientales de una forma ordenada, estructurando las causas y los efectos que están provocando, y las formas de actuar más eficaces a través de modelos de dispersión de contaminantes en agua (Dispersión horizontal).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SEMANA</td><td colspan="3">CONTENIDOS</td><td rowspan="2">ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA</td><td rowspan="2">INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD</td></tr>
<tr><td>CONCEPTUAL</td><td>PROCEDIMENTAL</td><td>ACTITUDINAL</td></tr>
<tr><td>5</td><td>• Modelado numérico de partículas en un medio acuoso (Teoría)</td><td>• Descripción de los procesos físicos, químicos y biológicos del derrame de una sustancia derivada de hidrocarburos.</td><td rowspan="4">• Análisis e interpretación de los principales resultados obtenidos con el modelo GNOME
• Desarrollo de trabajos de investigación de derrames hipotéticos en zonas costeras
• Desarrollo de masa crítica.</td><td rowspan="4">• Expositiva (Docente / Alumno)
• Debate dirigidos: Lluvia de ideas, interacción continua, análisis de aprendizajes anteriores sobre los cursos que guarden relación al tema en discusión.
• Glosario de términos, para incrementar el vocabulario del estudiante en el uso de lenguaje técnico directamente relacionado con la asignatura.</td><td rowspan="4">• Comprender el comportamiento de las principales variables físico-químicas de obtenidas del modelado numérico.
• Reconoce, analiza y selecciona las principales variables para su discusión en clase.
• Comprende los principales efectos (directos e indirectos) de un potencial derrame de un derivado de hidrocarburo.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>• Modelado numérico de partículas en un medio acuoso (Práctico): Uso del modelo GNOME de la NOAA</td><td>• Análisis práctico de los procesos físicos, químicos y biológicos del derrame de una sustancia derivada de hidrocarburos.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>• Ponencias rápidas – Comportamientos físico-químicos del derrame de una sustancia en un medio acuoso</td><td>• Comportamientos físico-químicos del derrame de una sustancia en un medio acuoso</td></tr>
<tr><td>8</td><td>• Examen Parcial de la Unidad II</td><td>• Evaluación del proceso de aprendizaje</td></tr>
<tr><td colspan="5">EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS</td><td colspan="2">EVIDENCIA DE PRODUCTO</td><td>EVIDENCIA DE DESEMPEÑO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Estudios de Casos</td><td colspan="2">• Trabajos individuales y/o grupales</td><td>• Comportamiento en clase virtual y chat</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">• Cuestionarios</td><td colspan="2">• Soluciones a Ejercicios propuestos</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="8">UNIDAD DIDÁCTICA III: MODELOS DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA – EN PROFUNDIDAD</td><td colspan="5">CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: Permite abordar la complejidad de los temas ambientales de una forma ordenada, estructurando las causas y los efectos que están provocando, y las formas de actuar más eficaces a través de modelos de dispersión de contaminantes en agua (Dispersión vertical).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SEMANA</td><td colspan="3">CONTENIDOS</td><td rowspan="2">ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA</td><td rowspan="2">INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD</td></tr>
<tr><td>CONCEPTUAL</td><td>PROCEDIMENTAL</td><td>ACTITUDINAL</td></tr>
<tr><td>9</td><td>• Modelado numérico de partículas en un medio acuoso (Práctico): Uso del modelo GNOME de la NOAA</td><td>• Análisis práctico de los procesos físicos, químicos y biológicos del derrame de una sustancia derivada de hidrocarburos.</td><td rowspan="4">• Análisis e interpretación de los principales resultados obtenidos con el programa VisualPlumes
• Desarrollo de trabajos de investigación de derrames hipotéticos en zonas costeras
• Desarrollo de masa crítica.</td><td rowspan="4">• Expositiva (Docente / Alumno)
• Debate dirigidos: Lluvia de ideas, interacción continua, análisis de aprendizajes anteriores sobre los cursos que guarden relación al tema en discusión.
• Glosario de términos, para incrementar el vocabulario del estudiante en el uso de lenguaje técnico directamente relacionado con la asignatura.</td><td rowspan="4">• Comprender el comportamiento de las principales variables físico-químicas de obtenidas del modelado numérico.
• Reconoce, analiza y selecciona las principales variables para su discusión en clase.
• Comprende los principales efectos (directos e indirectos) de un potencial derrame de un derivado de hidrocarburo.</td></tr>
<tr><td>10</td><td>• Modelado numérico del flujo de un emisario submarino (Teórico): Uso del programa Visual Plumes 2.</td><td>• Introducción al programa Visual Plumes. Interpretación de resultados sobre el comportamiento de una pluma submarina.</td></tr>
<tr><td>11</td><td>• Ponencias rápidas – Comportamientos de una pluma submarina</td><td>• Comportamientos de una pluma submarina</td></tr>
<tr><td>12</td><td>• Examen Parcial de la Unidad III</td><td>• Evaluación del proceso de aprendizaje</td></tr>
<tr><td colspan="5">EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS</td><td colspan="2">EVIDENCIA DE PRODUCTO</td><td>EVIDENCIA DE DESEMPEÑO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Estudios de Casos</td><td colspan="2">• Trabajos individuales y/o grupales</td><td>• Comportamiento en clase virtual y chat</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Cuestionarios</td><td colspan="2">• Soluciones a Ejercicios propuestos</td><td></td></tr>
</table>

UNIDAD DIDÁCTICA IV: MODELOS DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA – EN 3D (PROFUNDIDAD. LARGO Y ANCHO)

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: El conocimiento del software de simulación que adquiere el alumno le permite abordar un análisis riguroso del problema analizado para estudiar el posible impacto.

SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
	CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
13	• Modelado numérico del flujo de un emisario submarino (Práctico): Uso del programa VisualPlumes 2	• Análisis práctico de los procesos físicos, químicos del comportamiento de un efluente en la columna de agua.	• Análisis e interpretación de los principales resultados obtenidos del acople entre modelos. • Desarrollo de trabajos de investigación sobre el comportamiento de un efluente en 3D. • Desarrollo de masa crítica.	• **Expositiva** (Docente / Alumno) • **Debate dirigidos:** Lluvia de ideas, interacción continua, análisis de aprendizajes anteriores sobre los cursos que guarden relación al tema en discusión. • **Glosario de términos**, para incrementar el vocabulario del estudiante en el uso de lenguaje técnico directamente relacionado con la asignatura.	• Comprender el comportamiento de las principales variables físico-químicas de obtenidas del modelado numérico. • Reconoce, analiza y selecciona las principales variables para su discusión en clase. • Comprende los principales efectos (directos e indirectos) de un potencial derrame de un derivado de hidrocarburo.
14	• Salida de campo: INAIGEM sede central	• Promover el conocimiento científico - técnico en glaciares y ecosistemas de montaña			
15	• Ponencias rápidas – Modelado acoplado, usando el programa VisualPlumes y el modelo GNOME	• Modelado acoplado, usando el programa VisualPlumes y el modelo GNOME			
16	• Examen Parcial de la Unidad IV	• Evaluación del proceso de aprendizaje			

EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
• Estudios de Casos	• Trabajos individuales y/o grupales	• Comportamiento en clase virtual y chat
• Cuestionarios	• Soluciones a Ejercicios propuestos	

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Se utilizarán todos los materiales y recursos requeridos de acuerdo a la naturaleza de los temas programados. Básicamente serán:

1. **MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES**
   - Casos prácticos
   - Pizarra interactiva
   - Google Meet
   - Repositorios de datos
   - Software surfer y ArcGIS
   - SADA PROJECT

2. **MEDIOS INFORMATICOS:**
   - Computadora
   - Tablet
   - Celulares
   - Internet.

VII. EVALUACIÓN:

La Evaluación es inherente al proceso de enseñanza aprendizaje y será continua y permanente. Los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

1. Evidencias de Conocimiento.

- La Evaluación será a través de pruebas escritas y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ello debemos ver como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica, etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra de dicha afirmación, expone sus argumentos contra las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valoraciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuesta a situaciones, etc.
- En cuanto a la autoevaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y fortalezas para corregir o mejorar.
- Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

2. Evidencia de Desempeño.

- Esta evidencia pone en acción recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente la práctica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en torno a cómo se actúa en situaciones impredecibles.
- La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

3. Evidencia de Producto.

- Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto, no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.
- La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y el trabajo final.
- Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño, el 30% de inasistencia inhabilita el derecho a la evaluación.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MÓDULOS
Evaluación de Conocimiento	30 %	El ciclo académico comprende 4
Evaluación de Producto	35%	
Evaluación de Desempeño	35 %	

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada módulo (PM1, PM2, PM3, PM4)

$$PF = \frac{PM1 + PM2 + PM3 + PM4}{4}$$

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Campos, C. J. A., Morrisey, D. J., & Paul, B. (2022). Principles and technical application of mixing zones for wastewater discharges to freshwater and marine environments. *Water, 14*(8), 1201. doi: 10.3390/w14081201.
- Chapra, S. C. (2008). *Surface water-quality modeling*. Waveland Press. Original work published 1997.
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2017). *Fundamentals of database systems* (7th ed.). Pearson.
- Fischer, H. B., List, E. J., Koh, R. C. Y., Imberger, J., & Brooks, N. H. (1979). *Mixing in inland and coastal waters*. Academic Press.
- Frick, W. E., Roberts, P. J. W., Davis, L. R., Keyes, J., Baumgartner, D. J., & George, K. P. (2003). *Dilution models for effluent discharges: Visual Plumes* (4th ed.; EPA/600/R-03/025). U.S. Environmental Protection Agency.
- Jakeman, A. J., Letcher, R. A., & Norton, J. P. (2006). Ten iterative steps in development and evaluation of environmental models. *Environmental Modelling & Software, 21*(5), 602–614. doi: 10.1016/j.envsoft.2006.01.004.
- Jørgensen, S. E., & Bendoricchio, G. (2001). *Fundamentals of ecological modelling* (3rd ed.). Elsevier.
- Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M., & Tarantola, S. (2008). *Global sensitivity analysis: The primer*. Wiley.
- Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (2007). *An introduction to computational fluid dynamics: The finite volume method* (2nd ed.). Pearson.
- Zelenke, B., O'Connor, C., Barker, C., & Beegle-Krause, C. J. (2012). *General NOAA Operational Modeling Environment (GNOME) technical documentation* (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R 41). National Oceanic and Atmospheric Administration.

Huacho, 20 de Agosto 2026

Universidad Nacional
'José Faustino Sánchez Carrión"

.....

Hans Jefferson Jara Jara
CIP: 210861