



Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Escuela Profesional de

Ingeniería Civil

Sílabo 2027-I

1. CURSO

CE3H4. Recursos Hidráulicos (Obligatorio)

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Curso	: CE3H4. Recursos Hidráulicos
2.2 Semestre	: 8 ^{vo} Semestre.
2.3 Créditos	: 4
2.4 Horas	: 2 HT; 4 HP;
2.5 Duración del periodo	: 16 semanas
2.6 Condición	: Obligatorio
2.7 Modalidad de aprendizaje	: Presencial
2.8 Prerrequisitos	: CE3H2. Hidrología General. (7 ^{mo} Sem)

3. PROFESORES

Atención previa coordinación con el profesor

4. INTRODUCCIÓN AL CURSO

Recursos Hidráulicos aborda la planificación integral de proyectos de aprovechamiento hídrico: desde el análisis de disponibilidad y demanda (riego, uso municipal, energía, navegación, caudal ecológico) y la hidrología subterránea, hasta la formulación y evaluación de proyectos mediante criterios económicos, financieros, ambientales, sociales y multicriterio. El curso cierra con la aplicación de programación lineal y criterios de optimización de sistemas, y con los criterios de operación y el marco normativo nacional que rigen los proyectos de recursos hídricos en el Perú.

5. OBJETIVOS

- Analizar la disponibilidad y demanda de recursos hídricos para distintos usos, incluyendo el componente de aguas subterráneas.
- Formular proyectos de recursos hídricos definiendo el problema, las alternativas, el cronograma y el presupuesto.
- Evaluar alternativas de proyecto mediante criterios económicos, financieros, ambientales, sociales y multicriterio.
- Aplicar programación lineal y criterios de optimización de sistemas al planeamiento de recursos hídricos.

6. RESULTADOS DEL ESTUDIANTE

ABET-1) Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas. (Usage)

ABET-2) Habilidad para aplicar el diseño en ingeniería y producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando la salud pública, seguridad y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos. (Usage)

ABET-6) Habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos, y utilizar el criterio de ingeniería para obtener conclusiones. (Usage)

7. TEMAS

Unidad 1: Introducción y Metodología de Análisis de Recursos Hídricos (6 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
- Definiciones y metodología de análisis de proyectos de recursos hídricos. Historia del desarrollo de los recursos hídricos. - Estado situacional de los recursos hídricos en el Perú y el Plan Nacional de Recursos Hídricos. - Manejo de información básica y herramientas de simulación de recursos hídricos.	- Describir el marco metodológico general para el análisis de proyectos de recursos hídricos [Familiarizarse]. - Recopilar y organizar la información básica necesaria para un estudio de recursos hídricos [Usar].
Lecturas : [Loucks2017]	

Unidad 2: Ciclo Hidrológico y Balance Hídrico (11 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
- Ciclo hidrológico y conceptos de balance hídrico - Medición y análisis de precipitación - Estimación de evaporación y evapotranspiración - Teoría de infiltración y procesos lluvia-escorrentía	- Explicar el ciclo hidrológico y cuantificar los componentes del balance hídrico [Familiarizarse] - Analizar datos de precipitación y desarrollar relaciones profundidad-área-duración [Evaluar] - Estimar evaporación y evapotranspiración usando métodos empíricos [Usar] - Aplicar modelos de infiltración para estimar escorrentía a partir de eventos de lluvia [Evaluar]
Lecturas : [ChowMaidmentMays1988], [Loucks2017]	

Unidad 3: Hidrología Superficial y Modelación de Cuencas (9 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
- Análisis de hidrogramas y método del hidrograma unitario - Modelación de cuencas y simulación hidrológica - Medición de caudal y técnicas de aforo	- Derivar hidrogramas unitarios y sintetizar hidrogramas de escorrentía [Usar] - Desarrollar modelos de cuenca usando herramientas de software para simulación hidrológica [Usar] - Realizar mediciones de caudal e interpretar curvas de duración de caudales [Evaluar]
Lecturas : [ChowMaidmentMays1988], [Loucks2017]	

Unidad 4: Análisis de Frecuencia de Crecidas y Cambio Climático (8 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Análisis de frecuencia de crecidas y tormentas de diseño ▪ Métodos de tránsito hidrológico para cauces y embalses ▪ Impactos del cambio climático en sistemas hidrológicos	▪ Realizar análisis de frecuencia de crecidas usando métodos estadísticos [Evaluar] ▪ Transitar hidrogramas de crecida a través de cauces y embalses [Usar] ▪ Evaluar los impactos del cambio climático en la hidrología de cuencas y sus implicaciones de diseño [Evaluar]
Lecturas : [ChowMaidmentMays1988], [Loucks2017]	

Unidad 5: Hidrología Subterránea (8 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Tipos de acuíferos: confinados, no confinados y semiconfinados ▪ Ley de Darcy aplicada al flujo de agua subterránea y conductividad hidráulica ▪ Hidráulica de pozos: ecuaciones de Theis y Thiem para régimen transitorio y permanente ▪ Pruebas de bombeo y estimación de parámetros hidrogeológicos (transmisividad, almacenamiento) ▪ Modelación numérica de flujo subterráneo y balance hídrico de acuíferos ▪ Interacción entre aguas subterráneas y superficiales y uso conjunto de recursos ▪ Calidad de agua subterránea y transporte básico de contaminantes ▪ Diseño y construcción de pozos de abastecimiento ▪ Gestión sostenible de acuíferos y prevención de sobreexplotación	▪ Clasificar tipos de acuíferos y describir sus condiciones de frontera hidráulica [Familiarizarse] ▪ Aplicar la ley de Darcy para calcular caudales y velocidades de flujo subterráneo [Usar] ▪ Resolver las ecuaciones de Theis y Thiem para determinar el abatimiento en pozos de bombeo [Evaluar] ▪ Estimar parámetros hidrogeológicos a partir de datos de pruebas de bombeo [Usar] ▪ Modelar el balance hídrico de un acuífero y evaluar escenarios de explotación [Evaluar] ▪ Diseñar un pozo de abastecimiento considerando las características del acuífero [Usar] ▪ Evaluar la sostenibilidad de la explotación de un acuífero y proponer medidas de gestión [Evaluar]
Lecturas : [Fetter2001]	

Unidad 6: Planificación del Alcance y los Requisitos (12 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Técnicas de recopilación de requisitos para enfoques predictivos y adaptativos ■ Definición del alcance: declaración del alcance del proyecto vs. backlog del producto según el enfoque ■ Trazabilidad de requisitos: vincular los requisitos con los resultados en todos los enfoques ■ Descomposición del alcance: WBS para enfoques predictivos, estructuración del backlog para adaptativos	■ Definir el alcance del proyecto y del producto utilizando técnicas apropiadas al enfoque de desarrollo seleccionado [Usar] ■ Comparar los enfoques de planificación del alcance en contextos de desarrollo predictivo y adaptativo [Evaluar] ■ Design a requirements traceability approach ensuring all deliverables are linked to stated stakeholder needs [Evaluar]
Lecturas : [PMI2021]	

Unidad 7: Planificación del Cronograma (2 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Técnicas de estimación de actividades: análogo, paramétrico, tres puntos y puntos de historia ■ Desarrollo del cronograma: ruta crítica para enfoques predictivos, planificación de sprints y releases para adaptativos ■ Incorporar flexibilidad en el cronograma: reservas, contingencias y capacidad de iteración ■ Línea base del cronograma en enfoques predictivos vs. hoja de ruta de releases en adaptativos: comparación y uso	■ Desarrollar un cronograma del proyecto apropiado al enfoque de desarrollo seleccionado [Usar] ■ Comparar las prácticas de programación en entornos de proyecto predictivos y adaptativos [Evaluar] ■ Evaluate a project schedule for realism, buffer adequacy, and alignment with scope and resource constraints [Evaluar]
Lecturas : [PMI2021]	

Unidad 8: Planificación de Costos y Presupuesto (1 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Técnicas de estimación de costos: análoga, paramétrica, ascendente y de tres puntos ■ Estructura del presupuesto: línea base de costos, reservas de contingencia y reservas de gestión ■ Planificación de costos en entornos adaptativos: presupuestación de capacidad fija y costo por iteración ■ Establishing and maintaining the cost performance baseline and managing reserve drawdown	■ Estimar los costos del proyecto y desarrollar un presupuesto utilizando técnicas apropiadas [Usar] ■ Adaptar las prácticas de planificación de costos para entornos de proyecto adaptativos e híbridos [Evaluar] ■ Evaluate the adequacy of a project budget including contingency and management reserves [Evaluar]
Lecturas : [PMI2021], [Blank2017]	

Unidad 9: Evaluación Económica, Financiera y Social de Proyectos de Recursos Hídricos (12 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Indicadores económicos de evaluación: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y relación Beneficio-Costo ■ Selección de alternativas de proyecto mediante comparación de indicadores económicos ■ Análisis de sensibilidad ante variaciones de costos, beneficios y tasa de descuento ■ Fuentes de financiamiento y estructuración financiera de proyectos hídricos ■ Capacidad de pago de los usuarios y esquemas tarifarios ■ Repartición de costos entre beneficiarios en proyectos de propósito múltiple ■ Evaluación social de proyectos: teoría del intercambio y precios sociales ■ Impactos distributivos y equidad en la evaluación social de proyectos	■ Calcular el VAN, la TIR y la relación Beneficio-Costo de un proyecto de recursos hídricos [Usar] ■ Seleccionar entre alternativas de proyecto con base en indicadores económicos comparados [Evaluar] ■ Realizar un análisis de sensibilidad de la rentabilidad de un proyecto ante cambios en sus variables clave [Usar] ■ Evaluar fuentes de financiamiento y esquemas tarifarios en función de la capacidad de pago de los usuarios [Evaluar] ■ Repartir costos entre beneficiarios en un proyecto de propósito múltiple [Usar] ■ Aplicar principios de evaluación social para estimar el beneficio neto de un proyecto para la sociedad [Evaluar]
Lecturas : [Blank2017]	

Unidad 10: Evaluación de Impacto Ambiental y Métricas de Sostenibilidad (3 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Proceso de EIA: tamizado, alcance, análisis de impacto, mitigación y participación pública ■ Métodos de predicción de impacto para aire, agua, suelo, ruido y sistemas ecológicos ■ Jerarquía de mitigación y diseño de planes de gestión ambiental ■ Marcos legales e institucionales para EIA ■ Conceptos de sostenibilidad y el triple resultado (medio ambiente, economía, sociedad) ■ Evaluación de impacto acumulativo y evaluación ambiental estratégica (EAE) ■ Evaluación de impacto social y métodos de compromiso con las partes interesadas ■ Métricas de sostenibilidad y marcos de indicadores (ej. ODS, Envision) ■ Herramientas de apoyo a la decisión y análisis multicriterio para diseño sostenible	■ Describir las etapas clave de un proceso estandarizado de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) [Familiarizarse] ■ Predecir los impactos ambientales primarios de un proyecto de infraestructura propuesto sobre la calidad local del aire y agua [Usar] ■ Desarrollar medidas de mitigación para impactos ambientales significativos identificados [Evaluar] ■ Explicar los requisitos legales y el propósito de la EIA en el proceso de aprobación de proyectos [Familiarizarse] ■ Aplicar el marco del triple resultado para evaluar un proyecto de ingeniería simple [Evaluar] ■ Realizar un ejercicio de alcance para definir los límites y temas clave de una evaluación de impacto acumulativo [Evaluar] ■ Diseñar un plan de compromiso con las partes interesadas para un proyecto de desarrollo controversial [Usar] ■ Seleccionar métricas de sostenibilidad apropiadas para rastrear el desempeño de un proyecto de infraestructura verde [Evaluar] ■ Usar una herramienta simple de análisis de decisión multicriterio (ADM) para comparar diseños alternativos de proyectos [Usar]
Lecturas : [Glasson2019]	

Unidad 11: Suma Ponderada y Métodos de Puntuación (3 horas)	
Resultados esperados: ABET-6	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Modelo de suma ponderada (SAW): normalización de criterios, asignación de pesos y agregación ■ Métodos de elicitación de pesos: asignación directa, centroide de rangos y pesos de oscilación ■ Modelo de producto ponderado y su ventaja para criterios en escala de razón ■ Método VIKOR: clasificación de compromiso basada en la cercanía al ideal y la máxima utilidad de grupo	■ Aplicar el modelo de suma ponderada para clasificar alternativas y realizar análisis de sensibilidad sobre los pesos [Usar] ■ Elicitar pesos de criterios usando pesos de oscilación o centroide de rangos y justificar el método elegido [Usar] ■ Comparar las clasificaciones de suma ponderada y VIKOR y explicar las diferencias debidas al enfoque de agregación [Evaluar]
Lecturas : [TrianRamanathan2000]	

Unidad 12: Formulación y Modelado de PL (6 horas)	
Resultados esperados: ABET-6	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
- Variables de decisión, función objetivo (minimización y maximización) y tipos de restricciones - Formas estándar y canónica de una PL: conversión de desigualdades a igualdades y restricciones de no negatividad - Patrones comunes de modelado en PL: asignación de recursos, mezcla, planificación de producción y problemas de dieta - Modelado con restricciones blandas: métodos de penalización y relajación de metas en formulaciones de PL	- Formular un modelo de programación lineal a partir de una descripción verbal del problema, identificando variables, objetivo y restricciones [Usar] - Convertir una PL entre sus formas de desigualdad, igualdad (estándar) y canónica [Usar] - Evaluar la adecuación de un modelo de PL e identificar errores de modelado o supuestos de linealización inapropiados [Evaluar]
Lecturas : [HillierLieberman2021]	

Unidad 13: Criterios de Operación y Marco Normativo (3 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
- Criterios de operación de sistemas de aprovechamiento hidráulico. - Marco normativo nacional de recursos hídricos (Ley de Recursos Hídricos y su reglamento).	- Aplicar criterios de operación a un sistema de aprovechamiento hidráulico [Usar]. - Identificar el marco normativo nacional aplicable a un proyecto de recursos hídricos [Familiarizarse].
Lecturas : [ANA2016]	

8. PLAN DE TRABAJO

8.1 Metodología

Se fomenta la participación individual y en equipo para exponer sus ideas, motivándolos con puntos adicionales en las diferentes etapas de la evaluación del curso.

8.2 Sesiones Teóricas

Las sesiones de teoría se llevan a cabo en clases magistrales donde se realizarán actividades que propicien un aprendizaje activo, con dinámicas que permitan a los estudiantes interiorizar los conceptos.

8.3 Sesiones Prácticas

Las sesiones prácticas se llevan en clase donde se desarrollan una serie de ejercicios y/o conceptos prácticos mediante planteamiento de problemas, la resolución de problemas, ejercicios puntuales y/o en contextos aplicativos.

9. SISTEMA DE EVALUACIÓN

***** EVALUATION MISSING *****

10. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA