



Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

Escuela Profesional de

Ingeniería Civil

Sílabo 2027-I

1. CURSO

CE3H6. Irrigación e Hidroenergía (Obligatorio)

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Curso	: CE3H6. Irrigación e Hidroenergía
2.2 Semestre	: 10 ^{mo} 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	: CE3H4. Recursos Hidráulicos. (8 ^{vo} Sem)

3. PROFESORES

Atención previa coordinación con el profesor

4. INTRODUCCIÓN AL CURSO

Irrigación e Hidroenergía aborda el diseño integral de proyectos de riego y de esquemas de hidroenergía a pequeña escala: desde el contexto de la agricultura peruana y la relación suelo-agua-planta, la estimación de la evapotranspiración y la demanda agrícola, hasta el dimensionamiento hidráulico de presas y embalses, el diseño de obras de captación (bocatomas, desarenadores) y de conducción (canales), el diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego por gravedad y presurizado (incluyendo riego por goteo), y el drenaje agrícola. El curso cubre además los fundamentos de los esquemas de hidroenergía a filo de agua, incluyendo el diseño de la tubería forzada y la selección de turbinas, y cierra con la evaluación de proyectos de riego e hidroenergía desde las perspectivas ambiental, social y económica.

5. OBJETIVOS

- Estimar la demanda agrícola de agua a partir de la relación suelo-agua-planta y la evapotranspiración de cultivos.
- Dimensionar presas, embalses y obras de captación y conducción para un proyecto de riego.
- Diseñar sistemas de riego por gravedad y presurizado, incluyendo el diseño agronómico e hidráulico del riego por goteo.
- Diseñar un sistema de drenaje agrícola para controlar el encharcamiento y la salinidad del suelo.
- Diseñar la configuración de un esquema de hidroenergía a pequeña escala y seleccionar la turbina adecuada para condiciones dadas de caída y caudal.
- Evaluar proyectos de riego e hidroenergía considerando criterios ambientales, sociales y económicos.

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)

7. TEMAS

Unidad 1: La Agricultura en el Perú y Descripción de un Proyecto de Riego (6 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Contexto y estado situacional de la agricultura de riego en el Perú. ▪ Componentes y descripción general de un proyecto de irrigación.	▪ Describir el contexto de la agricultura de riego en el Perú y sus principales desafíos [Familiarizarse]. ▪ Identificar los componentes principales de un proyecto de irrigación [Familiarizarse].
Lecturas : [Chambouleyron2005]	

Unidad 2: Demanda Agrícola de Agua (12 horas)	
Resultados esperados: ABET-1	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Relación suelo-agua-planta y disponibilidad de agua en el suelo ▪ Estimación de la evapotranspiración de referencia y de cultivo ▪ Requerimiento hídrico de cultivos y coeficientes de cultivo ▪ Balance de oferta y demanda hídrica para un proyecto de riego ▪ Programación del riego y calendario de cultivos ▪ Eficiencia de riego a nivel de parcela, conducción y sistema	▪ Explicar la relación suelo-agua-planta y su efecto en la disponibilidad de agua para el cultivo [Familiarizarse] ▪ Calcular la evapotranspiración de referencia y de cultivo usando métodos estándar [Usar] ▪ Estimar el requerimiento hídrico de un cultivo a lo largo de su ciclo vegetativo [Evaluar] ▪ Desarrollar el balance de oferta y demanda hídrica de un proyecto de riego [Usar] ▪ Diseñar un calendario de riego considerando la programación de cultivos [Evaluar] ▪ Evaluar la eficiencia de riego de un sistema y proponer mejoras [Usar]
Lecturas : [Allen1998], [Chambouleyron2005]	

Unidad 3: Diseño de Estructuras Hidráulicas (12 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Tipos de presas y criterios de selección ■ Hidráulica y diseño de vertedores ■ Ecuaciones de flujo para aliviaderos y compuertas ■ Disipación de energía y diseño de pozos de amortiguación ■ Hidráulica y diseño de alcantarillas ■ Análisis de seguridad de presas y evaluación de riesgos ■ Obras de salida y estructuras de control ■ Facilidades de paso de peces e hidráulica ambiental ■ Análisis y prevención de cavitación ■ Modelación física hidráulica y efectos de escala	■ Clasificar tipos de presas y seleccionar configuraciones apropiadas para condiciones del sitio [Familiarizarse] ■ Diseñar vertedores para capacidad de descarga de crecidas [Evaluar] ■ Calcular descarga sobre aliviaderos y a través de compuertas [Usar] ■ Dimensionar estructuras de disipación de energía y pozos de amortiguación [Evaluar] ■ Analizar la hidráulica de alcantarillas para control de entrada y salida [Usar] ■ Realizar evaluaciones de seguridad de presas y clasificación de peligros [Evaluar] ■ Diseñar obras de salida, incluyendo estructuras de toma y conductos [Usar] ■ Incorporar requisitos de paso de peces en el diseño de estructuras hidráulicas [Evaluar] ■ Evaluar el potencial de cavitación y diseñar medidas preventivas [Usar] ■ Interpretar resultados de modelos físicos y aplicar correcciones de escala [Evaluar]
Lecturas : [Novak2007]	

Unidad 4: Flujo en Canales Abiertos y Mecánica Fluvial (9 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Clasificación del flujo en cauces y elementos hidráulicos ▪ Principios de energía y cantidad de movimiento en canales abiertos ▪ Flujo uniforme y ecuación de Manning ▪ Flujo crítico y conceptos de energía específica ▪ Perfiles de flujo gradualmente variado ▪ Salto hidráulico y flujo rápidamente variado ▪ Diseño de cauces para conducción estable ▪ Transporte de sedimentos en canales abiertos ▪ Morfología fluvial y estabilidad de cauces ▪ Análisis de socavación y medidas de protección	▪ Clasificar regímenes de flujo en canales abiertos y calcular elementos hidráulicos [Familiarizarse] ▪ Aplicar ecuaciones de energía y cantidad de movimiento para resolver problemas de flujo en cauces [Evaluar] ▪ Calcular tirante normal y caudal usando la ecuación de Manning [Usar] ▪ Determinar tirante crítico y analizar relaciones de energía específica [Evaluar] ▪ Calcular perfiles de flujo gradualmente variado usando métodos estándar [Usar] ▪ Analizar saltos hidráulicos y calcular la disipación de energía [Evaluar] ▪ Diseñar cauces estables con secciones transversales y revestimientos apropiados [Usar] ▪ Estimar tasas de transporte de sedimentos en cauces aluviales [Evaluar] ▪ Evaluar la estabilidad de cauces fluviales y el potencial de erosión de riberas [Familiarizarse] ▪ Predecir profundidades de socavación en estructuras hidráulicas y diseñar protección [Evaluar]
Lecturas : [Chow1959]	

Unidad 5: Diseño de Sistemas de Riego (33 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
▪ Tipos de obras de captación para riego ▪ Diseño de bocatomas ▪ Diseño de desarenadores ▪ Otras estructuras del sistema de conducción y distribución de riego ▪ Diseño de sistemas de riego por gravedad ▪ Diseño de sistemas de riego tecnificado (presurizado) ▪ Diseño agronómico del riego por goteo ▪ Diseño hidráulico del riego por goteo: laterales, líneas de distribución y emisores	▪ Seleccionar el tipo de obra de captación adecuado para las condiciones de un proyecto de riego [Usar] ▪ Diseñar una bocatoma y su desarenador asociado [Evaluar] ▪ Diseñar un sistema de riego por gravedad para una parcela dada [Usar] ▪ Comparar alternativas de riego tecnificado frente al riego por gravedad [Evaluar] ▪ Realizar el diseño agronómico de un sistema de riego por goteo [Usar] ▪ Diseñar hidráulicamente las líneas laterales y de distribución de un sistema de riego por goteo [Evaluar]
Lecturas : [Chambouleyron2005], [Karmeli1975]	

Unidad 6: Evaluación Económica, Financiera y Social de Proyectos de Recursos Hídricos (9 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 7: Drenaje Agrícola y Subsuperficial (9 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Encharcamiento y salinidad: causas y necesidad del drenaje agrícola ■ Diseño de sistemas de drenaje subsuperficial (tuberías/drenes): espaciamiento y profundidad de drenes ■ Diseño de sistemas de drenaje superficial y zanjas abiertas para campos bajo riego ■ Control de la salinidad mediante drenaje y el requerimiento de lavado ■ Recolección, disposición y reúso del agua de drenaje	■ Explicar las causas del encharcamiento y la salinidad del suelo en tierras bajo riego [Familiarizarse] ■ Diseñar un sistema de drenaje subsuperficial, determinando el espaciamiento y la profundidad de los drenes [Usar] ■ Dimensionar una red de drenaje superficial para un campo bajo riego [Evaluar] ■ Calcular el requerimiento de lavado necesario para controlar la salinidad del suelo [Usar] ■ Proponer un esquema de recolección y disposición del agua de drenaje para un proyecto de riego [Evaluar]
Lecturas : [Ritzema1994]	

Unidad 8: Ingeniería de Hidroenergía a Pequeña Escala (15 horas)	
Resultados esperados: ABET-2	
Temas	Aprendizaje esperado (<i>Learning Outcomes</i>)
■ Estimación del potencial hidroenergético a partir de la caída y la curva de duración de caudales ■ Configuración de un esquema de hidroenergía a filo de agua: captación, cámara de carga, tubería forzada, casa de máquinas y canal de descarga ■ Diseño de la tubería forzada: selección del diámetro, pérdidas de carga y consideraciones de golpe de ariete ■ Selección del tipo de turbina (Pelton, Francis, Kaplan, de flujo cruzado) según caída y caudal ■ Conexión a la red, fundamentos del equipo electromecánico y esquemas de electrificación rural aislada	■ Explicar el concepto de potencial hidroenergético y el uso de curvas de duración de caudales [Familiarizarse] ■ Estimar el potencial hidroenergético de un tramo de río o de una caída en un canal de riego [Usar] ■ Diseñar la configuración de un esquema de hidroenergía a filo de agua [Evaluar] ■ Seleccionar el tipo de turbina adecuado para condiciones dadas de caída y caudal [Usar] ■ Diseñar una tubería forzada considerando pérdidas de carga y efectos de golpe de ariete [Evaluar]
Lecturas : [Penche2010]	

Unidad 9: 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]	

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