

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA**



**UNIDAD ACADÉMICA:
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ANALÍTICO DE LA
UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**LABORATORIO DE
HIDRÁULICA DE CANALES**

DES:	Ingeniería
Programa académico	Ingeniería civil
Tipo de materia (Obli/Opta):	Obligatoria
Clave de la materia:	LCV603
Semestre:	Sexto
Área en plan de estudios:	Específica
Total de horas por semana:	2
<i>Teoría: Presencial o Virtual</i>	0
<i>Laboratorio o Taller:</i>	2
<i>Prácticas:</i>	0
<i>Trabajo extra-clase:</i>	0
Créditos Totales:	2
Total de horas semestre (x sem):	32
Fecha de actualización:	Octubre 2024.
<i>Prerrequisito (s):</i>	IB502 – HIDRÁULICA IB506 - LABORATORIO DE HIDRÁULICA
<i>Correquisito (s):</i>	CV603 HIDRÁULICA DE CANALES

DESCRIPCIÓN:

Este curso de hidráulica de canales tiene como objetivo fusionar la comprensión existente de la hidráulica con la gestión del flujo en un sistema de superficie libre. Esto se logra a través de prácticas de laboratorio que muestran el comportamiento hidráulico en un canal abierto. Además, este curso sirve como un antecedente académico para futuros cursos en las áreas de hidráulica e hidrología, contribuyendo así al fortalecimiento del área de especialización.

COMPETENCIAS PARA DESARROLLAR:

E1. ANÁLISIS Y DISEÑO

Aplica métodos, procedimientos, técnicas matemáticas, herramientas tecnológicas y normatividad para el análisis del comportamiento de procesos, elementos o infraestructura civil, sometidas a diferentes solicitudes, así como para su diseño, considerando aspectos de seguridad y funcionalidad.

BÁSICAS

B1. EXCELENCIA Y DESARROLLO HUMANO. Promueve el desarrollo humano integral con resultados tangibles obtenidos en la formación de profesionales con conciencia ética y solidaria, pensamiento crítico y creativo, así como una capacidad innovadora, productiva y emprendedora en el marco de la innovación y pertinencia social, con matices éticos y de valores, que desde su particularidad cultural le permitan respetar la diversidad, promover la inclusión, valorar la interculturalidad.

DOMINIOS (Se toman de las competencias)	OBJETOS DE ESTUDIO (Contenidos necesarios para desarrollar cada uno de los dominios)	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Se plantean de los dominios y contenidos)	METODOLOGÍA (Estrategias, secuencias, recursos didácticos)	EVIDENCIAS (Productos tangibles que permiten valorar los resultados de aprendizaje)
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de</p>	<p>1. FLUJO EN CANALES ABIERTOS</p> <p>1.1. Descripción de un canal</p> <p>1.2. Geometría de un canal</p> <p>1.3. Tipos de flujo</p> <p>1.4. Regímenes de flujo</p> <p>PRÁCTICA 1. PROPIEDADES FÍSICO HIDRÁULICAS DE LOS CANALES ABIERTOS</p> <p>PRACTICA 2 CLASIFICACIÓN DEL FLUJO</p> <p>PRÁCTICA 3. ESTADO Y RÉGIMEN DEL FLUJO</p>	<p>Describir y diferenciar los diversos tipos de flujos en canales abiertos, comprendiendo su importancia en la hidráulica de canales.</p> <p>Aplicar conceptos de geometría para analizar la forma y estructura de un canal, y cómo estos factores influyen en el flujo de agua.</p> <p>Identificar y explicar los diferentes regímenes de flujo en canales abiertos, y cómo se pueden manejar en la práctica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clases prácticas. • Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de laboratorio. • Diagrama de flujo. • Casos de estudio. • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.

<p>infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p> <p>B1.1 Desarrolla el pensamiento crítico a partir de la libertad, el análisis, la reflexión y la argumentación.</p>				
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua</p>	<p>2. DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD Y PRESIÓN EN UN CANAL ABIERTO.</p> <p>2.1. Distribución de la velocidad en una sección</p> <p>2.2. Medición de la velocidad, vertedores, orificios y compuertas.</p> <p>2.3. Coeficientes de velocidad</p> <p>2.4. Distribución de la presión en una sección</p> <p>2.5. Efecto de la pendiente en la distribución de la presión</p> <p>PRÁCTICA 4. DESCARGA A TRAVÉS DE ESTRUCTURAS EN CANALES ABIERTOS.</p> <p>PRACTICA 5. DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD.</p> <p>PRÁCTICA 6. COEFICIENTES DE VELOCIDAD A Y B.</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de explicar cómo se distribuye la velocidad en una sección de un canal abierto.</p> <p>deberán demostrar habilidad para realizar mediciones precisas de la velocidad del agua utilizando diferentes métodos y herramientas.</p> <p>Deberán entender cómo cambiar la pendiente puede alterar la presión y el flujo de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Asistencia a clases prácticas. ● Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reportes de laboratorio. ● Diagrama de flujo. ● Casos de estudio. ● Mapas mentales y/o conceptuales. ● Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.

<p>tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de</p>	<p>3. PRINCIPIOS DE ENERGÍA Y MOMENTUM.</p> <p>3.1. Energía específica</p> <p>3.2. Energía crítica</p> <p>3.3. Fenómenos locales</p> <p>3.4. Cantidad de movimiento</p> <p>3.4.1 Cálculo de empujes hidráulicos sobre estructuras</p> <p>3.5. Momentum del flujo en canales abiertos</p> <p>3.6. Fuerza específica</p> <p>PRÁCTICA 7. TRAZO DE LA LÍNEA DE ENERGÍA.</p> <p>PRACTICA 8. APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE ENERGÍA PARA EL AFORO DE COMPUERTAS.</p> <p>PRÁCTICA 9 APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de utilizar su comprensión de la energía para el diseño de estructuras de control en un canal abierto.</p> <p>Los estudiantes deberán demostrar habilidad para calcular los empujes hidráulicos sobre estructuras y aplicar su comprensión del momentum del flujo y la fuerza específica para el diseño de estructuras de control en un canal abierto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clases prácticas. • Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de laboratorio. • Diagrama de flujo. • Casos de estudio. • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.

<p>tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable,</p>	<p>4. FLUJO CRÍTICO, CÁLCULO Y APLICACIONES</p> <p>4.1. Flujo crítico</p> <p>4.2. Factor de sección para cálculo de flujo crítico</p> <p>4.3. Cálculo del flujo crítico.</p>	<p>deberán ser capaces de definir qué es el flujo crítico en un canal abierto y cómo se puede identificar. Deberán entender cómo este concepto se relaciona con la eficiencia y seguridad de un canal.</p> <p>Deberán ser capaces de utilizar el factor de sección para calcular el flujo crítico en un canal abierto y cómo se puede ajustar para optimizar el diseño de un canal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clases prácticas. • Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de laboratorio. • Diagrama de flujo. • Casos de estudio. • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.

<p>así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras</p>	<p>5. DESARROLLO DEL FLUJO UNIFORME.</p> <p>5.1. Definición del flujo uniforme</p> <p>5.2. Establecimiento de flujo uniforme</p> <p>5.3. Fórmula de Chezy</p> <p>5.4. Determinación del factor de resistencia de Chezy</p> <p>5.5. Fórmula de Manning</p> <p>5.6. Determinación del factor de rugosidad de Manning</p> <p>5.7. Criterios de factor de rugosidad de Manning</p> <p>PRÁCTICA 10. FLUJO UNIFORME Y PERMANENTE, CÁLCULO DE COEFICIENTES.</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de definir qué es el flujo uniforme y cómo se establece en un canal. Deberán entender cómo este concepto se aplica al diseño de canales tanto revestidos como en tierra y enrocado.</p> <p>Deberán demostrar habilidad para determinar los factores de resistencia de Chezy y rugosidad de Manning en un canal. Deberán entender cómo estos factores se pueden utilizar para informar el diseño de canales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Asistencia a clases prácticas. ● Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reportes de laboratorio. ● Diagrama de flujo. ● Casos de estudio. ● Mapas mentales y/o conceptuales. ● Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.

<p>de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>				
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales</p>	<p>6. FLUJO UNIFORME EN CANALES ABIERTOS</p> <p>6.1. Factor de conducción</p> <p>6.2. Factor de sección</p> <p>6.3. Tirante normal y velocidad</p> <p>6.4. Pendiente normal y crítica</p> <p>6.5. Cálculo de la descarga de un canal</p> <p>6.6. Cálculo del flujo en secciones con rugosidad variable</p> <p>6.7. Método sección-pendiente</p>	<p>Deberán ser capaces de entender y aplicar los conceptos de factor de conducción y factor de sección en el diseño de canales. Deberán entender cómo estos factores afectan el flujo uniforme en un canal abierto.</p> <p>Los estudiantes deberán demostrar habilidad para calcular el flujo en secciones con rugosidad variable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clases prácticas. • Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de laboratorio. • Diagrama de flujo. • Casos de estudio. • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.

<p>s, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>	<p>PRÁCTICA 11. MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE.</p>	<p>Deberán entender cómo este cálculo se puede utilizar para informar el diseño de un canal.</p>		
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p>	<p>7. SALTO HIDRÁULICO 7.1. Definición de salto hidráulico 7.2. Tipos de salto 7.3. Características básicas del salto 7.4. Salto hidráulico en canales horizontales 7.5. Salto hidráulico en canales inclinados 7.6. Longitud del salto 7.7. Localización del salto</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de definir qué es un salto hidráulico, conocer sus tipos y entender sus características básicas. Deberán entender cómo este fenómeno se puede presentar tanto en canales horizontales como inclinados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clases prácticas. • Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de laboratorio. • Diagrama de flujo. • Casos de estudio. • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones

<p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>	<p>PRÁCTICA 12. FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO.</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de aplicar los criterios del USBR para el diseño de tanques de amortiguamiento en canales con saltos hidráulicos. Deberán entender cómo estos criterios ayudan a asegurar la eficiencia y seguridad del canal y su sistema de amortiguamiento.</p>		<p>y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.</p>
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño,</p>	<p>8. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO 8.1. Clasificación de perfiles de flujo 8.2. Ecuación dinámica 8.3. Análisis de perfiles</p>	<p>Los estudiantes deberán ser capaces de entender la clasificación de perfiles de flujo y cómo estos se pueden modelar</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Asistencia a clases prácticas. ● Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reportes de laboratorio. ● Diagrama de flujo. ● Casos de estudio.

<p>tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>	<p>PRÁCTICA 13. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO, CLASIFICACIÓN DE PERFILES Y CÁLCULO DE SU LONGITUD.</p>	<p>utilizando software especializado.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.
<p>E1 D1. Analiza y diseña estructuras o</p>	<p>9. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO,</p>	<p>Deberán entender cómo este método se puede utilizar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia a clases prácticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes de laboratorio.

<p>elementos de ingeniería civil identificando criterios de diseño, tomando como referencia normas y reglamentos aplicables.</p> <p>E1 D11. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales, normas técnicas y las relativas a la calidad del agua para el diseño de obras de captación, sistemas de potabilización, conducción y distribución de agua potable, así como de sistemas de alcantarillado sanitario, de plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de reuso de agua tratada.</p> <p>E1 D12. Aplica metodologías, herramientas matemáticas, computacionales y normatividad para diseño hidráulico de infraestructura y procedimientos para el control y manejo de avenidas extraordinarias en zonas rurales y urbanas.</p>	<p>MÉTODO DE CÁLCULO.</p> <p>9.1. Integración gráfica</p> <p>9.2. Paso directo</p> <p>9.3. Paso estándar</p>	<p>para visualizar y analizar el comportamiento del agua en un canal y cómo se puede utilizar para informar el diseño de este.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje mediante modelos de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de flujo. • Casos de estudio. • Mapas mentales y/o conceptuales. • Registro de procedimientos, observaciones y resultados de prácticas de laboratorio en bitácora.
--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

FUENTES DE INFORMACIÓN (Bibliografía, direcciones electrónicas)	EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Criterios, ponderación e instrumentos)
<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Hidráulica, MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO, FING, UACH. • Gilberto Sotelo Avila, <i>APUNTES DE HIDRAULICA II</i>, Universidad Nacional Autónoma de México. • Ven Te Chow, <i>HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS</i>, Editorial McGaw-Hill, ISBN 9586002284. • Felipe Arreguín-Victor Alcocer, <i>DISEÑO HIDRÁULICO DE VERTEDORES</i>, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, ISBN 9786077563259. • MACCAFERRI, <i>REVESTIMIENTO DE CANALES Y CURSOS DE AGUA: Manual Técnico</i>, Maccaferri América Latina • Software especializado Hidráulica-Hidrología de Bentley licencias educacionales https://es-la.bentley.com/software/hydraulics-and-hydrology/ • Sistema de información geográfica QGIS https://qgis.org/es/site/ • US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center: HECRAS https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/ Programa de modelación de flujo 2D IBER https://iberaula.es/ 	<p>Reportes escritos de laboratorio con procedimiento, datos recabados, operaciones, resultados, discusión de estos y fotografías.</p> <p>Primera evaluación parcial: prácticas 1, 2, 3, 4, 5, 6</p> <p>Segunda evaluación parcial: prácticas 7, 8, 9, 10.</p> <p>Tercera evaluación parcial: prácticas 11, 12, 13.</p> <p>La acreditación del curso se integra: 3 evaluaciones parciales, con un valor del 30%, 30% y 40% respectivamente</p>

CRONOGRAMA

Objetos de estudio	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PRÁCTICA 1. PROPIEDADES FÍSICO HIDRÁULICAS DE LOS CANALES ABIERTOS	X															
PRÁCTICA 2 CLASIFICACIÓN DEL FLUJO		X														
PRÁCTICA 3. ESTADO Y RÉGIMEN DEL FLUJO			X													
PRÁCTICA 4. DESCARGA A TRAVÉS DE ESTRUCTURAS EN CANALES ABIERTOS.				X												
PRÁCTICA 5. DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD.					X											
PRÁCTICA 6. COEFICIENTES DE VELOCIDAD A Y B.						X										
PRÁCTICA 7. TRAZO DE LA LÍNEA DE ENERGÍA.							X									
PRÁCTICA 8. APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE ENERGÍA PARA EL AFORO DE COMPUERTAS.								X								
PRÁCTICA 9 APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.									X							
PRÁCTICA 10. FLUJO UNIFORME Y PERMANENTE, CÁLCULO DE COEFICIENTES.										X						
PRÁCTICA 11. MÉTODO SECCIÓN PENDIENTE.											X					
PRÁCTICA 12. FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO.												X				
PRÁCTICA 13. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO, CLASIFICACIÓN DE PERFILES Y CÁLCULO DE SU LONGITUD.													X			