



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CAMPUS I**



**HIDRÁULICA A SUPERFICIE LIBRE**

<b>NIVEL</b>	<b>:</b>	<b>LICENCIATURA</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>:</b>	<b>8</b>
<b>CLAVE</b>	<b>:</b>	<b>ICAF23002839</b>	<b>HORAS TEORÍA</b>	<b>:</b>	<b>3</b>
<b>SEMESTRE</b>	<b>:</b>	<b>SEXTO</b>	<b>HORAS PRÁCTICA</b>	<b>:</b>	<b>2</b>
<b>REQUISITOS</b>	<b>:</b>	<b>HIDRÁULICA BÁSICA</b>	<b>HORAS POR SEMANA</b>	<b>:</b>	<b>5</b>
<b>MATERIA</b>	<b>:</b>	<b>OBLIGATORIA</b>	<b>TOTAL DE HORAS</b>	<b>:</b>	<b>80</b>
<b>REVISADO</b>	<b>:</b>	<b>SEPTIEMBRE/2006</b>			

**PRESENTACIÓN:** Todas las implicaciones que tiene el sistema de conducción a superficie libre, que por cierto fue el primero que copió el hombre a la naturaleza; en el cual existe una superficie libre del agua en contacto con la presión atmosférica.

Baste decir que este tipo de conducción es más complicado que aquel que se lleva a cabo en tuberías a presión, ya que el nivel del agua en el canal modifica las características hidráulicas de la sección, situación que no ocurre en tuberías.

El reto que te ofrece esta asignatura es que lo comprendas y analices.

**OBJETIVO GENERAL:** El alumno analizará el flujo permanente a superficie libre, con base en los principios y ecuaciones básicas de la Hidráulica.

Comprenderá los conceptos más importantes que se emplean en el estudio del arrastre de sedimentos en cauces.

**UNIDAD 1. CONCEPTOS Y PRINCIPIOS BÁSICOS**

**Objetivo Particular:** El alumno comprenderá las características de los diferentes tipos de flujos a superficie libre, las ecuaciones básicas del flujo permanente, así como la distribución de velocidades y presiones en la sección de un canal.

- 1.1. Características de los diferentes tipos de flujos a superficie libre.
  - 1.1.1. Flujo permanente y no permanente.
  - 1.1.2. Flujo uniforme y variado.
  - 1.1.3. Flujo laminar y turbulento.
- 1.2. Elementos geométricos de la sección y pendiente longitudinal. Canal prismático.
- 1.3. Ecuaciones fundamentales de la hidráulica para flujo a superficie libre.
  - 1.3.1. Ecuación de continuidad.
  - 1.3.2. Ecuación de la energía.
  - 1.3.3. Ecuación de impulso y cantidad de movimiento.
- 1.4. Distribución de velocidades en la sección de un canal.
- 1.5. Distribución de presiones en la sección de un canal.

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	4.5	Hrs.
	PRÁCTICO:	2	Hrs.
	SUBTOTAL:	6.5	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Práctica en el laboratorio de hidráulica sobre la obtención de elementos hidráulicos como: área hidráulica, perímetro mojado, para diferentes pendientes, con el objetivo de mostrar la interacción de variables.

## **UNIDAD 2. ENERGÍA ESPECÍFICA Y RÉGIMEN CRÍTICO.**

Objetivo Particular: El alumno comprenderá el concepto de energía específica para determinar el régimen de flujo en un canal y lo aplicará al análisis de cambios bruscos de una sección para conocer la variación del tirante.

- 2.1. Energía específica del flujo rectilíneo.
  - 1.1.1. Flujo permanente y no permanente.
  - 1.1.2. Flujo uniforme y variado.
  - 1.1.3. Flujo laminar y turbulento.
- 2.2. Régimen crítico.
  - 2.2.1. Condición para gasto constante (curva  $E - y$ ). Tirantes alternos.
  - 2.2.2. Condición para energía específica constante (curva  $q - y$ ).
  - 2.2.3. Cálculo del tirante crítico para distintas formas de sección
- 2.3. Flujos supercrítico y subcrítico. Número de Froude.
- 2.4. Velocidad de onda.
- 2.5. Pendiente crítica

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	4.5	Hrs.
	PRÁCTICO:	2	Hrs.
	SUBTOTAL:	6.5	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Encontrará en el laboratorio, el tirante crítico para el canal de sección rectangular. Se harán diversos problemas prácticos y se promoverá la creación de soluciones numéricas para que aprovechen sus conocimientos de computación.

### **UNIDAD 3. FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO.**

Objetivo Particular: El alumno calculará las características del flujo rápidamente variado, aplicada al salto hidráulico en canales con secciones usuales y su representación gráfica (curva  $M - y$ ).

- 3.1. Aplicación de la ecuación de cantidad de movimiento al salto hidráulico.
- 3.2. La relación  $M - y$ . Tirantes conjugados.
- 3.3. Ecuación de la cantidad de movimiento para secciones no rectangulares.
- 3.4. Características básicas del salto hidráulico
  - 3.4.1 Tipo
  - 3.4.2. Longitud
  - 3.4.3. Pérdida de energía
- 3.5. Control del salto hidráulico mediante estructuras de fondo

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	7.5	Hrs.
	PRÁCTICO:	6	Hrs.
	SUBTOTAL:	13.5	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Desarrollará en el laboratorio la obtención de un salto hidráulico, midiendo todas las variables que intervienen y comprobando sus resultados teóricos con los obtenidos en la práctica. Se desarrollarán diversos problemas y se promoverá el desarrollo de programas para aquellas condiciones no explícitas.

## **UNIDAD 4. FLUJO UNIFORME.**

Objetivo Particular: El alumno diseñará la sección de un canal prismático atendiendo a las condiciones de gasto, pendiente, características del material de sus paredes.

- 4.1. Condiciones para el establecimiento del flujo uniforme.
- 4.2. Leyes de fricción en canales lisos y rugosos.
  - 4.2.1. Expresión de Chezy
  - 4.2.2. Expresión de Manning - Strickler
- 4.3. Cálculo del flujo uniforme y sus aplicaciones
  - 4.3.1. Secciones simples
  - 4.3.2. Secciones compuestas
- 4.4. Conductos cubiertos parcialmente llenos
- 4.5. Diseño de la sección de un canal. Sección de máxima eficiencia

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	7.5	Hrs.
	PRÁCTICO:	6	Hrs.
	SUBTOTAL:	13.5	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Se realizará una práctica en el laboratorio para encontrar el tirante normal; además de insistir en la solución de problemas y el desarrollo de programas y/o utilización de programas de cálculo como Mathcad u hojas de cálculo como Excel.

## **UNIDAD 5. FLUJO GRADUALMENTE VARIADO.**

Objetivo Particular: El alumno determinará los perfiles de la superficie libre del agua en canales prismáticos y no prismáticos, cuando el flujo varía en el espacio (tirante).

- 5.1. Ecuación del flujo gradualmente variado.
- 5.2. Perfiles longitudinales. Clasificación.
- 5.3. Secciones de control de régimen.
- 5.4. Perfiles compuestos
- 5.5. Cálculo de perfiles en canales
- 5.6. Capacidad de conducción en un canal
- 5.7. Localización del salto hidráulico en el flujo gradualmente variado.

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	10	Hrs.
	PRÁCTICO:	8	Hrs.
	SUBTOTAL:	18	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Se plantea la conveniencia de utilizar el programa HEC – RAS, con objeto de que el alumno pueda tener un conocimiento de una herramienta importante y que se emplea en la vida profesional. Además de desarrollar problemas que involucren el empleo de todo lo aprendido en el curso.

## **UNIDAD 6. TRANSICIONES.**

Objetivo Particular: El alumno diseñará dispositivos de aforo en canales, así como transiciones en régimen subcrítico y alcantarillas.

- 6.1. Dispositivos de aforo en canales
- 6.2. Transiciones en flujo subcrítico
- 6.3. Alcantarillas.

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	5	Hrs.
	PRÁCTICO:	4	Hrs.
	SUBTOTAL:	9	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Se hará una vista de obra dentro de la ciudad; además de desarrollar algunos ejemplos donde se pueda emplear algún método numérico de solución.

## **UNIDAD 7. PRINCIPIOS DEL ARRASTRE DE SEDIMENTOS.**

Objetivo Particular: El alumno analizará las principales propiedades de las partículas sedimentarias y el inicio de su movimiento. Diseñará la sección de un canal no revestido, sin arraste. Conocerá la mecánica del transporte de sólidos y los tipos de socavación que tienen lugar en un río.

- 7.1. Características de las partículas sedimentarias.
- 7.2. Inicio de arrastre: esfuerzo cortante crítico y velocidad crítica. Método de la fuerza tractiva. Canales no revestidos sin arrastre.
- 7.3. Resistencia al flujo: formas del fondo, regímenes del flujo y criterios para definirlos y para calcular la velocidad media en una corriente fluvial.
- 7.4. Transporte de sedimentos: tipos de transporte y criterios para cuantificarlo.
- 7.5. Socavación

TIEMPO ESTIMADO:	TEÓRICO:	9	Hrs.
	PRÁCTICO:	4	Hrs.
	SUBTOTAL:	13	Hrs.

Actividades de las horas prácticas. Se hará una visita a la zona de la Costa, además de presentarle diversas secuencias de los problemas que tienen una importante vigencia para el desarrollo regional.

**TIEMPO TOTAL: 80 HRS.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- 1.- Sotelo Ávila Gilberto, Hidráulica de Canales, Facultad de Ingeniería, U. N. A. M. 2002
- 2.- Chow Ven T. Hidráulica de Canales Abiertos. McGraw Hill. 1959.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1.- Sturm Terry W. Open Channel Hydraulics. McGraw Hill. 2001.
- 2.- Manual de Ingeniería de Ríos. Comisión Nacional del Agua. Capítulos: Hidráulica de Canales, Transporte de sedimentos, . 1ª. Impresión 1996.
- 3.- Henderson F M. Open Channel Flow. The MacMillan Company. 1966.

## EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE

Prácticas de laboratorio	(X)	Aclaración de dudas o ampliación de contenidos por parte del maestro (actitud abierta para interactuar con el alumno)	(X)
Visitas guiadas a obras o procesos relacionados con la ingeniería civil	( )	Planteamiento al grupo de problemas que estimulen su capacidad creativa en la toma de decisiones	(X)
Presentación de películas sobre el campo de la ingeniería civil	( )	Aplicación de técnicas didácticas que promueven el trabajo grupal (rejilla, mesa redonda, grupos de observación y de verbalización, lluvia de ideas phillips 66, panel de expertos, etc.)	(X)
Realización de lecturas relacionadas con los contenidos de la asignatura	( )	Asistencia a eventos académicos (foros, congresos, seminarios, mesas de trabajo, debates, etc.	( )
Análisis y discusión grupal	( )	Investigación de campo	( )
Disposición e implicación en actividades de equipo	( )	Investigación bibliográfica documental o electrónica	( )
Exposición o presentación al grupo de los contenidos de la asignatura	( )	Otros que el docente juzgue pertinentes:	( )

El titular de la asignatura podrá, de acuerdo con las sugerencias propuestas, elegir aquellas que considere las más adecuadas para cumplir los objetivos de la materia, a fin de hacer más eficiente el proceso de enseñanza aprendizaje.

Algunos temas podrán ser desarrollados por los alumnos mediante la vía de la investigación o por aquellas actividades extraescolares que el Maestro determine para cubrir la totalidad de los contenidos del programa.



## EVALUACIÓN

Reporte de prácticas de Laboratorio	(X)	Presentación del reporte escrito de investigación bibliográfica, documental y/o electrónica (Internet)	( )
Reporte técnico de visita (s) guiada (s)	( )	Elaboración de una síntesis que contenga los elementos abordados en el evento académico	( )
Elaboración de un análisis por escrito del contenido de la película	( )	Desempeño durante la exposición (manejo de contenido, claridad en los planteamientos, capacidad para interactuar con el grupo, elaboración de materiales didácticos, organización del equipo, entre otros)	( )
Elaboración de reportes de lectura (esquemas, cuadros sinópticos, mapas conceptuales, síntesis, resúmenes, ensayos, etc.)	(X)	Resolución de problemas a través de ejercicios (en clase y extra clase)	(X)
Participación en clases con sustento	(X)	Exámenes parciales y examen final para valorar los conocimientos adquiridos	(X)
Presentación de producciones en equipo	( )	Elaboración de propuestas viables que atiendan problemas concretos de la ingeniería civil	( )
Informe de Investigación de campo	( )	Otros que el docente juzgue pertinentes:	( )

\*NOTA: El porcentaje mínimo de asistencia para acreditar el semestre es de 75%, según artículo 36 del reglamento del alumno.

De acuerdo con estas sugerencias de evaluación el titular de la asignatura determinará la calificación conforme al siguiente parámetro.

ASPECTOS A EVALUAR		PORCENTAJE
Trabajos de investigación, tareas, participación en clase, prácticas de laboratorio, campo y otras actividades a criterio del profesor.	30	%
Exámenes parciales	70	%
Examen Final		%
	Total	100
		100%