

## Programa OBRAS HIDRÁULICAS

1. Nombre de la unidad curricular. Obras Hidráulicas – CH803
2. Créditos. 10
3. Objetivo de la asignatura. El objetivo general de la asignatura es dotar al estudiante de los conocimientos básicos para el diseño y la evaluación de represas, sistemas de conducción de agua, conocimientos de hidráulica fluvial y nociones de cómputo y presupuesto.  
En particular el curso se orienta a las estructuras hidráulicas brindando los conocimientos para el proyecto de canales y presas de almacenamiento pequeñas y medianas. Asimismo se pretende que esta asignatura complemente los conocimientos básicos de hidráulica y suelos, necesarios para el diseño de esas estructuras.
4. Metodología de enseñanza. Se desarrollarán clases teóricas, prácticas y teórico-prácticas, respondiendo al programa de la unidad curricular, y en las mismas se resolverán problemas y ejercicios en los temas que lo requieran. En los trabajos prácticos se hará una breve introducción teórica para tener presente los conceptos básicos del tema y luego se desarrollará un ejercicio tipo. Se habilitarán horarios especiales para consultas teóricas y prácticas, las cuales se coordinarán con los estudiantes. Los recursos disponibles para el dictado teórico de la unidad curricular y la resolución de los trabajos prácticos serán: libros disponibles en formato digital y/o en la biblioteca, ejemplos que pueden ser mostrados usando el proyector. Los programas de aplicación, de ejercitación, de cálculo y/o simulación, estarán dirigidos esencialmente a aprovechar toda su potencia en ahorro de tiempo. Se pretende reemplazar aquellas actividades repetitivas que no aportan conocimientos y usar la herramienta computacional.
5. Temario.

### **Tema I. Introducción y conceptos generales.**

Definiciones y conceptos generales. Origen y evolución hacia la zonificación. Clasificación. Presas y desarrollo. Tipología de presas. Ventajas y desventajas de cada tipo. Componentes básicos de una presa. Apreciación del sitio y desarrollo del proyecto. Investigaciones geológicas y geotécnicas, cimentaciones. Cargas actuantes.

### **Tema I. II. Criterios para la selección de un tipo de presa.**

Criterios de sustentabilidad ambiental. Criterios de seguridad. Conceptos generales. Equipos de auscultación. Accidentes y roturas durante la construcción, puesta en servicio y explotación: causas, mecanismos de rotura. Medidas correctivas. Seguridad pública. La seguridad de presas en Uruguay: reseña histórica, organismo regulador.

### **Tema II. Presas de materiales sueltos. Conceptos particulares.**

Presas de materiales sueltos. Definición. Conceptos básicos. Tipos de presas de materiales sueltos. De escollera y de tierra: Homogéneas y heterogéneas. Materiales. Metodología constructiva, sistema convencional y por refulado. Ejemplos. Terraplenes de defensa contra inundaciones en la región. Repaso particular de geotécnica aplicado a presas: Descripción y clasificación de suelos, Sistema Unificado, Sistema HRB, carta de plasticidad, efectos de la compactación: Ensayo Proctor. Cortina de inyecciones. Presas con pantalla impermeable. Criterios de diseño. Pendientes y protección de los taludes. Análisis de estabilidad general en las presas de tierra. Asentamientos. Resguardo de una

presa. Factores de incertidumbre en la determinación del resguardo por oleaje para evitar el sobrepaso.

#### **Tema II. I. Presas de tierra homogéneas.**

Principios de diseño. Drenes y filtros. Flujo de agua a través del cuerpo de la presa. Condiciones de borde. Distintas soluciones para la determinación de la línea de corriente superior (línea de saturación). Trazado de la red de flujo y determinación de los parámetros hidráulicos. Fuerza de filtración y gradiente hidráulico crítico. Análisis de estabilidad al flujo de agua. Factor de seguridad contra la tubificación. Controles del flujo por la fundación y el cuerpo de una presa de tierra. Filtros, normas de proyecto, estabilidad del filtro, espesor.

#### **Tema II. II. Presas de tierra heterogéneas.**

Perfil transversal tipo. Características y función de los materiales de cada zona. Núcleo central vertical o inclinado. Cimentación. Estabilidad de la presa: Método de las fajas o dovelas para una superficie circular o Método de Bishop: fórmula general y significado conceptual de los términos. Sobrepresión de poros y consideración de sismos. Fisuración de núcleos. El fenómeno localizado de la licuefacción en estas presas.

#### **Tema II. III. Presas de escollera o enrocado.**

Perfil transversal y requerimientos de la fundación. Diferencias con una presa de tierra heterogénea. Cuerpo de enrocado. Principios de diseño. Selección y zonificación del enrocado. Pendiente de los paramentos. Proyecto de revestimiento en el paramento aguas arriba. Pantallas y diafragmas. Pantalla de hormigón. Plinto de pie. Detalles de juntas. Ejemplos.

#### **Tema II. IV. Compuertas.**

Para presas móviles (segmento, basculante, planas, tambor, etc.) y ataguías.

### **Tema III. Desagües y elementos de presas.**

#### **Tema III. I. Vertederos.**

Definición y función. Clasificación según: Espesor del umbral, tipo de contracción, aristas de entrada, funcionamiento hidráulico de la lámina vertiente e influencia de aguas abajo. Perfil Creager. Consideraciones para el diseño hidráulico. Vertederos en canal, vertederos laterales, vertederos en túnel, sifones vertederos. Diseño hidráulico. Disipadores de energía, características y clasificación. Estabilidad de losas del cuenco disipador.

#### **Tema III. II. Presas-Vertederos de almacenamiento.**

Objetivos, Descargadores de fondo, Obras de desvío, obras de toma de agua. Elementos de obras de toma. Obras de toma a través de presas de hormigón, obras de toma a través de presas de tierra y enrocadas. Estructura de entrada, rejillas, velocidad del agua y pérdidas de carga. Tipos de cierres y aspectos constructivos. Consideraciones para el diseño hidráulico.

#### **Tema III. III. Obras de toma en presas de derivación.**

Objetivos. Localización. Aspectos constructivos. Consideraciones para el diseño hidráulico.

### **Tema IV. Ingeniería de ríos.**

#### **Tema IV. I. Hidráulica fluvial.**

Propiedades del sedimento. Iniciación del movimiento. Velocidad crítica y tensión de corte crítica para materiales cohesivos y no cohesivos. Curva de Shields. Modalidades del transporte de sedimentos, Fórmulas de evaluación del transporte, fórmula de Einstein.. Erosión de sedimentos: Erosión local y generalizada. Erosión en pilas y estribos de puentes.

#### **Tema IV. II. Obras de regularización fluvial.**

Método de regularización fluvial. Obras de corrección, protección y regularización. Ventajas y desventajas de cada tipo de obra. Espigones. Forma, localización, separación y pendiente. Materiales. Sistemas constructivos. Protecciones continuas: localización, talud de protección. Criterios de diseño. Materiales. Proyecto y cálculo. La interacción entre las obras hidráulicas y el ambiente.

#### **Tema V. Canales.**

Aspectos constructivos: Distintos tipos de secciones y revestimientos. Estabilidad. Erosión y sedimentación, distintos tipos de protecciones. Métodos constructivos.

Obras de arte en canales: Aforadores, marcos partidores, sifones. Consideraciones para el diseño hidráulico.

#### **Tema VI. Cómputo y presupuesto. Análisis aplicado al caso de una obra hidráulica.**

Cómputos métricos: Rubros o ítems. Confección de planillas. Análisis de costos: Costos. Costos Directos (costo-costo): de los materiales, mano de obra y equipos. Salarios Básicos, Análisis de precios. Componentes del precio unitario (costo directo costo indirecto). Gastos financieros. Impuestos. Coeficiente de Resumen o de pase.

### 6. Bibliografía.

Estructuras hidráulicas – P. Novak, A.I.B. Moffat, C. Nalluri. – Ed. Mc Graw Hill Interamericana S.A. – ISBN: 9788470210204 – 2001.

Tratado Básico de Presas – Eugenio Vallarino – Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos – ISBN: 9781306513913 – 2006.

Diseño de pequeñas presas – US Bureau of Reclamation – Government Printing Office, Denver. – ISBN: 9789681818944 – 1987.

Hidráulica de canales abiertos – Ven Te Chow – Ed. Mc Graw Hill – ISBN: 9789684510463 – 1994.

Introducción a la hidráulica fluvial – Arturo Rocha Felices – Facultad de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Ingeniería, Perú – 1998.

Apuntes y material proporcionado por la cátedra.

### 7. Conocimientos previos recomendados. Son requeridos conocimientos básicos de Mecánica de fluidos, Hidrología superficial e Hidráulica aplicada, Geotécnica.

## ANEXO

### 1) Cronograma tentativo.

Semana	Horas	Actividad	Tema
1	3h	Teoría	Introducción, Repaso
	3h	Teoría	Introducción, Repaso
2	3h	Teoría	Capacidad de un embalse, criterios para selección del tipo de presa
	3h	Práctica	Trabajo práctico 1
3	3h	Teoría	Criterios para selección del tipo de presa
	3h	Práctica	Trabajo práctico 2
4	3h	Teoría	Presas de tierra, Terraplenes de defensa
	3h	Teoría	Estudio de presas de tierra homogéneas y heterogéneas
5	3h	Uso de software	Redes de flujo
	3h	Práctica	Trabajo práctico 3
6	3h	Teoría	Presas de enrocado, pantallas de hormigón
	3h	Práctica	Trabajo práctico 4
7	3h	Teoría	Presas de hormigón, compuertas
	3h	Práctica	Trabajo práctico 5
8	3h	Teoría	Vertederos
	3h	Teórico	Vertederos de almacenamiento (presas-vertedero), estructuras de entrada, cierres
9	3h	Uso de software	Estabilidad de taludes
	3h	Práctica	Trabajo práctico 6
10	3h	Consulta parcial	-
	3h	-	Primer parcial
11	3h	Teoría	Obras de toma
	3h	Teoría	Introducción a la hidráulica fluvial
12	3h	Práctica	Trabajo práctico 7
	3h	Teoría	Fenómenos de erosión
13	3h	Práctica	Trabajo práctico 7 (continuación)
	3h	Teoría	Obras de regularización fluvial
14	3h	Práctica	Trabajo práctico 8
	3h	Teoría	Obras de regularización fluvial
15	3h	Salida de campo	Visitas de obra (con entrega de informes)
	3h	Teoría	Obras de regularización fluvial
16	3h	Teoría	Canales, diseño y aspectos constructivos
	3h	Práctica	Trabajo práctico 9
17	3h	Teoría	Obras de arte en canales
	3h	Teoría	Cómputo y presupuesto
18	3h	Teoría	Cómputo y presupuesto
	3h	Práctica	Trabajo práctico 10
19	3h	Consulta parcial	-
	3h	-	Segundo Parcial

### 2) Modalidad del curso y procedimiento de evaluación.

Se tomarán dos evaluaciones, parciales prácticos escritos, con algún contenido mínimo de teoría, sin recuperatorio, el primero de 40 puntos y el segundo de 60 puntos, y un examen final teórico práctico. El régimen de evaluación permite la exoneración de la parte práctica del examen final como se describe a continuación.

- Para aprobar el curso y ganar el derecho a examen final (condición de regular o reglamentado) el alumno debe cumplir la totalidad de los siguientes requisitos:
  - Obtener un mínimo de 5 puntos en cada parcial.
  - Obtener un total de 20 puntos o más, sumando las notas de ambos parciales.
  - Tener un mínimo del 70% de asistencia.
  - Entregar la carpeta de trabajos prácticos en tiempo y forma.
- El alumno podrá exonerar la parte práctica del examen final, para esto debe cumplir con los requisitos para aprobar el curso y además:
  - Obtener un total de 60 puntos o más, sumando las dos notas de los parciales.
- Sobre la aprobación del examen final. El alumno debe aprobar un examen teórico práctico, oral y/o escrito, con nota igual o superior a 3. En caso que el alumno cumpla con los requisitos para exonerar la parte práctica durante el curso, podrá pedir que se le evalúe la parte teórica de forma oral , y la nota del examen final será promediada con la obtenida en los parciales.
- Sobre el vencimiento de la condición reglamentada. El lapso que tendrán para dar el examen será de 32 meses a partir de la aprobación del curso y dispondrán de 4 oportunidades para rendirlos. En caso de no aprobar el examen en estas 4 oportunidades el estudiante deberá volver a rendir los parciales para ganar el curso.