

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

ASIGNATURA:	Obras y Aprovechamientos Hidráulicos y Energéticos		
TITULACIÓN:	Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (Plan Estudios BOE nº54 de 4/3/02)		
DEPARTAMENTO:	Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica		
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	Ingeniería Hidráulica		
CARGA DOCENTE:	9 créditos	Teoría:	4.5 créditos
		Práctica:	4.5 créditos
CURSO:	3º		
CUATRIMESTRE:	<input type="checkbox"/> Primer cuatrimestre		
	<input checked="" type="checkbox"/> Segundo cuatrimestre		
	<input type="checkbox"/> Anual		
TIPO:	<input checked="" type="checkbox"/> Troncal		
	<input type="checkbox"/> Obligatoria		
	<input type="checkbox"/> Optativa		
	<input type="checkbox"/> Libre configuración		
PRERREQUISITOS:	Haber superado los estudios del primer ciclo en especial las asignaturas de: Geología, Geomorfología, Materiales de Construcción, Mecánica del Suelo y Rocas, <u>Ingeniería Hidráulica e Hidrología</u> , Teoría de Estructuras.		
PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:	Fernando Delgado Ramos		
PROFESOR/ES COLABORADOR/ES:	Juan Antonio García Molina, Germán A. Ríos García		

PRESENTACIÓN:

El diseño, construcción y explotación de las OBRAS HIDRÁULICAS es una de las competencias profesionales fundamentales de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en algunos casos incluso de forma exclusiva frente a otras titulaciones, como son las actuaciones sobre el Dominio Público Hidráulico, (presas, encauzamientos, etc.). Se puede afirmar que la necesidad de formar adecuadamente a ingenieros en materia de Obras Hidráulicas fue uno de los motivos principales que llevaron a que a principios del siglo XIX se creara la primera Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales, (posteriormente se le añadió "Puertos"). Es por ello que nuestra materia es una de las tres que componen el nombre de nuestra titulación, que aparece resumido con el término "canales". Pero donde más nítidamente se aprecia la importancia de esta materia en la titulación es en el hecho de que la asignatura de OBRAS Y APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS Y ENERGÉTICOS es troncal, lo que quiere decir que debe aparecer en todos los Planes de Estudios de las Escuelas de Ingeniería de Caminos de España, disponiendo de 9 créditos, lo que supone la carga docente más alta para una sola asignatura.

OBJETIVOS:

Conocer la importancia y problemática del agua y sus posibles soluciones. Identificar los diferentes tipos de obras hidráulicas, sus funciones, condicionantes y alternativas de diseño. Saber distinguir adecuadamente entre "diseño" y "cálculo". Diseñar y calcular distintos tipos de obras hidráulicas. Manejar adecuadamente los métodos de cálculo más apropiados para cada problema, sabiendo cuándo es

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

posible utilizar métodos sencillos que, ofreciendo un resultado aproximado, permitan un mejor control de las variables de diseño de una obra hidráulica y cuándo es preciso utilizar métodos más complejos. Analizar críticamente los resultados de los cálculos matemáticos, por ejemplo, detectando posibles errores en los mismos o incluso en los datos de partida cuando dicho resultado se aleje del orden de magnitud adecuado o de la práctica ingenieril. Deducir las fórmulas de cálculo más importantes. Interpretar adecuadamente las fórmulas de cálculo, identificando el efecto e importancia de cada una de las variables y parámetros que en ellas intervienen y conociendo su origen, limitaciones y campos de aplicación. Manejar adecuadamente las distintas unidades usadas habitualmente en ingeniería así como su lenguaje técnico. Conocer las limitaciones de su propio conocimiento para saber cuándo es preciso acudir a métodos de diseño o cálculo más avanzados o cuándo se debe reclamar la ayuda de otros especialistas. (Nota: en la vida profesional también es muy importante saber cuándo uno no sabe lo suficiente y a quién debe preguntar o acudir)

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

La parte de la asignatura correspondiente a la teoría y problemas, (6 créditos) se evalúa mediante un examen final compuesto por dos parciales: el primer parcial corresponde a los temas 1 al 5 y el segundo parcial a los temas 6 al 8. El alumno puede presentarse y liberar independientemente cada parcial, (la nota se guarda hasta la siguiente convocatoria), pero en el segundo parcial se presuponen los conocimientos del primero.

La parte de prácticas de campo, se evalúa mediante la presentación de un trabajo que contenga los objetivos, descripción y problemática de las obras visitadas así como una valoración personal de las mismas. Las prácticas de ordenador, de laboratorio y las conferencias se evalúan mediante la asistencia, correcto seguimiento de las mismas y en su caso mediante la presentación de un trabajo. Se llevará también a cabo una evaluación continua mediante pequeños exámenes en horario de clase sin aviso previo y/o trabajos prácticos a entregar por el alumno.

La asistencia a las prácticas es obligatoria para superar la asignatura, excepto el viaje de prácticas que es voluntario. La entrega de los trabajos correspondientes a cada práctica es voluntaria. Dichos trabajos, así como las pruebas de evaluación continua se calificarán con un máximo de 2 puntos en total, (un punto máximo para cada parcial).

PROGRAMA RESUMIDO:

TEMA 1.- INTRODUCCIÓN
TEMA 2.- OBRAS DE CAPTACIÓN
TEMA 3.- OBRAS DE TRANSPORTE
TEMA 4.- OBRAS RELACIONADAS CON LOS USOS DEL AGUA
TEMA 5.- INGENIERÍA FLUVIAL
TEMA 6.- OBRAS DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN
TEMA 7.- OBRAS HIDRÁULICAS COMPLEMENTARIAS
TEMA 8.- SISTEMAS DE OBRAS HIDRÁULICAS

PROGRAMA DETALLADO: (*contenidos y distribución de la carga lectiva*)

TEMA 1.- INTRODUCCIÓN
1.1.- Las Obras Hidráulicas en el espacio y en el tiempo
El agua en el mundo. El agua en Europa. El agua en España. Historia de las Obras Hidráulicas. Análisis de la situación actual. Legislación de Aguas. Planificación Hidrológica
1.2.- Las Obras Hidráulicas, el Desarrollo y el Medio Ambiente
Las Obras Hidráulicas y el Desarrollo. Problemas medioambientales de las Obras Hidráulicas. Beneficios medioambientales de las Obras Hidráulicas. Corrección de Impactos ambientales. Normativa comunitaria, estatal y autonómica. Ejemplos.
TEMA 2.- OBRAS DE CAPTACIÓN
2.1.- Obras de captación superficial

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

Conceptos generales. Evaluación de recursos hídricos. Tipos de captaciones: Aljibes. Manantiales. Captación desde ríos. Desde lagos. Desde embalses.

2.2.- Obras de captación subterránea

Conceptos generales. Pozos, (superficiales o profundos). Galerías Drenantes (en ladera, en lecho del río). Azudes Subálveos.

TEMA 3.- OBRAS DE TRANSPORTE

3.1.- Transporte a Lámina Libre

3.1.1.- Canales. Estudio Hidráulico.

Ecuaciones del régimen laminar. Ecuaciones del régimen turbulento. Régimen crítico. Régimen permanente uniforme. Régimen permanente variado. Curvas de remanso. Régimen variable.

3.1.2.- Canales. Trazado

Condiciones generales. Tanteo del trazado. Secciones transversales. Túneles. Acueductos. Sifones.

3.1.3.- Canales. Secciones Tipo

Condiciones generales. Sección Óptima. Necesidad de revestimiento. Tipos de revestimiento. Estabilidad del revestimiento. Juntas. Impermeabilizaciones. Drenajes. Proceso constructivo.

3.1.4.- Canales. Obras Especiales

Aliviaderos. Rápidas. Caídas. Partidores. Tomas. Transiciones. Obras de drenaje transversal. Pasos sobre canal. Acueductos. Sifones.

3.2.- Transporte a Presión

3.2.1.- Tuberías. Estudio Hidráulico

Introducción. Ecuaciones del flujo permanente. Pérdidas de carga: rozamiento, embocadura, codos, cambios de sección, válvulas, bifurcaciones, desagüe, otros.

3.2.2.- Tuberías. Golpe de Ariete

Introducción. Descripción del fenómeno. Ecuaciones del cierre lento. Ecuaciones del cierre rápido. Cálculo de la celeridad de la onda. Timbraje de tuberías. Calderines hidroneumáticos. Válvulas antiretorno. Chimeneas de equilibrio. Otros.

3.2.3.- Tuberías. Detalles de diseño

Generalidades. Tuberías de fundición dúctil. Tuberías de acero. Tuberías de hormigón armado y pretensado. Tuberías de PVC. Tuberías de PE. Tuberías de PRFV. Válvulas y accesorios. Instalación de tuberías Cálculo de tuberías.

TEMA 4.- OBRAS RELACIONADAS CON LOS USOS DEL AGUA

4.1.- Regadíos y Drenajes

4.1.1.- El Agua y las Plantas

Balance hídrico en España. El ciclo agrohidrológico. El agua en el suelo. Cálculo del pF y Cc. Necesidades de agua de las plantas. Capacidad de succión de las plantas. Evapotranspiración potencial y real. Métodos para remediar el déficit hídrico.

4.1.2.- Técnicas de Riego y Drenaje

Introducción. Influencia del tipo de suelo, del agua, del clima, de los cultivos, de los regantes, de la parcelación. Sistemas de riego por gravedad, (escurrimiento, inundación, infiltración). Sistemas de riego a presión, (aspersión, localizado). Sistemas de drenaje, (abierto, cerrado o mixto).

4.1.3.- Organización de un Regadío

Introducción. Sistemas de explotación, (distribución continua, por rotación, a la demanda). Automatización del riego. Módulo. Unidad parcelaria. Dosis práctica de riego. Duración del riego. Espaciamento. Caudal característico. Instalaciones para un regadío.

4.2.- Abastecimientos. Cuestiones Generales

(Sólo referencias. Se desarrolla en otra asignatura)

4.3.- Aprovechamientos Hidroeléctricos

4.3.1.- Tipos de Saltos de Agua

Introducción. Salto de pie de presa. Salto en derivación. Salto con todas sus conducciones en presión. Centrales subterráneas. Centrales reversibles. Ejemplos prácticos.

4.3.2.- Potencia y Energía

Introducción. Salto bruto. Salto bruto útil. Salto neto. Potencia de un salto. Energía producida. Coeficiente de eficacia. Factor de carga y coeficiente de equipamiento. Unidades usadas frecuentemente.

4.3.3.- El Mercado Eléctrico

Introducción. Centrales hidroeléctricas. Centrales nucleares. Centrales térmicas convencionales. Centrales eólicas. Centrales de E. Solar. Centrales de gas. Centrales de biomasa. Otras.

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

4.3.4.- Diseño de Centrales Hidroeléctricas

Determinación del caudal turbinable. Derivación. Cámara de carga. Tubería forzada. Canal de descarga. Equipos hidromecánicos: (turbina Pelton, Francis, hélice, Kaplan, otras). El regulador de la turbina. Sistemas de seguridad. (Nota: las cuestiones relacionadas con turbomáquinas se estudian en el siguiente apartado)

4.4.- Instalaciones de Bombeo

4.4.1.- Potencia y Ecuación General de una Turbomáquina

Ecuación de la potencia en el eje de una turbomáquina por el teorema de Euler. Alturas características de una elevación: (altura geométrica, altura manométrica, altura útil o engendrada, altura de aspiración). Alturas características de un salto: (salto bruto, salto bruto útil, salto neto, salto útil). Rendimientos. Ecuación general de una turbomáquina.

4.4.2.- Turbomáquinas con régimen de funcionamiento semejante

Relaciones de semejanza en turbomáquinas. Serie de bombas centrífugas semejantes. Velocidad específica de la serie. Número de Brauer. Serie de turbinas semejantes. Velocidad específica de la serie. Número de Camerer.

4.4.3.- Bombas Centrífugas: curvas características y colinas de rendimiento

Ecuación característica de una bomba centrífuga. Superficie característica. Curva característica de una bomba centrífuga funcionando con velocidad de giro constante. Curvas características de un mismo rodete funcionando con distintas velocidades de giro. Colina de rendimientos de una bomba. Curvas características de una serie de bombas con la misma velocidad de giro. Dimensionamiento de un rodete.

4.4.4.- Diseño de Instalaciones de Bombeo

Introducción. Tipos de bombas. Tubería de aspiración. Cebado de una bomba. Válvulas. Tubería de impulsión. Punto de funcionamiento. Cálculos de optimización. Recorte de rodetes. Instalación de bombas en paralelo, (contiguas, separadas). Instalación de bombas en serie. Cavitación, cálculo del NPSH disponible, determinación del NPSH requerido..

TEMA 5.- INGENIERÍA FLUVIAL

5.1.- Introducción

Historia de la ingeniería fluvial. Relaciones hombre-río. Necesidad de cambio del enfoque tradicional. Obras fluviales. Ejemplos.

5.2.- Morfología fluvial

Dinámica del río. Perfil longitudinal. Clasificación de cauces fluviales. Formas en planta: (cauce recto, cauce trenzado, cauce meandriforme, abanicos fluviales, deltas, estuarios, llanuras de inundación). Cauces torrenciales y ramblas mediterráneas. Flujo en curvas. Evolución de un meandro. Geometría hidráulica de un río. Caudal dominante. Leyes de Fargue. El ecosistema fluvial

5.3.- Dinámica de la Erosión

Características de los sedimentos: propiedades de la partícula, (tamaño, forma, densidad, velocidad de sedimentación); propiedades del conjunto, (granulometría, ángulo de rozamiento, cohesión, densidad de mezcla, acorazamiento). Dinámica de la erosión: Umbral de arrastre. Tensión tangencial, esfuerzo cortante crítico, velocidad de fricción, ábaco de Shields. Clasificación del transporte sólido. Equilibrio de fondo. Analogía de la balanza de Lane. Formas de lecho. Ecuación de Exner del perfil de fondo. Erosión, (general, localizada; permanente, transitoria)

5.4.- Transporte de Sedimentos

Modos de transporte sólido, (arrastre de fondo, suspensión, turbiedad). Ecuaciones de transporte de fondo. Ecuaciones de transporte en suspensión. Fórmulas de transporte total.

5.5.- Tratamiento de Cauces

Comprobación de la estabilidad de un cauce. Diseño de cauces estables. Método de la velocidad permisible. Método del esfuerzo cortante crítico. Fórmulas empíricas. Estabilización de cauces: sistemas de protección, (escolleras, gaviones, revestimientos articulados, mallas, estructuras vegetales, otros), sistemas de control del flujo, (diques transversales, diques longitudinales, campos de marcos, otros).

5.6.- Encauzamientos y Defensas

Introducción histórica y problemática. Posibles objetivos de un encauzamiento. Efectos negativos de los encauzamientos. Condicionantes ecológicos. Condicionantes de un cauce estable. Cauce de aguas bajas, cauce de aguas altas y cauce de avenidas. Caudales de diseño. Zona inundable, zona de máxima crecida ordinaria, zona de servidumbre, zona de policía. Planes de prevención de avenidas e inundaciones. Planes de emergencia. Efectos de los diques de avenidas. Actuaciones en cauces trenzados. Problemas de los estrechamientos de cauces. Traviesas o cadenas. Problemas de las desembocaduras. Conclusiones.

5.7.- Obras de Navegación Fluvial

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

(Sólo referencias)

6.- OBRAS DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

6.1.- Presas y Embalses

6.1.1.- Generalidades y Tipologías de Presas

Funciones de la Presa. Evolución histórica. Tipologías. Normativa y legislación de presas. Instrucción del 67. Reglamento del 96. Directriz de Protección Civil del 95. Guías Técnicas

6.1.2.- Estudios de Regulación

Ausencia de regulación. Embalses de regulación anual. Embalses de regulación interanual.

6.1.3.- La Cerrada y el Embalse

Estudios previos. El río y su cuenca. Topografía. Geología. Geotecnia. Materiales. Requerimientos básicos. Evaluación de impacto ambiental. Factores que influyen en la elección del tipo de presa.

6.1.4.- Fuerzas Actuantes

Peso propio. Empuje hidrostático. Presión intersticial, (evolución histórica de las teorías sobre la subpresión. Líneas de corriente. Líneas equipotenciales. Líneas isobaras). Efectos térmicos y de fraguado. Sismos. Sedimentos. Oleaje. Empuje del hielo. Otros. Combinación de solicitaciones.

6.1.5.- Presas de Gravedad

6.1.5.1.- Sección tipo y red de drenaje

6.1.5.2.- Análisis de la estabilidad y dimensionamiento

6.1.5.3.- Estabilidad al deslizamiento: métodos para mejorarla

6.1.5.4.- Cálculo de tensiones

6.1.6.- Presas Aligeradas

6.1.6.1.- Cuestiones generales

6.1.6.2.- Presas de contrafuertes

6.1.6.3.- Presas de pantalla plana

6.1.6.4.- Presas de bóvedas múltiples

6.1.6.5.- Presas con aligeramientos horizontales

6.1.7.- Presas Bóveda

6.1.7.1.- Cuestiones generales

6.1.7.2.- Encaje de una presa bóveda

6.1.7.3.- Cálculo de una presa bóveda

6.1.7.4.- Funcionamiento estructural

6.1.8.- Presas de Materiales Suelos

6.1.8.1.- Tipología y elementos funcionales

6.1.8.2.- Presas homogéneas

6.1.8.3.- Presas con núcleo impermeable

6.1.8.4.- Presas con pantalla impermeable

6.1.9.- Aliviaderos y Desagües

6.1.9.1.- Estudios Hidrológicos

6.1.9.2.- Aliviaderos

6.1.9.3.- Desagües

6.1.10.- Construcción de Presas

6.1.11.- Explotación y Control

6.2.- Balsas

6.3.- Depósitos

7.- OBRAS HIDRÁULICAS COMPLEMENTARIAS

7.1.- Sistemas y Mecanismos de Operación

7.2.- Sistemas y Mecanismos de Control

8.- SISTEMAS DE OBRAS HIDRÁULICAS

8.1.- Planificación Hidrológica

8.2.- Gestión de los Sistemas y la Información

8.3.- Seguridad y Fiabilidad de las Obras Hidráulicas

8.4.- Análisis de los Mercados del Agua

8.5.- Conservación y/o Desmantelamiento de Obras Hidráulicas

8.6.- Legislación

PROGRAMA DE PRÁCTICAS PREVISTO

PRÁCTICAS DE CAMPO:

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

Mes de abril, (10 horas): Presa de Francisco Abellán, Canal de Jabalcón, Restauración del Caserío de La Granja, Zona Recreativa de Zújar, Recuperación de la Aguas Termales de Zújar, Central de Impulsión del Jabalcón, Zona Recreativa de Freila, Presa del Negratín, Central Hidroeléctrica del Negratín, Zona Recreativa de Cuevas del Campo.

PRÁCTICAS DE ORDENADOR:

Mes de Marzo, (2 horas): Conducciones en lámina libre. Programa EXCEL o similar
 Mes de Marzo, (2 horas): Regadíos. Programa CROP WAT o similar.
 Mes de Abril, (2 horas): Instalaciones de bombeo. Programa FLYPS, EXCEL o similar
 Mes de Abril, (2 horas): Ingeniería Fluvial. Programa EXCEL o similar
 Mes de Mayo, (2 horas): Cálculo de Presas. Programación con EXCEL o similar

PRÁCTICAS DE LABORATORIO: (LABORATORIO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA)

Mes de Mayo, (2 horas): Aliviaderos de presas.

PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS: (AULAS DE DOCENCIA)

Fecha sin especificar, (15 horas) Acompañando a las clases teóricas en cada uno de los bloques temáticos

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

OBRAS HIDRÁULICAS	Eugenio Vallarino
MAQUINARIA	Eugenio Vallarino y Miguel Delgado
INGENIERÍA FLUVIAL	Eduardo Martínez Marín. ETSICCP Madrid
INGENIERÍA DE RÍOS	J. P. Martín Vide. Ediciones UPC, Barcelona.
TRATADO BÁSICO DE PRESAS	Eugenio Vallarino. Colegio de I.C.C.P
PROBLEMAS DE OBRAS HIDRÁULICAS	F. Delgado y J. Delgado. GEU. Granada
PRESAS. PROB. DE PRED. Y CÁLCULO	F. Delgado y J. Delgado. GEU. Granada
PROBLEMAS DE OBRAS HIDRÁULICAS	A. Granados y otros. ETSICCP Madrid.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- "Sediment Transport Technology". Water and Sediment Dynamics (2ª ed. 1992). Water Resources Publications, Littleton CO, USA
- CAPJA (2003) "Manual de Riego para Agricultores". Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. ISBN 84-8474-094-3
- CEDEX (1996) "Guía para la elección de los sistemas de riego". Editor: Centro de Estudios y Experimentación Obras Públicas. ISBN 84-7790-238-0
- CEDEX (2003),- "Guía Técnica sobre Tuberías para el Transporte de Agua a Presión". Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid. ISBN 84-7790-384-0
- Cuesta Diego, Alfredo y Vallarino, Eugenio (2000) "Aprovechamientos Hidroeléctricos. (Dos Volúmenes)". Editor: Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 84-380-0167-X-
- Díaz-Marta Pinilla, Manuel (1997) "Obras hidráulicas en España" Editor: Ediciones Doce Calles. ISBN 84-89796-84-X
- Estrada Lorenzo, Federico (1994) "Garantía de los sistemas de explotación de los recursos hidráulicos". Editor: Centro de Estudios y Experimentación Obras Públicas. ISBN 84-7790-181-3
- Granados Granados, Alfredo; Pimentel, Heber (2000) "Sistemas de riego". Editor: Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. ISBN 84-380-0162-9
- López, A et al. (2003), "Curso de Estaciones de Bombeo en Hidráulica Urbana", Grupo de mecánica de Fluidos. UPV. Valencia. ISBN 84-89487-09-X
- López-Sánchez, P (1993) "Fundamentos del cálculo hidráulico en sistemas de riego y drenaje". Editor: Mundi-Prensa Libros, S.A. ISBN 84-7114-423-9

PROGRAMAS OFICIALES DE LAS ASIGNATURAS

-
- Pascual España, B (1996) "Riegos de Gravedad y a Presión". Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 84-7721-428-X
 - PÉREZ, E. (2005) "LEGISLACIÓN DE AGUAS". Editorial Tecnos. I.S.B.N. 84-309-4242-4
 - Ven Te Chow, (1994) "Hidráulica de los canales abiertos" Mc Graw Hill, México, 1994.
 - CNEGP (VARIOS) "Guías Técnicas de Seguridad de Presas". Comité Nacional Español de Grandes Presas. Madrid. ISBN 84-89567-13-1

OTROS RECURSOS: *(páginas web que ofrezcan información sobre la asignatura)*

Para el seguimiento de la asignatura se utiliza la plataforma swad (<https://swad.ugr.es/>)
