



# Planificaciones

8904 - Modelos Hidráulicos

Docente responsable: PATERSON INES

## OBJETIVOS

Introducción a las metodologías y aplicaciones de la hidráulica computacional y experimental en el campo de la ingeniería hidráulica. Introducción al cálculo en régimen impermanente de escurrimientos a presión y a superficie libre. Introducción a la hidráulica experimental (modelos y ensayos físicos) y sus aplicaciones en ingeniería hidráulica.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

### PROGRAMA SINTÉTICO

Cálculo hidráulico en régimen permanente en 1, 2 y 3 dimensiones, con base en las ecuaciones diferenciales e integrales respectivas.

### PROGRAMA ANALÍTICO

Tema 1 : Ecuaciones básicas : rol de los modelos en la Ingeniería Hidráulica. Modelos físicos y matemáticos. Ecuaciones básicas de la hidráulica. Ecuaciones general de conservación de : masa (continuidad) . cantidad de movimiento (Navier-Stokes) . Energía . Ecuaciones diferenciales en derivados parciales: clasificación matemática y física.

Tema 2 : Método de las curvas características : Ecuaciones características, claridades, invariantes de Riemann, ondas periódicas de pequeña amplitud. Escurrimientos a superficie libre y a presión.

Tema 3 : Método de los elementos finitos : Características principales. Método directo de la rigidez. Método variacional. Ejemplo bidimensional: percolación con superficie libre y a presión .

Tema 4 : Ecuaciones en diferencias finitas : Consistencia, estabilidad y convergencia, Operadores elementales: características de amplitud y fase. Métodos explícitos e implícitos. Ejemplo; onda simple de pequeña amplitud, difusión de contaminantes, flujo potencial.

Tema 5 : Translación de ondas de crecidas : Ecuaciones de Saint Venant. Soluciones simplificadas: Celeridad y atenuación de ondas de crecida en río. Ejemplo: Modelos hidrodinámicos unidimensionales en línea y red de canales. Modelos bidimensionales de Saint Venant.

Tema 6 : Fundamentos de los modelos físicos : Análisis dimensional. Semejanza hidrodinámica. Número adimensionales. Básicos. Escala de los modelos físicos.

Tema 7 : Medición de las variables de la corriente : Equipos de medición. Valores medios y fluctuantes. Velocidades, gastos líquidos y sólidos, niveles de agua y de lecho , presiones, etc. Tratamiento de datos.

Tema 8 : Los laboratorios de hidráulica : Instalaciones, equipos, Instrumental, actividades de apoyo. Técnicas de modelación. Tipos de modelos y su ubicación en el laboratorio. Materiales y construcción de modelos. Alimentación y descarga de los modelos

Tema 9 : Modelos de sistemas de presión : Criterios de semejanza. Instalaciones e instrumentación. Flujo permanente en turberías; pérdidas locales y por fricción. Golpe de ariete; chimenea de equilibrio, válvula y disipadores de presión .

Tema 10 : Modelos de obras hidráulicas : Criterios de semejanza. Vórtices y circulación. Obras hidráulicas menores. Obras de alivio. Obras de toma, y descargadores de fondo. Disipadores de energía.

Tema 11 : Modelos Fluviales : Modelos de fondo fijo. Modelos de fondo móvil. Semejanza de iniciación de movimiento. Semejanza de transporte de sedimento. Métodos empíricos y formales para la determinación de escalas. Modelos de corrección fluvial, tomas y descargas de ríos, erosión local al pie de obras fijas.

Tema 12 : Modelos Marítimos : Criterios de semejanza del movimiento de olas y mareas: Métodos e instrumentos de laboratorios Modelos de obras costeras; olas en aguas poco profundas; deriva litoral; canales de acceso; defensas costeras. Modelos de agitación portuaria.

## BIBLIOGRAFÍA

1)M.B.Abbott: Computational Hydraulics, Elements of the Theory of free surface flows, Pitman, 1979.2).

- 2) V.L. Streeter, E.B. Wylie: Mecánica de Fluidos, J.Wiley 1975.
- 3) O.C. Zienkiewicz: El Método de los Elementos Finitos, J.Wiley, 1982.
- 4) Cunge, Holly Verwey: Practical aspects of Computational River hydraulics, Pitman 1980.
- 5) Vergara, Miguel A: Técnicas de Modelación en Hidráulica Alfa Omega 1995.
- 6) Hydraulic Modeling, Manual ASCE # 97, ASCE 2000.

#### Referencias generales:

- L.C. van Rijn: Principles of Fluid Flow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas and Oceans, Aqua Publications, 1994.
- J.O. Hinze: Turbulence, McGraw Hill, 1959.
- Henderson, F.M. Open Channel Flow- Macmillan-1966
- A.J. Raudkivi, R.A. Callander: Advanced Fluid Mechanics an introduction, Arnold, 1975.
- W. Rodi: Turbulence models and their applications in Hydraulics, IAHR , 1980.
- A.A. Townsend: The Structure of Turbulent Shear Flow, 2a Edición Cambridge University Press 1976.
- M.B. Abbott: Computational Hydraulics, Elements of the theory of free surface flows. Pitman 1979.
- C.B. Vreugdenhil: Computational Hydraulics an introduction, Springer Verlag , 1989.
- M.B. Abbott, A.W. Minns: Computational Hydraulics, second edition, Ashgate 1998.
- H. Lamb: Hydrodynamics, 6a edición , Dover, 1945
- H.C. Martin y G.F. Carey: Introduction to Finite Element Analysis, McGraw Hill, 1973.
- O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor: El Método de los Elementos finitos, Vol 1 Formulación básica y Problemas lineales, Vol 2 Mecánica de sólidos y fluidos Dinámica y no linealidad. 4a Edición Mc Graw Hill, Cime Barcelona. 1995.
- J.J. Connor, C.A. Brebbia: Finite Element Techniques for Fluid Flow, Newnes – Butterworths, 1976. 19).
- D.H. Norrie, G. de Vries: The Finite Element Method, Fundamentals and applications, Academic Press, 1973.
- A. Verruit: Theory of ground water flow, Macmillan 1970.
- M.S. Yalin: River Mechanics, Pergamon Press, 1992.
- J.P. Benque, A. Hauguel, P.L. Viollet: Engineering Applications of Computational Hydraulics, Volumen II, Pitman, 1982.
- E. Oran Bringham: The Fast Fourier Transform and its applications, Prentice Hall. 1988.

## RÉGIMEN DE CURSADA

### Metodología de enseñanza

Desarrollo de clases teórico – prácticos integrados. Se aplican los siguientes criterios para el desarrollo de la materia y selección de material :

Desarrollo de metodologías de cálculo / modelación de problemas reconocibles dentro del campo de la ingeniería hidráulica.

Resolución de un mismo problema mediante el uso de herramientas alternativas, aplicando soluciones analíticas, numéricas y/o de ensayo físico.

### Modalidad de Evaluación Parcial

Se elabora una carpeta de trabajos prácticos con predominio de trabajos con datos individuales. Se toman dos parciales de evaluación teórico – práctico conforme al siguiente detalle :

Parcial 1 Ecuaciones básicas, cálculo hidrodinámico mediante el método de las características y diferencias finitas.

Parcial integrador: Ecuaciones básicas, cálculo de flujo en medios permeables mediante el método de elementos finitos. Modelos hidráulicos físicos.

Aprobación cursada : parciales y la carpeta aprobados.

Calificación de la cursada : es la nota promedio de los parciales y de la carpeta de trabajos.

Aprobación de la materia:

Promedio igual o mayor de 7 : Pasa a la fecha del coloquio, promociona con la nota promedio de la cursada.

Promedio entre 4 y 7 : accede al coloquio integrador, si reúne conocimientos suficientes para aprobar el coloquio la nota del mismo se promedia con la nota de la cursada.

**CALENDARIO DE CLASES**

| Semana                 | Temas de teoría   | Resolución de problemas | Laboratorio       | Otro tipo | Fecha entrega Informe TP | Bibliografía básica |
|------------------------|---|-------------------------|-------------------|-----------|--------------------------|---------------------|
| <1><br>09/03 al 14/03  | Ecuaciones básicas  | 1                       |                   |           |                          | 1,2                 |
| <2><br>16/03 al 21/03  | Ecuaciones básicas  | 1                       |                   |           |                          | 1,2                 |
| <3><br>23/03 al 28/03  | Método de las características   | 2                       |                   |           |                          | 1,2                 |
| <4><br>30/03 al 04/04  | Método de las características   | 2                       |                   |           |                          | 1,2                 |
| <5><br>06/04 al 11/04  | Método de diferencias finitas   | 3                       |                   |           |                          | 1,2                 |
| <6><br>13/04 al 18/04  | Método de diferencias finitas explícitas                                | 3                       |                   |           |                          | 2                   |
| <7><br>20/04 al 25/04  | Ondas de crecida y de marea, explícitas aplicación ecuaciones St Venant | 3                       |                   |           |                          | 2                   |
| <8><br>27/04 al 02/05  | Parcial   |                         |                   |           |                          | 3                   |
| <9><br>04/05 al 09/05  | Feriado   |                         |                   |           |                          |                     |
| <10><br>11/05 al 16/05 | Método de diferencias finitas implícitas                                | 3                       |                   |           |                          | 4                   |
| <11><br>18/05 al 23/05 | Elementos Finitos   | 4                       |                   |           |                          | 4                   |
| <12><br>25/05 al 30/05 | Elementos Finitos   | 4                       |                   |           |                          | 4                   |
| <13><br>01/06 al 06/06 | Modelos Físicos   | 5                       | Laboratorio FIUBA |           |                          | 5                   |
| <14><br>08/06 al 13/06 | Modelos Físicos   | 5                       |                   |           |                          | 5                   |
| <15><br>15/06 al 20/06 | Integrador  | 6                       |                   |           |                          | 6                   |
| <16><br>22/06 al 27/06 | Feriado   |                         |                   |           |                          |                     |

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

| Oportunidad | Semana | Fecha | Hora  | Aula |
|-------------|--------|-------|-------|------|
| 1º          | 8      | 02/10 | 15:00 | 311  |
| 2º          | 14     | 13/11 | 15:00 | 311  |
| 3º          | 15     | 20/11 | 15:00 | 311  |
| 4º          |        |       |       |      |