



# Planificaciones

6907 - Hidrología

Docente responsable: SEOANE RAFAEL SANTIAGO

## OBJETIVOS

Los objetivos de la materia son que los alumnos comprendan y apliquen los conocimientos básicos de la Hidrología a la solución de problemas de Ingeniería. En la materia se presentan las principales componentes de ciclo hidrológico, distintos métodos para cuantificar sus variables y los modelos matemáticos necesarios para la representación de los procesos hidrológicos. La materia se completa con un análisis de las aplicaciones clásicas de la Hidrología utilizadas para resolver problemas relacionados con las competencias de la Ingeniería Civil.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

Definiciones de Hidrología y su relación con otras ciencias. Concepto de ciclo hidrológico. Clasificación de los modelos hidrológicos. Conceptos de meteorología y climatología. Análisis y modelación de las principales variables del ciclo hidrológico. Impactos del cambio climático sobre variables hidrológicas. Características geomorfológicas de una cuenca y su relación con la modelación hidrológica. Modelos de balance hídrico y sus aplicaciones. Análisis estadístico de variables hidrológicas y su aplicación al diseño de obras civiles. Métodos de aforo. Características del hidrograma. Componentes y técnicas de separación del caudal. Estudios de crecidas. Modelos hidrológicos, simulación y pronóstico de variables hidrológicas. Modelos precipitación-caudal y de traslado de caudales. Método del hidrograma unitario instantáneo. Conceptos de hidrología subterránea.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### UNIDAD I INTRODUCCIÓN

Definición de Hidrología. El agua en el planeta. El ciclo hidrológico. Concepto de sistema hidrológico. Clasificación de los modelos hidrológicos. Relación entre la Hidrología y otras especialidades de la Ingeniería Civil en general e Hidráulica en particular. Desenvolvimiento de la Hidrología y los estudios hidrológicos en el país.

#### UNIDAD II CONCEPTOS DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA EN HIDROLOGÍA

Definiciones y alcances. La atmósfera. Radiación solar. Régimen de temperaturas. Humedad atmosférica, punto de rocío. Presión. Vientos, causas. Condensación, nubosidad, nieblas, rocío, escarcha y heladas. Evaporación y aparatos de medición.

Pluviometría. Precipitación total e intensidad, pluviómetros, pluviógrafos. Planificación de redes pluviométricas.

Precipitación media de la cuenca. Curvas duración-intensidad-recurrencia y curvas duración-intensidad-área.

Precipitación máxima probable (PMP) y tormenta máxima probable (TMP).

Impactos hidrológicos del cambio global y del fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur). Efecto invernadero y cambio climático. Escenarios del cambio climático y modelos para la evaluación del impacto sobre variables hidrológicas. El fenómeno del ENSO. Descripción y principales características, indicadores del ENSO, el índice de oscilación del sur (IOS). Efectos de los eventos extremos del ENSO sobre distintos sistemas hidrológicos de la Argentina.

#### UNIDAD III CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Definiciones. Características geomorfológicas, factores de forma, altura media, red de drenaje, pendiente ponderada, leyes de Horton, tiempo de concentración, tipo de suelos, vegetación, acciones antrópicas. Balances hídricos. Retención inicial de lluvias. Infiltración, causas y relaciones, formas de medición. Agua superficial. El agua en el suelo: agua higroscópica, pelicular, capilar y de gravedad. Evapotranspiración, tipos y causas. Métodos de Thornthwaite. Agua superficial, almacenamiento, escorrentía superficial y precipitación neta. Balance hídrico en cuencas hidrográficas.

#### UNIDAD IV ANALISIS DE VALORES EXTREMOS EN HIDROLOGÍA

Tratamiento probabilístico de la información hidrológica. Fuentes de incertidumbre en la selección de un modelo y estimación de sus parámetros. Funciones de densidad de probabilidades. Métodos de estimación de parámetros. Análisis de series de valores extremos. Método California. Modelos de valores extremos: Gumbel, Pearson III, Log-Normal II y III. Concepto de recurrencia y riesgo. Pruebas de bondad de ajuste.

#### UNIDAD V CURVAS CARACTERÍSTICAS Y AFOROS

Métodos convencionales con correntímetros. Aforadores por efecto Doppler (ADCP). Curva de descarga (H-Q), caudal en función del nivel de la superficie libre, curva de histéresis. Curvas cronológica de caudales, histograma de frecuencias y curva de duración. Capacidad reguladora.

#### UNIDAD VI HIDROGRAMA

Definición y características del hidrograma. Curvas de concentración y de agotamiento, puntos críticos.

Separación del caudal base y directo. Tiempo al pico, tiempo base, caudal al pico. Análisis de hidrograma complejos. Volumen total aportado por el hidrograma. Conversión de hidrogramas por efectos reguladores.

#### UNIDAD VII ESTUDIOS DE CRECIDAS

Causas y efectos. Métodos de cálculo de crecidas. Empíricos: alcances y restricciones. Probabilísticos e hidrometeorológicos. Método racional, racional generalizado, hidrograma unitario natural de Sherman, hidrogramas unitarios sintéticos de Snyder, del Servicio de Conservación de suelos (EE.UU) y modelos del hidrograma unitario instantáneo (Nash). Uso de modelos precipitación-caudal. Caso particular de las crecidas urbanas. Cálculo de la crecida máxima probable (CMP). Tránsito de crecidas por cauces aforados (Muskingum) y no aforados (Cunge).

#### UNIDAD VIII MODELOS HIDROLÓGICOS

Clasificación de modelos: determinísticos, probabilísticos y estocásticos. Información básica para la simulación de la transformación precipitación-caudal. Modelos paramétricos lineales. Etapas en la construcción de un modelo estocástico. Definición de la función de autocorrelación y expresiones de los modelos auto-regresivos. Aplicación de modelos estocásticos a la simulación y pronóstico de variables hidrológicas. Modelos predictivos en distintas escalas de tiempo.

#### UNIDAD IX HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Conceptos geológicos básicos, origen del agua subterránea. Distintos tipos de acuíferos. Zonas saturadas y no saturadas, agua freática y artesiana. Movimiento del agua en la zona saturada. Ley de Darcy, conceptos de permeabilidad, porosidad, transmisibilidad y almacenamiento. Determinación de la permeabilidad. Permámetro y ensayos de bombeo. Equilibrio hidráulico de los pozos. Intrusión salina. Principales acuíferos en Argentina.

### BIBLIOGRAFÍA

DISPONIBLES EN BIBLIOTECA ENRIQUE BUTTY (PASEO COLÓN)

1. Hidrología Aplicada. Ven Te Chow, Maidment, D., Mays, L. 1994, 2EJ (P27298)
2. Applied Hydrology. Ven Te Chow, Maidment, D., Mays, L. 1988, 1EJ (P23667)
3. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R. 1990, 1EJ (P23668)
4. Hidrología para Ingenieros. Linsley, Kohler, Paulhus. 1967, 6EJ (P20590, P15613)
5. Hydrologic Systems. Singh, V.P. Volume I: Rainfall-Runoff Modeling, Volume II: Watershed Modeling. 1988, 1EJ (P23670)
6. Handbook of Applied Hydrology (1919). Ven Te Chow. 1964, 1EJ (P13589)
7. Stochastic Water Resources Technology. Kottegoda, N.T. 1980, 1EJ (P23607)
8. Fundamentos de Hidrología Superficial. Aparicio Mijares, F.J. 1997, 1EJ (P27288)
9. Hidrología Moderna. Kazman, R. 1969, 6EJ (P15615)

DISPONIBLE EN BIBLIOTECA SEDE LAS HERAS

Tratado de Hidrología Aplicada. Remenieras, G. 1971, 1EJ (P16345)

#### OTROS TEXTOS RECOMENDADOS

1. Handbook of Applied Hydrology. Ven Te Chow.
2. Meteorología. J. M. Llorente.
3. Estimation of maximum floods. World Meteorological Organization.
4. Climatología y fonología agrícola. De Fina y A. Ravelo.
5. Applied surface hidrology. O. Starosolszky.
6. Hidrología y recursos hidráulicos. Rafael Heras.
7. Manual de diseño de presas pequeñas. Bureau of Reclamation.
8. Fundamentos de hidrología de Superficie. Javier Aparicio Mijares.
9. Global Warming, River flows and water resources. Arnell N.

10. Estadística modelos y métodos, Peña Sánchez de Rivera D.

11. Elementos Técnicos de hidrología. Roberto Pizarro Tapia

12. Hidrología Subterránea. Custodio y Llamas.

#### APUNTES

- Hidrología de crecidas Ing. Juan Carlos Giménez
- Hidrología cuantitativa Ing. Félix Yacaruso
- Hidrodinámica fluvial Ing. Juan Carlos Giménez
- Hidrograma unitario Ing. César Litwin
- Unidades del curso Ing. Armando Sánchez Guzmán

### **RÉGIMEN DE CURSADA**

#### **Metodología de enseñanza**

En las clases se presentan aspectos teóricos y prácticos de la Hidrología con el propósito de lograr que los alumnos apliquen los conocimientos básicos a la solución de problemas de Ingeniería. En las clases se comienza con la presentación de los aspectos teóricos de la materia y luego se continúa con la presentación de problemas.

Durante el cuatrimestre los alumnos deben resolver un conjunto de problemas y cuestionarios que desarrollan los distintos temas de la materia. Como requisito indispensable para la aprobación, cada grupo (máximo cuatro alumnos) debe resolver un conjunto de aproximadamente ocho trabajos prácticos que recorren los temas principales de la materia. En ellos se plantean casos habituales a los que se enfrenta el ingeniero de hoy. En general se utilizan datos de cuencas argentinas, en el formato en que éstos se publican. En particular, se incluye un trabajo sobre la calibración de un modelo hidrológico completo con precipitación-caudal y traslado de caudales y se discuten los resultados. Por otra parte, se le entrega a cada grupo de alumnos una cierta cantidad de trabajos de investigación publicados en revistas internacionales o congresos nacionales e internacionales en castellano e inglés para que cada grupo presente un informe con comentarios críticos. Los materiales didácticos incluyen las guías de trabajos prácticos y los trabajos (publicaciones y presentaciones en Congresos) que son seleccionados por los docentes y que cada año son distintos.

#### **Modalidad de Evaluación Parcial**

La evaluación parcial y sus recuperatorios son escritos. El coloquio integrador incluye una parte escrita y una oral.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 27/08 al 01/09	Introducción a la Hidrología (Unidad I)	TP N° 1 Presentación de curvas características en Hidrología		Presentación de los temas de las clases prácticas. Definición de los grupos de para la realización de los trabajos prácticos		Hidrología Aplicada. Capítulo I. Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. . McGraw-Hill. 1994. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990,Capítulo 1.
<2> 03/09 al 08/09	Conceptos de Meteorología y Climatología (Unidad II, tema 1)	TP N° 1 Curvas características en Hidrología				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo III. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 3
<3> 10/09 al 15/09	Conceptos de Meteorología y Climatología (Unidad II, tema 2)	TP N° 2 Meteorología y Climatología – Estimación de la precipitación media areal. Problemas con distintos métodos				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo III. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 3 y 4
<4> 17/09 al 22/09	Conceptos de Meteorología y Climatología (Unidad II, tema 3) y Cuencas Definiciones (Unidad III)	TP N° 3 ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA - ANÁLISIS DE EXTREMOS. Concepto de riesgo y dimensionamiento de defensa lateral de localidad ribereña				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo III. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 3 y 4
<5> 24/09 al 29/09	Cuencas (Unidad III)	TP N° 3 ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA - ANÁLISIS DE EXTREMOS. Construcción de curvas IDF				Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 11
<6> 01/10 al 06/10	Cuencas (Unidad III) y Complementos de estadística (Unidad IV)	TP N° 3 ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA - ANÁLISIS DE EXTREMOS. Ajuste de distribuciones de probabilidad a la				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo XI.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
		serie de caudales máximos anuales del río asignado. Métodos de estimación de parámetros. Pruebas de bondad de ajuste.				Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 11
<7> 08/10 al 13/10	Complementos de estadística (Unidad IV)	TP N° 4 BALANCE HÍDRICO. Calibración de parámetros del modelo y aplicación a escenarios de cambio climático.				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo XII.  Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 11  5. Tratado de Hidrología Aplicada. Remenieras, G.1971  Hidrología para Ingenieros. Linsley, Kohler, Paulhus.1967
<8> 15/10 al 20/10	Complementos de estadística (Unidad IV) y Aforos (Unidad V)	TP N° 6 HIDROLOGÍA URBANA				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulos XII, XIV y VI.  Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 4  Hidrología para Ingenieros. Linsley, Kohler, Paulhus.1967
<9> 22/10 al 27/10	Hidrograma (Unidad VI)	TP N° 5 ANÁLISIS DE CRECIDAS - RUTEO HIDROLÓGICO				Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo VIII.
<10> 29/10 al 03/11	Evaluación (Unidades I, II, III y IV)					Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 9
<11> 05/11 al 10/11	Hidrograma (Unidad VI)		TP N° 6 HIDROLOGÍA URBANA -			Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
			modelo SWMM, TP N° 5 ANÁLISIS DE CRECIDAS - MODELACIÓN HIDROLÓGICA			Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulos XIV. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990 Cap. 9
<12> 12/11 al 17/11	Modelos hidrológicos (Unidad VII)		TP N° 5 MODELO SWMM, ANÁLISIS DE CRECIDAS - MODELACIÓN HIDROLÓGICA			Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo VII. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990. Cap. 9 y 10
<13> 19/11 al 24/11	Modelos hidrológicos (Unidad VII) y Crecidas (Unidad VIII)		TP N° 5 ANÁLISIS DE CRECIDAS - MODELACIÓN HIDROLÓGICA			Ven Te Chow, D. Maidment, D. y L.Mays. Hidrología Aplicada. McGraw-Hill. 1994. Capítulo VII. Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990. Cap. 9 y 10 Hydrologic Systems. Singh, V.P. Volume I: Rainfall-Runoff Modeling, Volume II: Watershed Modeling.1988
<14> 26/11 al 01/12	Crecidas (Unidad VIII)	TP N° 7 ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES				Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990. Cap. 9 y 10 Hydrologic Systems. Singh, V.P. Volume I: Rainfall-Runoff Modeling, Volume II: Watershed Modeling.1988
<15> 03/12 al 08/12	Hidrología subterránea (Unidad IX)	TP N° 8 NUEVOS MÉTODOS EN HIDROLOGÍA (Análisis de publicaciones). TP N° 3 (Complemento) Técnicas de Montecarlo				Hydrology. An Introduction to the Hydrologic Science. Bras, R.1990, Capítulo 7
<16> 10/12 al 15/12	Evaluación (Unidades V a IX)					

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	11/05	18:00	
2º	14	08/06	18:00	
3º	16	22/06	18:00	
4º				
Otras observaciones				
Correspondencia: 1era oportunidad: evaluación parcial 2da oportunidad: primer recuperatorio de la evaluación parcial 3ra oportunidad: segundo recuperatorio de la evaluación parcial				