

## **HIDROLOGÍA Y OBRAS HIDRÁULICAS - PLANIFICACIÓN AÑO 2023**

Carrera: Ingeniería Civil

Plan: 1995 Adecuado (Ordenanza N° 1030)

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Área: Hidráulica

Nivel: Cuarto año

Modalidad: Anual

Horas semanales: 4

### **EQUIPO DOCENTE**

Profesora adjunta: Ing. María Eugenia Garat

Jefe trabajos prácticos: Ing. Pablo Paskosky

Docentes invitados: Ing. Diego Arévalo - Ing. Juan Martín Fernandez

### **MATERIAS CORRELATIVAS**

#### **Para cursar:**

Regulares: Tecnología de la construcción, Geotopografía, Hidráulica general y aplicada.

Aprobadas: Análisis Matemático II, Estabilidad, Ingeniería Civil II, Tecnología de los materiales, Física II.

#### **Para rendir:**

Aprobadas: Tecnología de la construcción, Geotopografía, Hidráulica General y Aplicada.

## **1.- FUNDAMENTACIÓN**

La materia pertenece al grupo de asignaturas de especialidad (bloque de Tecnologías Aplicadas del área Hidráulica), que de acuerdo a Ordenanza 1030 son indispensables en la formación del Ingeniero Civil. Esta asignatura está estructurada en dos bloques: Hidrología (primer cuatrimestre), que se orienta a la comprensión de los procesos intervinientes en el ciclo hidrológico y su aplicación en la formulación de metodologías de diseño de obras de Ingeniería Civil, y Obras Hidráulicas (segundo cuatrimestre) donde se abordan distintas tipologías de obras en las que el graduado tecnológico deberá desempeñarse.

La aplicación de la hidrología en el campo de la Ingeniería civil es fundamental en variadas aplicaciones como la cuantificación del escurrimiento superficial, y su incidencia en el diseño de obras hidráulicas, diseño de la infraestructura vial, control de inundaciones, identificación de áreas vulnerables a eventos hidrometeorológicos extremos, entre otras.

El conocimiento de diversas soluciones técnicas abordadas en el bloque Obras Hidráulicas resulta también crucial para el desempeño del graduado en distintos proyectos de ingeniería, como el proyecto de sistemas de drenaje pluvial urbano y rural, alcantarillados, protección de costas, diseño hidráulico de vertederos, etc.

## **2.- OBJETIVOS**

Comprensión de los conceptos físicos fundamentales de la hidrología y su aplicación en distintas soluciones de problemas de ingeniería.

Desarrollo de habilidades para la adquisición e interpretación de información hidrometeorológica proveniente de fuentes diversas y capacidad de análisis de resultados de estudios hidrológicos.

Conocimiento de las características y el funcionamiento de las principales obras hidráulicas. Adquisición de capacidades básicas para el diseño y construcción de las mismas.

### 3.- CONTENIDOS

#### **Unidad 1: Introducción. Procesos hidrológicos**

Ciclo Hidrológico. Radiación. Circulación general. Humedad. Vientos Concepto de sistema. Procesos Hidrológicos. Precipitación. Intercepción. Evaporación y Evapotranspiración. Infiltración. Generación de escurrimiento superficial. Cuenca vertiente. Curvas e índices representativos.

#### **Unidad 2: Infiltración y exceso de lluvia**

Importancia de los procesos en la zona no-saturada. Ecuación de Horton. Estimación de la capacidad de infiltración. Generación de escurrimiento superficial. Determinación del escurrimiento directo de una precipitación por el método del servicio de conservación de suelos (SCS) de los EEUU.

#### **Unidad 3: Mediciones Hidrológicas**

Medición del agua atmosférica. Medición del agua superficial. Aforos de cursos naturales. Relaciones H-Q. Sistemas de monitoreo. Procesamiento básico de Información hidrometeorológica.

#### **Unidad 4: Introducción a la Hidrología estadística**

Problemas del diseño hidrológico. Hidrología estadística. Análisis de frecuencia de datos hidrológicos. Distribuciones de valores extremos. Determinación de las relaciones i-d-f. Interiores de tormentas. Tormentas de diseño. Análisis de frecuencia de niveles y caudales máximos. Análisis de frecuencia regional

#### **Unidad 5: Análisis de Hidrogramas. Cálculo de hidrogramas de proyecto**

Hidrogramas. Análisis y forma de los Hidrogramas. Separación de los componentes. Relaciones elementales entre lluvia y descarga. Fórmulas empíricas. Método racional. Introducción a los sistemas lineales. Teoría del hidrograma unitario. Derivación y aplicación de hidrogramas unitarios. Hidrogramas unitarios sintéticos: Snyder, SCS, Clark. Introducción a la modelación matemática hidrológica.

#### **Unidad 6: Propagación de crecidas**

Ecuaciones de flujo impermanente en canales. Métodos numéricos de solución de las ecuaciones. Condiciones de contorno. Calibración y verificación. Crecidas en canales naturales. Métodos basados en el almacenamiento. Propagación de crecidas por lagos y embalses. Métodos basados en soluciones simplificadas y completas de las ecuaciones. Modelos hidrodinámicos.

#### **Unidad 7: Drenaje Urbano**

Conceptos básicos. Impactos de la urbanización. Planes directores de drenaje urbano. Hidrología urbana. Microdrenaje urbano. Elementos físicos de proyecto. Dimensionamiento hidráulico. Macrodrenaje urbano. Etapas de proyecto. Determinación de posibles trazados de la red de desagües pluviales. Características de los conductos. Conducciones entubadas. Distintas formas de sección. Conducciones a cielo abierto. Sumideros. Cámaras de inspección y de empalme. Alcantarillas. Factores que condicionan el diseño hidráulico. Flujo con control de entrada y de salida.

#### **Unidad 8: Obras de Riego**

Red de riego. Esquemas generales de los sistemas de riego y drenaje. Sistema de riego gravitacional, aspersión y por goteo. Drenaje superficial.

#### **Unidad 9: Obras de Regularización Fluvial**

Métodos 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.

#### **Unidad 10: Obras de Control de Inundaciones**

Medidas estructurales y no-estructurales para el control de inundaciones. Obras de defensa contra inundaciones. Ventajas y desventajas de cada tipo de obra. Diques longitudinales y perimetrales. Tipos. Variables y criterios de diseño. Materiales. Estructuras de cierre fluvial. Desvíos temporarios o permanentes. Combinaciones usuales de medidas estructurales.

#### **Unidad 11: Obras de derivación, conducción y regulación**

Elementos que constituyen las obras de derivación. Obras de toma y descarga. Las conducciones según el tipo de servicio. Conducciones a presión y a superficie libre. Canales. Características de funcionamiento. La regulación de un curso de agua. Efecto regulador de un embalse. Esquema general de las obras de embalse. Determinación de capacidad de embalse. Probabilidad de falla. Simulación. Presas de gravedad, de arco y de contrafuertes. Presas de materiales sueltos. Distintos tipos. Obras de toma en los embalses. Vertederos. Equipamiento hidromecánico. Impactos ambientales que producen las presas. Valoración económica ambiental de los impactos.

#### **Unidad 12: Obras Terminales**

Disipadores de energía en canales, vertederos y en conductos en presión. Cuencos amortiguadores. Ubicación. Cálculo hidráulico.

#### **Unidad 13: Aprovechamientos Hidroeléctricos**

Turbinas hidráulicas. Clasificación. Turbinas de reacción: Francis y Kaplan. Turbinas de acción: Turbina Pelton. Curvas características de funcionamiento. Distintos tipos de centrales hidroeléctricas. Centrales con acumulación por bombeo. Centrales encadenadas

### **4.- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

#### **a) Exposición Teórica**

Se desarrollarán los temas teóricos conceptuales que integran cada unidad. El dictado de las presentaciones teóricas tiene asignada una carga horaria de 64 horas cátedra, que en la modalidad presencial se desarrollan utilizando pizarra y proyector disponibles en la Facultad. En la modalidad de cursado virtual, las clases remotas se realizarán respetando la misma carga horaria mediante la conexión a una cuenta Zoom Pro proporcionada por la Universidad a través de aulas híbridas.

#### **b) Resolución de problemas**

Se deberá realizar una serie de trabajos prácticos que refuerzan los conceptos desarrollados en las exposiciones teóricas y se orientan a la adquisición de criterios para resolver situaciones reales problemáticas. Estas actividades tienen asignada una carga horaria de 64 horas cátedra en las cuales se desarrollan los principales contenidos de todos los ejercicios propuestos, debiendo el alumno presentar el correspondiente informe, planillas de cálculo y/o planos de diseño en los plazos establecidos por la cátedra.

La resolución de problemas se estructura de acuerdo a los siguientes trabajos prácticos, cuyo orden de resolución procura articular los contenidos de la actividad práctica con el dictado de las clases teóricas, de acuerdo al cronograma adjunto.

- TP N°1.- Cuenca hidrográfica
- TP N°2.- Precipitación
- TP N°3.- Evaporación y evapotranspiración
- TP N°4.- Infiltración
- TP N°5.- Hidrometría
- TP N°6.- Relaciones idf
- TP N°7.- Análisis de frecuencia de caudales máximos
- TP N°8.- Método racional
- TP N°9.- Hidrograma unitario
- TP N°10.- Hidrograma unitario sintético
- TP N°11.- Propagación de crecidas en ríos
- TP N°12.- Laminación de crecidas en embalses
- TP N°13.- Drenaje urbano
- TP N°14.- Diseño hidráulico de alcantarillas
- TP N°15.- Sistema de riego
- TP N°16.- Diseño de espigones y protecciones continuas
- TP N°17.- Determinación de la capacidad de embalse
- TP N°18.- Sobreelevación por oleaje
- TP N°19.- Diseño hidráulico de vertederos

### c) Monografías y presentaciones

En el curso de Hidrología y Obras Hidráulicas se propone realizar una introducción al uso de modelos de simulación hidrológica e hidrodinámica, así como software específico de análisis de frecuencia de variables hidrológicas y sistemas de información geográfica de uso libre. En el año académico 2022 se propone para ello la elaboración de las siguientes monografías: Modelo hidrológico HEC HMS, modelo hidrodinámico HEC RAS, modelo de gestión de aguas pluviales EPA SWMM, introducción a QGIS y aplicaciones hidrológicas, Software de análisis de frecuencia de variables hidrológicas (AFMulti, FICH UNL).

### d) Visita a Obras

Se realizarán visitas técnicas a las siguientes obras hidráulicas de la región vinculadas a la temática de que aborda la materia. Se deberá presentar una memoria sintética de cada visita, que se incorporará a la carpeta de trabajos prácticos.

- 1.- Complejo hidroeléctrico de Salto Grande.
- 2.- Defensa Sur de Concordia.

## 5.- CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana N°	Unidad	Contenidos	Lunes		Miércoles	
1	U1	Procesos hidrológicos y cuenca hidrográfica	13-mar	Teoría U1 - TP1	15-mar	TP1
2	U1	Procesos hidrológicos - Precipitación	20-mar	Teoría U1 - TP1	22-mar	TP2
3	U1	Evaporación y evapotranspiración	27-mar	Teoría U1 - TP3	29-mar	TP3
4	U2	Infiltración	3-abr	Teoría U2 - TP4	5-abr	TP4
5	U3	Mediciones Hidrológicas	10-abr	Teoría U3 - TP5	12-abr	TP5
6	U4	Introducción a hidrología estadística	17-abr	Teoría U4 - TP6	19-abr	TP6
7	U5	Hidrogramas de proyecto - Método racional	24-abr	Teoría U5 - TP7	26-abr	TP7
8	U4	Análisis de frecuencia de caudales máximos	1-may	Feriado	3-may	Teoría U4
9		<b>Primer parcial</b>	8-may	Parcial teórico	10-may	Parcial práctico
10	U4	Análisis de frecuencia de caudales máximos	15-may	Teoría U4 - TP8	17-may	TP8
11	U5	Hidrogramas de proyecto - H. unitario	22-may	Teoría U5 - TP9	24-may	TP9
12	U5	Hidrogramas de proyecto - H. unitario	29-may	Teoría U5 - TP9	31-may	TP9
13	U5	Hidrogramas de proyecto - H.U.sintético	5-jun	Teoría U5- TP10	7-jun	TP10
14	U6	Propagación de crecidas	12-jun	Teoría U6- TP11	14-jun	TP11
15	U6	Propagación de crecidas	19-jun	Teoría U6 - TP12	21-jun	TP12
16		<b>Segundo Parcial</b>	26-jun	Parcial teórico	28-jun	Parcial práctico
17-20		<b>Receso - Mesas de examen</b>	3-jul		26-jul	
21		<b>Recuperatorio primer cuatrimestre</b>	31-jul	Recup. práctico	2-ago	Recup. teórico
22	U7	Hidrología Urbana - Red drenaje urbano	7-ago	Teoría U7 - TP13	9-ago	TP13
23	U7	Diseño Hidráulico de alcantarillas	14-ago	Teoría U7 - TP14	16-ago	TP14
24	U8	Obras de riego	21-ago	Feriado	23-ago	Teoría U8
25	U8	Obras de riego	28-ago	Teoría U8 - TP15	30-ago	TP15
26	U9	Obras de Regularización Fluvial	4-sep	Teoría U9 - TP15	6-sep	TP15
27	U9	Obras de Regularización Fluvial	11-sep	Teoría U9 - TP16	13-sep	TP16
28	U10	Obras de control de inundaciones	18-sep	Teoría U10 - TP16	20-sep	TP16
29		<b>Tercer Parcial</b>	25-sep	Parcial teórico	27-sep	Parcial práctico
30	U11	Obras de derivación, conducción y regulación	2-oct	Teoría U11 - TP17	4-oct	TP17
31	U11	Obras de derivación, conducción y regulación	9-oct	Teoría U11 - TP18	11-oct	TP18
32	U12	Obras terminales	16-oct	Feriado	18-oct	Teoría U12
33	U12	Obras terminales	23-oct	Teoría U12 - TP19	25-oct	TP19
34	U13	Aprovechamientos hidroeléctricos	30-oct	Teoría U13 - TP19	1-nov	Auscultación de
35	U13	Aprovechamientos hidroeléctricos	6-nov	Teoría U13 - TP19	8-nov	Clase de consulta
36		Presentación monografías (PM)	13-nov	PM	15-nov	PM
37		<b>Cuarto Parcial</b>	20-nov	Parcial teórico	22-nov	Parcial práctico
38		<b>Recuperatorio segundo cuatrimestre</b>	27-nov	Recup. práctico	29-nov	Recup. teórico

#### **d) Elementos de tecnología educativa**

Se proveerá la bibliografía básica y complementaria para cada tema desarrollado, la cual se encuentra disponible en la Biblioteca de la Regional Concordia.

En cuanto a la disponibilidad de información bibliográfica en formato digital, la capacidad de almacenamiento del campus virtual de la Regional Concordia es por el momento limitada, y ofrece ciertas dificultades en cuanto a la posibilidad de conexión y velocidad de descarga. Por ello, se ha optado por almacenar la bibliografía en la nube (Google Drive), cuyo enlace se comparte con los alumnos matriculados en la materia, para facilitar el acceso a la consulta y descarga en la modalidad de cursado virtual.

En la modalidad presencial las presentaciones teóricas y prácticas se desarrollarán utilizando pizarra, con apoyo de proyector multimedia. Como ha sido mencionado, en la modalidad de cursado virtual se respetará la misma carga horaria y horarios de cursado, mediante la conexión a una cuenta Zoom Pro proporcionada por la Universidad, que no tiene restricciones en cuanto a la duración del tiempo de la sesión.

Las guías de trabajos prácticos se encuentran almacenadas en el campus virtual, desde donde el alumno puede descargarlas una vez matriculado en el curso. También se almacenaron en la correspondiente cuenta Google de la cátedra, el enlace a cada trabajo práctico se habilita cada semana, en correspondencia con la fecha de dictado de ese tema.

## **6.- EVALUACIÓN**

a) Durante el transcurso de las clases se desarrollará una evaluación continua, formulando preguntas acerca de los contenidos abordados y promoviendo la participación de los alumnos. El objeto de esta evaluación consiste en revisar el progreso de cada grupo de estudiantes, identificar su nivel de aprendizaje, y eventualmente reformular las estrategias de enseñanza para aproximarse a las metas de aprendizaje propuestas.

b) Además, se cumplirán las instancias de evaluación formales que consisten en cuatro parciales teórico - prácticos escritos, distribuidos a lo largo del año según se indica en el cronograma adjunto. Mediante la aprobación de estos parciales se accede a la regularidad o promoción de la materia, cuando se alcanzan las siguientes condiciones:

#### **Requisitos de regularidad:**

- 1.- 75 % de asistencia a las clases teóricas y prácticas (según reglamento de estudios de la UTN)
- 2.- Aprobación de los parciales teóricos y prácticos con una calificación igual o superior a seis (6).
- 3.- Presentación y aprobación de todos los trabajos prácticos, visados y aprobados por el Jefe de trabajos prácticos en las fechas establecidas.
4. - Presentación y aprobación de los informes de visita a obras y de monografías.

#### **Aprobación directa de la Materia (promoción):**

- 1.- 75 % de asistencia a las clases teóricas y prácticas (según reglamento de estudios de la UTN)
- 2.- Aprobación de todos los parciales teóricos y prácticos con una calificación igual o superior a ocho (8).
- 3.- Presentación y aprobación de todos los trabajos prácticos, visados y aprobados por el Jefe de trabajos prácticos en las fechas establecidas.
- 4.- Presentación y aprobación de los informes de visita a obras.
- 5.- Consideración conceptual que resulta del proceso de la evaluación continua desarrollada durante el cursado.
- 6.- Aprobación de un coloquio integrador al finalizar la materia.



### **Examen Final:**

Los alumnos regulares deberán realizar un examen final teórico y práctico.

En la modalidad presencial el examen práctico será escrito, consiste en una serie de problemas propuestos por el Jefe de Trabajos Prácticos, que debe ser resuelto satisfactoriamente por el alumno.

En la modalidad virtual los ejercicios se resolverán con la asistencia de planillas de cálculo que deberán enviarse a los integrantes del tribunal evaluador en el plazo establecido. Luego de su revisión, el alumno deberá completar una instancia de preguntas específicas relativas a la resolución de estos problemas, formuladas por el Jefe de trabajos prácticos y los integrantes del tribunal que lo requieran.

Una vez cumplida satisfactoriamente esta instancia se accede al examen teórico, que se evaluará por escrito en la modalidad presencial y de forma oral en la modalidad virtual, el cual se aprobará con una calificación mayor o igual a seis puntos.

### **Recuperatorios:**

Se proponen dos instancias, al finalizar el primer y segundo cuatrimestre (cronograma adjunto), en las que se podrán recuperar los contenidos de aquellos parciales en los que no se hubiera alcanzado la calificación mínima requerida para regularizar o promocionar la materia.

Regularidad: el alumno puede recuperar los contenidos del primer y segundo cuatrimestre en las instancias previstas, debiendo alcanzar una calificación no menor a seis en estas instancias, en caso contrario deberá recurrir a la asignatura.

Promoción: se admite recuperar un solo parcial para promocionar la materia, cuando la calificación del parcial a recuperar sea igual o superior a seis. En caso de que la calificación del recuperatorio fuera más baja, se conservará la calificación o condición alcanzada (regularidad) previamente al recuperatorio.

## **7.- AUTOEVALUACIÓN DOCENTE**

Se proponen instancias de autoevaluación trimestrales del equipo docente, que tienen como principales objetivos individualizar eventuales dificultades del proceso de enseñanza y aprendizaje y proponer, de ser necesario, modificaciones en las estrategias propuestas al comenzar el curso.

## **8.- ARTICULACIÓN CON EL ÁREA, EL NIVEL Y EL DISEÑO CURRICULAR**

La asignatura Hidrología y Obras Hidráulicas integra el área Hidráulica perteneciente al bloque de Tecnologías Aplicadas. Se planifica realizar reuniones de coordinación trimestrales de área para complementar el abordaje de los temas con los docentes de otras asignaturas, procurando evitar duplicaciones de temas comunes a la articulación.

Con las asignaturas del área, la articulación vertical inferior se realizará con la cátedra de Hidráulica General y Aplicada, de tercer año (escurrimiento en conductos y canalizaciones, curvas de remanso, singularidades en contornos abiertos y cerrados, compuertas, estructuras de descarga, etc), y la articulación vertical superior, con la cátedra de Ingeniería Sanitaria, de quinto año (transporte de sedimentos, fuerza tractiva, aguas subterráneas, sistemas de conducción de las aguas y líquidos residuales, riego, etc)

Con asignaturas de otras áreas, se deberá articular verticalmente con las siguientes asignaturas:

Bloque de Ciencias Básicas, Área Matemática: Probabilidad y Estadística (segundo año): contenidos de hidrología estadística: series de información hidrológica, parámetros estadísticos, distribuciones de probabilidad y estimación de parámetros. Test de Bondad de Ajuste. Análisis de frecuencia, posiciones de trazado o de ploteo, período de retorno y riesgo.

Geología aplicada (electiva de tercer año): contenidos de hidrodinámica subterránea e hidráulica de acuíferos.

Bloque de Tecnologías Básicas, Área Tecnología de la Construcción y Conducción de obras: Geotopografía (tercer año): articulación de contenidos vinculados a relevamientos topográficos, interpretación de mapas topográficos, delimitación de cuencas, integración con los sistemas de información geográfica, etc.

Vías de comunicación II (quinto año), articulando contenidos de Hidráulica Fluvial y Vías navegables.

A su vez se requiere una adecuada articulación horizontal con las siguientes asignaturas de cuarto año:

Geotecnia (Área Geotecnia): contenidos de hidráulica de suelos, presas de tierra, estabilidad de taludes y protección de costas, transporte de sedimentos, erosión local y generalizada, etc.

Estructuras de Hormigón (Área Estructuras): diseño y cálculo estructural de distintos tipos de obras hidráulicas.

Vías de Comunicación I (Área Vías de Comunicación): contenidos de diseño geométrico de carreteras, aeropuertos y ferrocarriles, proyecto de desagües y drenajes, alcantarillado, etc.

Por último, dependiendo de la temática abordada por los diferentes grupos de trabajo, esta asignatura está articulada verticalmente con el Proyecto Final de la carrera, requiriendo una participación coordinada con las restantes cátedras de distintas áreas en las tareas de orientación y tutoría de los trabajos finales de grado.

## **ORIENTACIÓN DE ACUERDO AL PERFIL DEL GRADUADO DE LA UTN**

De acuerdo a la Ordenanza 1030, la formación del ingeniero tecnológico se orienta a perfilar un profesional comprometido con el medio y con capacidad de innovación al servicio del crecimiento productivo, con énfasis en la generación de empleos y desarrollo social.

El conjunto de conocimientos y capacidades del ingeniero tecnológico deben constituirlo como un agente promotor del cambio en el medio socio productivo, capacitándolo para desarrollar sistemas de ingeniería y adaptarse a nuevas tecnologías.

En nuestra Provincia son escasos los profesionales especializados en el área, por lo cual se procurará tanto desde la asignatura como del área Hidráulica promover la formación de ingenieros que puedan desempeñarse en este campo, para ello la asignatura estará orientada a:

- formación científica y técnica actualizada.
- articulación entre los contenidos teóricos y la práctica profesional en el medio de inserción futuro.
- incorporación de recursos tecnológicos hasta el momento poco utilizados en nuestra provincia (introducción a los Sistemas de Información Geográfica y modelos hidrológicos)
- formación de un ingeniero con capacidad de análisis y adaptación a diferentes tipos de soluciones para que pueda desempeñarse en el medio profesional en el marco de equipos interdisciplinarios.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **a.- Bibliografía básica**

Cardini, J., 1993. *"Obras Fluviales y Marítimas"*. UTN Facultad Regional Concepción del Uruguay.

Chow, V.T., 2004. *"Hidráulica de canales abiertos"*. Bogotá, Colombia: McGraw - Hill.

Chow, V.T., Maidment, D. & Mays, L., 1994. *"Hidrología Aplicada"*. Bogotá: Mac Graw Hill.

Comité Nacional Español de Grandes Presas (CNEGP), 1997. *"Aliviaderos y Desagües - Guía N°5"*. Madrid, España: Comité Nacional Español de Grandes Presas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

- Linsley, R. & Franzini, J., 1972. *"Ingeniería de los Recursos Hidráulicos"*. Compañía Editorial Continental, S.A.
- Linsley, R., Kohler, M. & Paulus, J., 1977. *"Hidrología para Ingenieros"*. Segunda ed. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.
- Marsal, R.J. & Resendiz Nuñez, D., 1983. *"Presas de Tierra y Enrocamiento"*. México, D.F.: LIMUSA.
- Maza Alvarez, J.A. & García Flores, M., 1996. *"Manual de Ingeniería de Ríos"*. México, DF: Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Mijares, F.J.A., 1989. *"Fundamentos de Hidrología de Superficie"*. Primera ed. Méjico: Limusa.
- Novak, P., Moffat, A.I.B. & Nalluri, C., 2001. *"Estructuras hidráulicas"*. Bogotá, Colombia: McGraw - Hill.
- Orsolini, H., Zimmermann, E. & Basile, P., 2000. *"Hidrología Procesos y Métodos"*. Rosario: Editora de la Universidad Nacional de Rosario.
- Suarez Villar, L.M., 1982. *"Ingeniería de Presas. Obras de Toma, Descarga y Desviación"*. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega.
- USBR, 1987. *"Diseño de presas pequeñas"*. Washington, DC: U.S. Department of the interior - Bureau of Reclamation.
- Vallarino, E., 1998. *"Tratado Básico de presas"*. Madrid, España: Colegio de Ingenieros, Canales y Caminos. Colección Señor N°11. Cuarta Edición. 2 tomos.
- Vallarino, E. & Cuesta, L., 2000. *"Aprovechamientos hidroeléctricos"*. Madrid, España: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Colección Señor N°19. Dos tomos.
- Vide, J.M., 2003. *"Ingeniería de Ríos"*. Méjico.: UPC (Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España) - Alfaomega Grupo Editor (México).

### **Bibliografía complementaria**

- EPA, 2015. *"Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1"*. Cincinnati, OH. USA.: United States Environmental Protection Agency - Office of Research and Development Water Supply and Water Resources Division.
- Hydrologic Engineering Center, 2020. *HEC HMS Documentation "HEC-HMS User's Manual"*. [Online] Disponible en: "<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/4.7>"
- Mays, L., 1999. *"Hydraulic design handbook"*. New York: McGraw - Hill.
- OSGEO, 2020. *"QGIS 3.10 User Guide"*. [Online] (3.1) Disponible en: "<https://docs.qgis.org/3.10/pdf/bg/QGIS-3.10-UserGuide-bg.pdf>"
- Tucci, C.E.M., 1995. *"Drenagem urbana"*. Porto Alegre, Brasil: ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Tucci, C.E.M., 1998. *"Modelos Hidrológicos"*. Porto Alegre, Brasil: ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Tucci, C.E.M., 2001. *"Hidrologia, Ciencia y Aplicação"*. Segunda ed. Porto Alegre: ABRH, Editora da UFRG.
- UDFCD, 2008. *URBAN DRAINAGE AND FLOOD CONTROL DISTRICT "Urban Storm Drainage. Criteria Manual"*. Denver Colorado, USA.
- USACE, 1984. *"Shore Protection Manual"*. 4th ed. Washington, D.C.: U.S. Army Corps of Engineers-Coastal Engineering Research Center.
- USDA, 1997. *"Irrigation Guide"*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service.