

## PROGRAMA DE CURSO INGENIERÍA HIDRÁULICA

### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)				
Nombre del curso	Ingeniería Hidráulica	Código	CI3262	Créditos	6
Nombre del curso en inglés	<i>Hydraulic Engineering</i>				
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	2	Trabajo personal 5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo	
Requisitos	CI3162: Mecánica de fluidos				

### B. Propósito del curso:

Este es un curso introductorio a la ingeniería hidráulica donde se presentan conceptos básicos que permitan a los y las estudiantes analizar la manera de concebir y diseñar obras y sistemas de ingeniería, tanto para condiciones normales como extremas, y que tengan como misión captar y conducir agua y/o que intervengan cauces naturales. Se promueve una enseñanza que permite que los y las estudiantes construyan sus aprendizajes, a partir de análisis de casos y resolución de ejercicios.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Concebir, formular y aplicar modelos para la resolución de problemas relacionados con obras y sistemas de ingeniería civil.

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizadas, y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE3: Concebir y diseñar obras y sistemas de ingeniería civil que interactúen con el medio ambiente natural y social con criterios de sustentabilidad logrando cuantificar el potencial impacto del proyecto, generando con ello, sistemas óptimos de mitigación y adaptación.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

**CG3: Compromiso ético**

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

**CG4: Trabajo en equipo**

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

**CG5: Sustentabilidad**

Concebir y aplicar nuevas estrategias de solución a problemas de ingeniería y ciencias en el marco del desarrollo sostenible, considerando la finitud de recursos, la interacción entre diferentes actores sociales, ambientales y económicos, además de las regulaciones correspondientes.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE4	RA1: Cuantifica la variabilidad e incertidumbre inherente al recurso hídrico, que se da en el contexto del ciclo hidrológico natural intervenido por el ser humano, a fin de establecer criterios de diseño de obras hidráulicas.
CE1, CE3	RA2: Determina caudales de diseño de obras y sistemas de ingeniería hidráulica, asociados tanto al funcionamiento normal como para condiciones extremas, a fin de dimensionar obras y sistemas de ingeniería hidráulica.
CE2, CE3	RA3: Concibe y propone diseños de sistemas hidráulicos de tuberías, considerando aspectos básicos del régimen impermanente como parte del diseño estructural de los sistemas de tuberías, así como el dimensionamiento de obras y sistemas de ingeniería.
	RA4: Resuelve problemas simples de diseño y de verificación de diseño hidráulico de canales, considerando los principios físicos que explican el escurrimiento en canales abiertos.

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Elabora informes sobre las actividades de laboratorio, donde se toman muestras, procesan datos, cuantifican errores e interpretan resultados, considerando en su escrito un lenguaje objetivo, claro y preciso.
CG4	RA6: Trabaja de manera responsable, metódica y con sentido de colaboración con su equipo para cumplir con diversas actividades académicas.
CG3, CG5	RA7: Determina que toda obra de ingeniería tiene como propósito mejorar el bienestar humano, considerando que para su concepción y diseño es necesario incluir criterios técnicos, ambientales y éticos.

#### D.Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA7	Sistemas hidrológicos	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Principios de hidrometeorología.		El/la estudiante:	
1.2. Ciclo hidrológico y componentes.		1. Delimita sistemas hidrológicos, sintetizando su estructura en un diagrama unifilar (captaciones, conducciones, glaciares, sitios de interés ambiental).	
1.3. Definición de sistema hidrológico.		2. Identifica los principales almacenamientos y flujos en un sistema hidrológico.	
1.4. Balance hídrico. Medición y estimación de las siguientes variables: - Precipitación. - Evapotranspiración.		3. Plantea ecuaciones de balance hidrológico.	
1.5. Escorrentía.		4. Cuantifica preliminarmente los principales procesos que intervienen en el ciclo hidrológico, determinando su dependencia con procesos de circulación atmosférica que ocurren a escala planetaria.	
		5. Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta o proyecto de ingeniería, considerando sus efectos sobre el medio natural, cultural y social.	
Bibliografía de la unidad		Chow, Ven Te, Maidment, D. y Mays, L. (1994). "Hidrología Aplicada". Mc GrawHill Interamericana. Santa Fe, Colombia. Mays, Larry W. (2010): Water resources engineering. John Wiley & Sons. Dingman, S. L. (2015): Physical Hydrology, Third Edition, Waveland PrInc, Long Grove, Ill.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA5, RA6, RA7	Demandas de agua y caudales de diseño	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Período de retorno. 2.2. Probabilidades y estadística en hidrología. 2.3. Cuantificación de caudales para condiciones extremas. 2.4. Criterios de cálculo de caudales ecológicos y/o demandas ambientales. 2.5. Demandas de aguas potable o de riego.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calcula el concepto de período de retorno, seguridad y riesgo hidrológico.</li> <li>2. Caracteriza estadísticamente series de precipitación y caudal.</li> <li>3. Utiliza criterios de cálculo de caudales como parte del diseño de una obra y sistema de ingeniería en estudio.</li> <li>4. Planifica organizadamente su trabajo y tiempo para cumplir con las tareas asignadas dentro del equipo.</li> <li>5. Analiza, de forma reflexiva, el impacto de una propuesta o proyecto de ingeniería, considerando sus efectos sobre el medio natural, cultural y social.</li> <li>6. Reconoce normas y regulaciones vigentes, relacionadas con la sustentabilidad, en el ámbito en que se desempeña su accionar.</li> <li>7. Elabora informes breves y concisos sobre las actividades de laboratorio.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Chow, Ven Te, Maidment, D. y Mays, L. (1994). "Hidrología Aplicada". McGrawHill Interamericana. Santa Fe, Colombia. Mays, Larry W. (2010): Water resources engineering. John Wiley & Sons.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA3, RA5, RA6, RA7	Análisis de sistemas de tuberías	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Conceptos de resistencia de los fluidos, régimen de escurrimiento, capa límite y pérdidas de energía (aspectos básicos).</p> <p>3.2. Singularidades en tuberías (ensanche, contracción, difusor, curvas, orificios, etc). Aplicaciones.</p> <p>3.3. Sistemas de tuberías. Aplicaciones de sistemas de tuberías incluyendo estanques, válvulas intermedias y bombas.</p> <p>3.4. Bombas centrífugas. Tipos de bombas. Altura dinámica de elevación. Curvas características. Cavitación. Altura neta positiva de aspiración. Aplicaciones.</p> <p>3.5. Fenómeno de golpe de ariete, su cuantificación preliminar y su relación con diseño estructural de tuberías.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplica el concepto de capa límite a flujos simples.</li> <li>2. Determina la longitud de entrada de una tubería.</li> <li>3. Estima la pérdida de energía friccional para distintos regímenes de flujo y tipos hidrodinámicos de pared.</li> <li>4. Identifica diferentes partes que componen un sistema de tuberías, calculando los respectivos coeficientes de pérdida singular.</li> <li>5. Escoge qué tipo de bomba usar y cómo organizarla.</li> <li>6. Analiza y diseña, preliminarmente, un sistema de tuberías en régimen permanente, considerando aspectos básicos del régimen impermanente como parte del diseño estructural de sistemas de tuberías.</li> <li>7. Reconoce normas y regulaciones vigentes, relacionadas con la sustentabilidad, en el ámbito en que se desempeña su accionar.</li> <li>8. Trabaja con su equipo de manera organizada en tareas y ejercicios.</li> <li>9. Elabora informes breves y concisos sobre análisis de sistemas y tuberías.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>(2) Apuntes del curso.</p> <p>WHITE, F. M. (2004) Mecánica De Fluidos, 5ta Edición, Mc Graw Hill.</p> <p>STREETER, V.L. (1971). Mecánica de los Fluidos Mc. Graw-Hill, 4ta Impresión, México.</p> <p>SHAMES, I.H. (1995) Mecánica de Fluidos, Mc Graw-Hill, 3a edición, Bogotá, Colombia.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA4, RA5, RA6, RA7	Fundamentos del escurrimiento en canales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Características generales del escurrimiento en canales abiertos.</p> <p>4.2. Clasificación de los escurrimientos.</p> <p>4.3. Características geométricas de los canales.</p> <p>4.4. Distribución de velocidades. Coeficientes de Coriolis y de Boussinesq.</p> <p>4.5. Distribución de presiones en canales.</p> <p>4.6. Ecuación de Continuidad.</p> <p>4.7. Ecuación de la Energía.</p> <p>4.7.1. Ecuación de Bernoulli en Canalizaciones Abiertas. Concepto de Energía Específica.</p> <p>4.7.2. Escurrimiento Crítico. Propiedades.</p> <p>4.7.3. Cálculo de alturas críticas.</p> <p>4.7.4. Escurrimientos Subcrítico y Supercrítico. Noción de control hidráulico.</p> <p>4.8. Ecuación de la Cantidad de Movimiento.</p> <p>4.8.1. El Teorema de la Cantidad de Movimiento en canales. Aplicaciones.</p> <p>4.8.2. La función Momenta y sus propiedades.</p> <p>4.9. Resalto Hidráulico: Clasificación, Ecuación de Belanger, Características geométricas del resalto completo (longitud, perfil).</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Describe y clasifica los flujos en conductos abiertos, tanto en obras hidráulicas como en cauces naturales.</li> <li>Aplica los conceptos de conservación de masa, momentum y energía, al estudio del flujo en conductos abiertos.</li> <li>Utiliza el concepto de crisis y control hidráulico en ejemplos concretos.</li> <li>Plantea un problema en canales, con especial énfasis en la caracterización del tipo de escurrimiento, y la definición de condiciones de borde.</li> <li>Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos en sus actividades académicas.</li> <li>Reconoce normas y regulaciones vigentes, relacionadas con la sustentabilidad, en el ámbito en que se desempeña su accionar.</li> <li>Produce informes breves y concisos sobre fundamentos del escurrimiento en canales.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		<p>Apuntes del curso</p> <p>CHOW, V.T. (1993). Hidráulica de los Canales abiertos, Ed. Diana, 6 ta Impresión, México.</p> <p>DOMINGUEZ, F.J. (1974). "Hidráulica, Ed. Universitaria, 6ta Edición, Santiago.</p> <p>FRENCH, R.H (1992). Hidráulica de Canales abiertos Ed. Mc. Graw Hill, 1ra Edición, México.</p> <p>HENDERSON, F.M. (1966). Open Channel Flow (Macmillan Series in Civil Engineering). Prentice Hall.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA4, RA5, RA6, RA7	Resistencia al escurrimiento.	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Generalidades. Esfuerzo de corte medio. 5.2. Ecuaciones de Resistencia. Chézy, Manning, fórmulas racionales. 5.3. Escurrimiento Uniforme. Determinación de altura normal en secciones regulares e irregulares. 5.4. Análisis y clasificación de ejes hidráulicos. 5.5. Composición de ejes hidráulicos.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracteriza el escurrimiento según su pendiente hidráulica.</li> <li>2. Utiliza diferentes leyes de resistencia para cuantificar pérdidas friccionales en canales.</li> <li>3. Determina las alturas de escurrimiento máximas y mínimas en canales abiertos, con especial énfasis en diseño y evaluación preliminar de obras de ingeniería hidráulica.</li> <li>4. Reconoce normas y regulaciones vigentes, relacionadas con la sustentabilidad, en el ámbito en que se desempeña su accionar.</li> <li>5. Trabaja de manera responsable, metódica y con sentido de colaboración con su equipo en diversas tareas y ejercicios.</li> <li>6. Elabora informes sobre resistencia al escurrimiento, considerando claridad conceptual y concisión en el desarrollo de las ideas.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		Apuntes del curso CHOW, V.T. (1993). Hidráulica de los Canales abiertos, Ed. Diana, 6 ta Impresión, México. FRENCH, R.H (1992). Hidráulica de Canales abiertos Ed. Mc. Graw Hill, 1ra Edición, México. HENDERSON, F.M. (1966). Open Channel Flow (Macmillan Series in Civil Engineering). Prentice Hall.	

### E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Análisis de caso.
- Trabajo de laboratorio.

### F. Estrategias de evaluación:

*Al inicio del curso el cuerpo académico a cargo informará sobre el tipo de evaluación a realizar, la cantidad y ponderaciones correspondientes.*

Para esta propuesta se consideran las siguientes instancias de evaluación:

- Controles.
- Ejercicios y tareas.
- Laboratorios.
- Examen final.

### G. Recursos bibliográficos:

#### **Bibliografía obligatoria:**

- [1] Apuntes del curso
- [2] CHOW, V.T., MAIDMENT, D., Y MAYS, L. (1994). Hidrología Aplicada. McGrawHill Interamericana. Santa Fe, Colombia.
- [3] MAYS, L.W (2010): Water resources engineering. John Wiley & Sons.
- [4] DINGMAN, S. L. (2015): Physical Hydrology, Third Edition, Waveland PrInc, Long Grove, Ill.
- [5] CHOW, V.T. (1993). Hidráulica de los Canales abiertos, Ed. Diana, 6 ta Impresión, México.
- [6] FRENCH, R.H (1992). Hidráulica de Canales abiertos Ed. Mc. Graw Hill, 1ra Edición, México.
- [7] HENDERSON, F.M. (1966). Open Channel Flow (Macmillan Series in Civil Engineering). Prentice Hall.
- [8] WHITE, F, M, (2004) Mecánica De Fluidos, 5ta Edición, Mc Graw Hill.
- [9] STREETER, V.L. (1971). Mecánica de los Fluidos Mc. Graw-Hill, 4ta Impresión, México.
- [10] SHAMES, I.H. (1995) Mecánica de Fluidos, Mc Graw-Hill, 3a edición, Bogotá, Colombia.

### H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera 2021
Elaborado por:	Alberto de la Fuente
Validado por:	Validación general académicos del Departamento de Ingeniería Civil
Revisado por:	Área de Gestión Curricular