



Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo			
Asignatura:	HIDRÁULICA EXPERIMENTAL		
Docente Responsable:	Sandra Ibañez		
Carrera:	Ingeniería Civil		
Año: 2023	Semestre: 8	Horas Semestre: 75	Horas Semana: 5

OBJETIVOS GENERALES DE LA MATERIA

El estudiante debe adquirir los conocimientos indispensables de modelación tanto física como matemática para poder desarrollar experimentación aplicada a obras hidráulicas, máquinas hidráulicas y procesos hidrológicos.

El estudiante debe adquirir y demostrar habilidad de investigación y manejo práctico de aspectos esenciales de la hidráulica, como la conducción de fluidos, tanto en tuberías como en canalizaciones abiertas de fondo fijo y móvil, obras singulares en conducciones y determinación de variables hidráulicas e hidrológicas, entre otros.

EXPECTATIVAS DE LOGRO

Al acreditar el espacio curricular HIDRÁULICA EXPERIMENTAL, el estudiante será capaz de:

- ✓ Reconocer la importancia de la modelación para el diseño de grandes obras hidráulicas.
- ✓ Aplicar los criterios en los que se basa la modelación física.
- ✓ Demostrar habilidad para diseñar, construir y operar un modelo físico hidráulico.
- ✓ Demostrar habilidad para diseñar, analizar e interpretar resultados de modelos matemáticos.
- ✓ Mejorar el trabajo en equipo y la investigación temática, partiendo del análisis e interpretación de resultados de los ensayos en modelos.
- ✓ Redactar informes técnicos, con lenguaje claro y preciso para poder comunicarse con eficiencia en ámbitos inter y multidisciplinarios.

Visitas de Campo: Se realizarán dos salidas de campo. En una de ellas se visitará el laboratorio de la Empresa IMPSA, especializado en el diseño y construcción de turbinas hidráulicas. Esta salida tiene por objetivo que el alumno conozca las instalaciones de laboratorios hidráulicos reconocidos. La segunda salida tiene como objetivo la práctica con instrumentos de medición, se realizará en la antigua estación de aforo de Cacheuta sobre el río Mendoza, donde se medirán caudales con utilización de micromolinetes y molinete, se utilizarán sondas para medir profundidades, y sondas para medir parámetros in situ de calidad de agua, se medirá el caudal de una bomba con método volumétrico y se aplicará para contrastar las medidas de velocidades de los instrumentos con utilización del método del flotador.

Trabajos de Laboratorio: El Laboratorio es la base de trabajo de esta materia, en donde se espera que el alumno pase el 75% del tiempo de cursado, siendo por ello que la Asignatura se

denomina Hidráulica Experimental. En el Laboratorio se desarrollarán distintas experiencias para observar la influencia de los números adimensionales que se usan en la mecánica de los fluidos. Ensayos en circuitos cerrados donde prevalece el número de Reynolds, el desarrollo de experiencias específicas para la observación y determinación de este número adimensional para identificar los distintos tipos de régimen. Ensayos en canales abiertos donde prevalece el número de Froude, donde se visualizarán cambios de régimen, comportamientos hidráulicos de vertederos de pared delgada y gruesa, resalto hidráulico, disipadores de energía. También se analizará la influencia de las formas de las estructuras y las perturbaciones que se generan por el desarrollo de la capa límite, para los casos de canales con fondo fijo y con fondo móvil.

CONTENIDOS

UNIDAD 1: Conceptos básicos sobre modelos en Hidráulica

1A. Qué es un modelo

Concepto de modelo. Tipos de modelos. Modelos Hidráulicos. Comparación de modelos físicos y matemáticos.

1B. Requerimientos a cumplir

Análisis dimensional. El teorema de Pi de Buckingham. Números adimensionales usados en mecánica de fluido: N° de Froude, N° Reynolds, N° Weber y N° Mach.

1C. Semejanza

Concepto de Semejanza geométrica, cinemática y dinámica. Escalas para tener en cuenta.

1D. Práctica a desarrollar:

Resolución de problemas.

UNIDAD 2: Componentes de un Laboratorio e Instrumentación

2A. Diseño, construcción y operación de un modelo.

Planificación. Componentes Básicos que necesita contar el laboratorio. Construcción: selección de escalas según lo requerido y según las características del laboratorio. Materiales utilizados en la construcción de modelos físicos.

2B. Mediciones e Instrumentación

Variables por medir: tirante, presión, velocidad y caudal. Tipos de sistemas de medición, funcionamiento de un sistema de medición. Instrumentos más utilizados o métodos para cada variable a medir.

2C. Diseño de un experimento

Procedimiento experimental: planificación de un experimento, análisis de resultados, errores, propagación de errores.

2D. Prácticas a desarrollar:

- a. Relevamiento del Laboratorio existente. Características y caudales de bombas. Instrumentación que se encuentra.
- b. Mediciones de caudales en canaleta.

UNIDAD 3: Modelos en circuito cerrado – Tuberías.

3A. Características Generales

Características generales del fluido en tuberías. Comportamiento de un fluido ideal y de un fluido real. Capa límite. Influencia del régimen en la formación de la capa límite. Resistencia de forma y Resistencia de superficie. Experiencia de Reynolds en laboratorio: Clasificación en flujo laminar o turbulento según Reynolds.

3B. Requerimientos de la similitud de Reynolds

Características de las resistencias entre modelo y prototipo.

3C. Cavitación y Golpe de Ariete

Origen de la cavitación. Similitud en caso de cavitación.

Golpe de Ariete. Similitud en caso de Golpe de Ariete.

3D. Práctica a desarrollar

Determinación del Reynolds para distintas condiciones de régimen. Distinguir las características de flujo laminar y turbulento.

UNIDAD 4: Modelos en circuito abierto – Canales**4.A. Características**

Características generales. Tipos de canales según variación de su superficie libre.

4.B. Modelos de estructuras

Características generales. Escalas. Estructuras sumergidas y no sumergidas. Estructuras de transición. Experiencia laboratorio.

4.C. Modelos de canales

Modelos de canales. Escalas. Modelos de lecho fijo. Modelos de lecho móvil. Experiencia laboratorio. Experiencia laboratorio en la canaleta.

UNIDAD 5: Turbomáquinas**5A. Clasificación Turbomáquinas**

Clasificación de Turbomáquinas. Leyes de funcionamiento. Similitud en las Turbomáquinas. Velocidad específica.

5B. Cavitación

Fenómenos de cavitación. Predicción de los efectos de cavitación. Velocidad sincrónica.

5C. Test

Test de performance en turbinas. Test de bombas.

UNIDAD 6: Modelos Matemáticos en Hidráulica**6A. Bases matemáticas**

Teoría y ecuaciones sobre los que se basan.

6B. Discretización

Métodos de discretización del espacio y tiempo

6C. Aplicación

Ejemplo sencillo a resolver.

SALIDAS DE CAMPO

1. Visita a la antigua estación de Cacheuta. Medición de caudales sobre el río.
2. Visita a los Laboratorios de IMPSA

TRABAJOS PRÁCTICOS A DESARROLLAR

Trabajo Práctico 1: Resolución de problemas, aplicaciones de números adimensionales.

Trabajo Práctico 2: Relevamiento del Laboratorio existente. Características y caudales de bombas. Instrumentación. Medición de caudales en la canaleta.

Trabajo Práctico 3: Determinación del Reynolds para distintas condiciones de régimen. Distinguir las características de flujo laminar y turbulento.

Trabajo Práctico 4: Ensayos en canaleta.

Trabajo Práctico 5: Informe de Visita al Laboratorio IMPSA.

Trabajo Práctico 6: Modelos matemáticos.

Trabajo Práctico 7: Proyecto de Laboratorio.**METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

Se ha adoptado como sistema de aprendizaje el dictado teórico-práctico de los temas que comprenden el contenido de la materia y la demostración analítico-experimental de los fenómenos que se estudian. El dictado de las clases y las prácticas se realizan mediante el uso de tiza y pizarrón, filminas y cañón multimedia, complementándose con la discusión en clase a través de la resolución conjunta (alumnos-docente), de la ejercitación correspondiente a los Trabajos Prácticos y una reseña de la resolución respecto de los ejercicios y experiencias de laboratorio propuestas.

También durante el cursado el alumno deberá realizar un trabajo autónomo, en el cual el estudiante utilizará el material audiovisual propuesto y realizará las lecturas de la bibliografía específica que resulte necesaria. Se utilizará el sitio de la asignatura de Aula Abierta para el intercambio del material didáctico.

La Formación Experimental tendrá lugar en el Laboratorio de Hidráulica. Allí los alumnos diseñarán los protocolos necesarios para la realización de las experiencias prácticas de cada tema y luego documentarán las mismas, mediante informes escritos, presentaciones orales y/o realización de videos. Además de las prácticas de cada tema, se espera que el alumno diseñe y

desarrolle un modelo hidráulico a pequeña escala, con su correspondiente informe escrito y presentación oral.

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

Actividad	Carga horaria por semestre
Teoría y resolución de ejercicios simples	15
Formación práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	20
Formación Experimental - Trabajo de campo	10
Resolución de problemas de ingeniería	10
Proyecto y diseño	20
Total	75

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Hunter Rouse	Mecánica de los Fluidos	Dossat	1955	1
SHARP J. J.	Hydraulic Modelling	Butterworths	1981	-
David & Sorensen	Hidráulica Aplicada			1

Becerril, Enrique	Hidromecánica	Dossat	1960	1
Polo Encinas Manuel	Turbomáquinas Hidráulicas	Limusa	1983	1
Mataix, Claudio	Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas	Alfaomega	2008	Versión digital
Giles, Evett and Liu	Mecánica de los fluidos e Hidráulica. 3ra Edición	McGraw-Hill	1994	Versión digital
Orellano - Buscemi - Menna - Millón	Modelación física de disipadores de energía en sustratos rocosos y/o suelos cohesivos	UN. San Juan	2002	Versión Digital
Ven Te Chow	Hidráulica de los Canales Abiertos	Diana	1982	3
Ven Te Chow	Hidráulica de los Canales Abiertos	McGraw-Hill	2004	Versión digital

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Alfonso Pujol y Ángel Menéndez	Análisis Unidimensional de escurrimiento en canales.	Eudeba	1987	Versión Digital
Instituto Nacional del Agua	Modelo hidrodinámico del río de la plata y su frente marítimo		1999	Versión Digital

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
Gutierrez - Orellano, Miranda	Estudio de parámetros y del comportamiento hidráulico de la galería de aducción a la cámara de carga de una central hidroeléctrica mediante ensayos en prototipo	Actas Congreso	1998	Versión Digital
Millón - Paz - Buscemi.	Un modelo de Froude para estaciones de bombeo asimétricas	Actas Congreso	1998	
Luis Vásquez y Nelson Terrones.	Evaluación hidráulica de la disipación de energía en cuatro tipos de cuencos amortiguadores, bajo condiciones de flujo variable	Revista Ingeniería UC	2019	Versión Digital
Orellano - Buscemi - Menna - Millón.	Evaluación del riesgo de cavitación en aliviaderos	Acta Congreso	2002	Versión Digital
Almeida J.R.M., Grube R., Vega C., Orellano J., Flores M., Avila D.	Aprovechamiento hidroeléctrico molineros-consideraciones de diseño y estudios en modelo hidráulico reducido	Actas Congreso	2018	Versión Digital
M. L. Calvache, S. Ibáñez, C. Duque, W. Martín-Rosales, M. López-Chicano, J. C. Rubio, A. González, C. Viseras	Numerical modelling of the potential effects of a dam on a coastal aquifer in S. Spain	Hydrological Processes	2005	Versión Digital
S. Ibáñez, M.L. Calvache y F. Carrasco	Diferencias en la modelización matemática del flujo subterráneo 2D y 3D de un acuífero detrítico costero heterogéneo.	Actas Congreso	2001	Versión Papel
IEC	NORMA Nº 60193; Hydraulic turbines, storage pumps and pump turbines Model acceptance tests.			

EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10_CS)

La metodología de evaluación será continua y formativa. La misma se implementará a través de las siguientes actividades:

- Evaluación de los Trabajos Prácticos de resolución de problemas o prácticas de laboratorio, realizados mediante una rúbrica objetiva. Deberán ser entregados dentro de los tiempos asignados para cada actividad.
- Cuestionarios de múltiple opción o desarrollo acotado que reafirmarán la lectura o visualización del material previo a cada clase.
- Un examen parcial, cuya nota debe ser igual o mayor que 6.
- Diseño, desarrollo y presentación de un Proyecto Integrador de Laboratorio. El Proyecto Integrador permitirá apreciar el aprendizaje logrado por el alumno a lo largo de todo el curso. Se realizarán revisiones semanales de los avances y se sugerirán cambios y/o revisiones. El resultado del proyecto se presentará en un informe final en formato digital y una presentación oral que contenga el desarrollo, se muestren y discutan los resultados, se den recomendaciones y posibilidades de trabajos futuros. El informe será valorado considerando los siguientes criterios



de evaluación:

- Conocimiento: de los contenidos del programa.
- La consistencia: en el tratamiento de los temas teóricos y experimentales.
- La coherencia: en relación con lo que se expresa en forma oral.
- La organización lógica: de los contenidos desarrollados e interrelacionados.
- La suficiencia: en los argumentos que se aportan.
- La precisión: en el empleo de metodología y cálculos específicos.
- Expresión: en el empleo del vocabulario o léxico específico de los temas.
- La relevancia: de los antecedentes y de la información.
- La claridad: en el uso del lenguaje y los juicios de valor.
- La originalidad: en la presentación oral y escrita de los trabajos.
- La exhaustividad: en la selección de posibles argumentos que fundamenten una posición técnica en el análisis de un caso.

Condiciones para la Acreditación:

El sistema de evaluación con las condiciones para que los estudiantes obtengan la **promoción directa** se compone de tres (3) instancias:

- Aprobación de las prácticas sugeridas con un mínimo de un seis (6) y el 75% de asistencia.
- Aprobación de un examen parcial escrito con un mínimo de seis (6).
- Aprobación de un Proyecto Integrador con un mínimo de seis (6).

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Sandra Patricia Ibáñez".

Mendoza, 01 de agosto de 2023

Dra. Sandra Patricia Ibáñez

Profesor Titular de la Cátedra