



INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE ASIGNATURA

ACTIVIDAD CURRICULAR: **HIDRAULICA GENERAL Y APLICADA**

Código: 95-0225 **Año Académico:** 2016
Área: **Saneamiento y Medio Ambiente e Hidráulica**
Bloque: Tecnologías Básicas
Nivel: 3° **Tipo:** Obligatoria

Modalidad: Anual

Carga Horaria total: **Hs Reloj:** 128 **Hs. Cátedra:** 160
Carga horaria semanal: **Hs Reloj:** 4 **Hs. Cátedra:** 5

Composición del equipo docente

Profesores Titulares: **Ing. Fernando SILVA**
Profesores Asociados:
Profesores Adjuntos:
Auxiliares JTP: **Ing. Verónica MONZON**
Auxiliares ATP 1°: **Ing. Alejandro Antonio SAVARÍN**
Auxiliares ATP 2°: **Juan Pablo GUERRA**
 Nadía Celeste SHIN

FUNDAMENTACIÓN

La carrera de Ingeniería Civil debe contar con una materia como Hidráulica General y Aplicada para brindar los conocimientos suficientes para poder resolver problemas de drenajes de cuencas hídricas, estudio y cálculo de conducciones de fluidos.

OBJETIVOS

Dotar a los alumnos de los conceptos básicos de la cinemática y dinámica de los fluidos incompresibles (en particular agua y aire), de las ecuaciones básicas que los gobiernan y de los elementos básicos de la semejanza y análisis dimensional, a fin de poder calcular las fuerzas estáticas y dinámicas que actúan sobre las estructuras, tanto debido a la acción del agua como del aire, al cálculo de las conducciones a presión (cañerías), de las conducciones a superficie libre (canales), el escurrimiento a través de orificios y vertederos, los conceptos básicos de las turbo máquinas y del escurrimiento de aguas subterráneas, a fin que estos conceptos puedan servir de base para encarar las materias de aplicación posteriores en especial problemas relativos a las obras hidráulicas y a la contaminación del aire y del agua.

CONTENIDOS

a) Contenidos mínimos

Propiedades físicas de los líquidos. Equilibrio de los líquidos. Hidrodinámica, líquidos reales e ideales, análisis dimensional, principios generales. Movimiento turbulento. Singularidades en contornos abiertos y cerrados. Canalizaciones abiertas y cerradas. Movimiento impermanente. Orificios y vertederos. Escurrimiento en medios permeables. Máquinas hidráulicas. Teoría de modelos.

b) Contenidos analíticos



UNIDAD 1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS FLUIDOS.

- 1.1. Definición de fluido. Diferencias entre sólidos y fluidos.
- 1.2. Concepto de partícula. Hipótesis del Continuum.
- 1.3. Densidad, peso específico, densidad relativa, presión, temperatura.
- 1.4. Ecuación de Newton. Viscosidad.
- 1.5. Compresibilidad. Módulo de compresibilidad.
- 1.6. Tensión Superficial. Ecuación fundamental. Capilaridad.
- 1.7. Tensión de vapor de un líquido. Cavitación.

UNIDAD 2. EQUILIBRIO DE LOS FLUIDOS.

- 2.1. Características de la presión en un fluido en reposo relativo.
- 2.2. Ecuación fundamental de la Hidrostática.
- 2.3. Manómetros, presión absoluta, presión relativa o manométrica.
- 2.4. Fuerzas sobre superficies sumergidas:
 - 2.4.1. Fuerzas sobre superficies planas.
 - 2.4.2. Fuerzas sobre superficies curvas.
- 2.5. Flotación:
 - 2.5.1. Empuje.
 - 2.5.2. Estabilidad de los cuerpos sumergidos y flotantes.

UNIDAD 3. MOVIMIENTO DE LOS FLUIDOS.

- 3.1. Punto de vista Euleriano. Punto de vista Lagrangiano.
- 3.2. Definición de Línea de Corriente. Flujo permanente y no permanente. Flujo uni, bi y tridimensional.
- 3.3. Derivada parcial, derivada total y derivada sustancial.
- 3.4. Ecuaciones del movimiento de los fluidos aplicadas a volúmenes de control.
 - 3.4.1. Ecuación de continuidad.
 - 3.4.2. Ecuación de cantidad de movimiento.
 - 3.4.2.1. Distribución de presiones en flujo uniforme.
 - 3.4.2.2. Ecuación del momento cinético.
 - 3.4.3. Ecuación de la energía. Ecuación de Bernoulli.
- 3.5. Factores de corrección de la cantidad de movimiento y de la energía cinética.

UNIDAD 4. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA.

- 4.1. Teoría de Modelos. Semejanza.
 - 4.1.1. Números adimensionales.
- 4.2. Análisis Dimensional.
 - 4.2.1. Teorema Pi de Buckingham.

UNIDAD 5. FLUJO POTENCIAL, IRRROTACIONAL O IDEAL.

- 5.1. Planteo del problema. Planteo de las Ecuaciones básicas.
- 5.2. Circulación, vorticidad, irrotacionalidad.
- 5.3. Ecuaciones de Euler. Ecuación de Bernoulli.
- 5.4. Soluciones elementales para flujos planos.
 - 5.4.1. Corriente uniforme.
 - 5.4.2. Fuente y sumidero.
 - 5.4.3. Vórtice libre.
- 5.5. Superposición de flujos planos.
 - 5.5.1. Fuente y sumidero equidistantes del origen.



- 5.5.2. Doblete.
- 5.5.3. Cilindro sin rotación.
- 5.5.4. Cilindro con rotación.
- 5.6. Perfil alar de envergadura infinita.
- 5.7. Perfil alar de envergadura finita.

UNIDAD 6. FLUJO LAMINAR

- 6.1. Planteo del problema. Planteo de las Ecuaciones básicas.
- 6.2. Condición de viscosidad.
- 6.3. Ecuaciones de Navier – Stokes. Tensor de tensiones.
- 6.4. Capa Límite laminar.

UNIDAD 7. FLUJO TURBULENTO

- 7.1. Planteo del problema. Planteo de las ecuaciones básicas.
- 7.2. Repaso de algunas propiedades de las variables estadísticas.
- 7.3. Hipótesis de turbulencia. Hipótesis de Prandtl.
- 7.4. Tensor de tensiones turbulento. Tensor de tensiones aparente.
- 7.5. Distribución de velocidades sobre una placa plana. Capa límite turbulenta.

UNIDAD 8. ESCURRIMIENTO PERMANENTE EN CONDUCTOS.

- 8.1. Línea de alturas piezométricas.
- 8.2. Ecuación de Darcy – Weisbach.
- 8.3. Determinación de las variables que intervienen en el factor de fricción.
- 8.4. Ensayo de Reynolds. Régimen Laminar, Crítico y Turbulento.
- 8.5. Determinación del factor de fricción.
 - 8.5.1. Factor de fricción en régimen laminar.
 - 8.5.2. Factor de fricción en régimen turbulento:
 - 8.5.2.1. Concepto de rugosidad.
 - 8.5.2.2. Factor de fricción para tubos totalmente lisos.
 - 8.5.2.3. Factor de fricción para tubos totalmente rugosos.
 - 8.5.2.4. Expresión de Colebrook –White.
- 8.6. Diagrama de Moody.
- 8.7. Fórmulas antiguas aplicadas al agua.
- 8.8. Pérdidas de carga localizadas.
- 8.9. Casos típicos en una cañería simple.
- 8.10. Conductos de sección no circular.
- 8.11. Longitud equivalente.
- 8.12. Cañerías con presiones negativas. Funcionamiento como sifón.

UNIDAD 9. ESCURRIMIENTO EN CANALES EN RÉGIMEN PERMANENTE.

- 9.1. Conceptos generales.
- 9.2. Flujo permanente y uniforme en un canal.
 - 9.2.1. Fórmula de Chezy.
 - 9.2.2. Fórmula de Manning.
 - 9.2.3. Sección Hidráulica óptima.
 - 9.2.4. Resolución de casos simples.
 - 9.2.5. Canales con planicie de inundación.
- 9.3. Flujo permanente uniformemente variado.
 - 9.3.1. Ondas gravitacionales.
 - 9.3.2. Ecuación de la pendiente de la superficie libre.



- 9.3.3. Energía específica.
- 9.3.4. Curvas de remanso y caída.
- 9.3.4. Resolución del flujo uniformemente variado.
- 9.4. Flujo Permanente bruscamente variado. Resalto Hidráulico.
 - 9.4.1. Alturas conjugadas.
 - 9.4.2. Pérdida de energía a través del resalto.
 - 9.4.3. Longitud del resalto.
- 9.4. Canales con cambio de pendiente.
- 9.5. Descarga de un canal.

UNIDAD 10. SINGULARIDADES EN CONTORNOS ABIERTOS Y CERRADOS. ORIFICIOS Y VERTEDEROS.

- 10.1 Conceptos generales.
- 10.2 Orificios.
 - 10.2.1 Elementos de un orificio.
 - 10.2.2 Orificio perfecto.
 - 10.2.3 Orificio en pared horizontal.
 - 10.2.4 Velocidad de llegada no despreciable.
 - 10.2.5 Contracción parcialmente suprimida.
 - 10.2.6 Contracción incompleta.
 - 10.2.7 Orificios de arista redondeada.
 - 10.2.8 Orificios de gran abertura vertical respecto a la carga.
 - 10.2.9 Orificios en pared intermedia.
 - 10.2.10 Orificios en pared gruesa.
 - 10.2.11 Orificios totalmente sumergidos.
 - 10.2.12 Orificios parcialmente sumergidos.
 - 10.2.13 Orificios bajo carga variable.
- 10.3 Vertederos.
 - 10.3.1 Elementos de un vertedero.
 - 10.3.2 Características del flujo sobre vertederos.
 - 10.3.3 Vertederos de pared delgada.
 - 10.3.4 Vertederos de pared intermedia.
 - 10.3.5 Vertederos de pared gruesa.

UNIDAD 11. TURBO MÁQUINAS HIDRÁULICAS

- 11.1. Conceptos Generales. Clasificación.
- 11.2. Ejemplos simples de instalación de turbo máquinas hidráulicas.
- 11.3. Relaciones de semejanza en las turbo máquinas.
 - 11.3.1. Coeficiente de capacidad, de carga y de potencia.
 - 11.3.2. Curvas características.
- 11.4. Teoría elemental de las turbo máquinas.
 - 11.4.1. Hélices.
 - 11.4.2. El rodete radial.
- 11.5. Características particulares de las Turbo máquinas.
 - 11.5.1. Turbo máquinas de flujo tangencial.
 - 11.5.2. Turbo máquinas de flujo axial.
 - 11.5.3. Turbo máquinas de flujo radial.
 - 11.5.4. Turbo máquinas de flujo mixto.
- 11.6. Punto de funcionamiento y cavitación. ANPA.

UNIDAD 12. MOVIMIENTO PERMANENTE EN CONDUCTOS CERRADOS. GOLPE DE ARIETE.

- 12.1 Descripción preliminar.



- 12.2 Consecuencias del golpe de ariete.
- 12.3 Estudio simplificado.
 - 12.3.1 Cierre de válvula.
 - 12.3.2 Parada de bombas.
- 12.4 Velocidad de la onda para tubos elásticos.
 - 12.4.1 Ecuación general de la onda.
 - 12.4.2 Ecuación particular de la onda.
- 12.5 Ecuaciones diferenciales características de la onda.
- 12.6 Resolución por el método de las diferencias finitas.
- 12.7 Condiciones de contorno.
 - 12.7.1 Extremo aguas arriba.
 - 12.7.2 Extremo aguas abajo.
- 12.8 Métodos para reducir el efecto del golpe de ariete.
 - 12.8.1 Depósito de aire.
 - 12.8.2 Volante de inercia.
 - 12.8.3 Chimeneas de equilibrio.
 - 12.8.4 Válvulas de alivio rápido.
 - 12.8.5 Válvulas anticipadoras de onda.
 - 12.8.6 Ventosas.
 - 12.8.7 Válvulas de retención.

UNIDAD 13. FLUJO EN MEDIOS POROSOS – FLUJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

- 13.1 Introducción – Ley de Darcy.
- 13.2 Estructura de los suelos.
- 13.3 Porosidad – Volumen elemental arbitrario y representativo.
- 13.4 Flujo en suelos saturados.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Teórica	56	70
Formación Práctica		
Formación experimental	8	10
Resolución de problemas	56	70
Proyectos y diseño		
Práctica supervisada		

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

El curso se desarrollará en clases semanales de cinco horas de duración y durante las cuales se expondrán los contenidos teóricos y prácticos de la materia para cada tema específico en forma interactiva y complementaria.

b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

La materia cuenta con apuntes desarrollados por la cátedra para todos los temas. Estos apuntes cubren tanto los conceptos teóricos como los prácticos para cada unidad. Respecto a los ensayos se prevé efectuar un ensayo de flujo en cañerías y otro de bombas también se utilizan filmaciones



desarrolladas por el "Iowa Institute of Hydraulic Research" y por el "M.I.T." que han sido traducidos al castellano y que cubren ensayos correspondientes a las distintas unidades. Además se cuenta con presentaciones en Power Point que permiten agilizar el dictado de las clases y mejorar los aspectos didácticos correspondientes a claridad de texto y presentaciones gráficas.

EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

La materia tendrá la modalidad de examen final para su aprobación.

Las pautas para el cursado y la aprobación de los trabajos prácticos serán como sigue:

Se conformarán grupos de 6 alumnos.

Cada trabajo práctico vencerá a los 15 días de su correspondiente explicación.

Deberá realizarse en forma ordenada y prolija.

Cada trabajo práctico llevará su correspondiente carátula.

Cada problema llevará su respectivo enunciado.

Para aprobar la cursada además de la realización de los trabajos prácticos se realizarán tres evaluaciones escritas en las fechas que se indican en el cronograma de la materia. Estas evaluaciones serán eminentemente prácticas y conceptuales. Para aprobar se necesitará un puntaje mínimo en todos los ejercicios. Si no se supera ese puntaje mínimo, se podrá recuperar parcial o totalmente en dos fechas de recuperatorio.

La duración de las evaluaciones será de 120 minutos.

Para poder rendir el parcial correspondiente se deberá reunir las siguientes condiciones:

- Tener, a la clase anterior al parcial:
- 85% de los Trabajos Prácticos presentados.
- 60% de los mismos aprobados.
- Si los respectivos porcentajes no resultaran números enteros se redondeará, 0,5 o más hacia arriba y 0,4 o menos hacia abajo.
- Es condición indispensable, para rendir las correspondientes evaluaciones parciales, no haber sido dado de baja por inasistencias.
- La no presentación, a cualquiera de las evaluaciones parciales, será considerada como ausente y deberán ser recuperadas, en las fechas fijadas para las Recuperaciones.

Cada parcial es corregido por el JTP o cualquiera de los ATP, en forma aleatoria, independientemente del curso en que se hayan anotado.

Las evaluaciones serán devueltas, calificadas, a los estudiantes, dentro de los siete días corridos, posteriores a la fecha de la respectiva evaluación.

Cada una de las evaluaciones contará como mínimo con dos oportunidades por cada examen parcial, siendo la última durante el llamado de Febrero/Marzo. Para rendir los exámenes parciales o recuperatorios no será requisito aprobar los correlativos anteriores.

Para recuperar cada evaluación, los estudiantes deberán tener aprobados el 80% de los trabajos prácticos, correspondientes a la misma.

La aprobación de la cursada requiere que el alumno cuente con el 100% de los trabajos prácticos aprobados y los tres parciales aprobados.

La aprobación del examen final requerirá que:

- De los dos ejercicios del final: 1 ejercicio esté correctamente resuelto y el otro planteado en forma correcta.
- Responder por lo menos 6 preguntas teóricas de las 12 que consta el parcial en forma correcta, pero sin saltar más de dos. La nota final se calculará sumando los puntos de las respuestas correctas sobre base 100.

El estudiante para presentarse a la correspondiente mesa examinadora, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- a. Presentarse con su carpeta individual de Trabajos Prácticos, completa e incluyendo del presente Plan Anual.



- b. Presentarse con la Libreta de Trabajos Prácticos, debidamente firmada.
- c. Haberse inscripto para la fecha de examen, de acuerdo con las reglamentaciones vigentes.

Los exámenes finales tomados, se pueden consultar en la página de la cátedra.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La asignatura tiene una relación horizontal con Resistencia de Materiales y vertical con Física, Instalaciones Sanitarias y de Gas, Ingeniería Sanitaria, Hidrología y Obras Hidráulicas y con Vías de Comunicación I y II.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

<u>Unidad Temática</u>	<u>Duración en hs cátedra</u>
1	10
2	10
3	20
4	5
5	10
6	10
7	5
8	20
9	25
10	5
11	10
12	10
13	10

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

La editada por la cátedra a través de su página WEB. También se puede acceder a la misma a través de la Fotocopiadora del Centro de Estudiantes.

Además se puede citar como bibliografía complementaria la siguiente:

- Vennard, J; Street, R. Elementos de mecánica de fluidos. 3a. ed. México: CECSA, 1993. 851 p.
- Ballofet, A; Gotelli, L. M. y Meoli, G.A. Hidráulica. Tomos I y II. Buenos Aires: Ediar SA, 1948. 354 p.
- Ven Te Chow. Hidráulica de canales abiertos. Colombia: M. Suárez, 1994. 667 p.
- Shames, Irving. Mecánica de fluidos. Colombia: M. Suárez, 1994. 830 p.
- Streeter, Victor; Wylie, Benjamin. Mecánica de los fluidos. 8a. ed. México: Mc. Graw-Hill, 1988. 595 p.
- Hughes, William F.; Brighton, John A. Teoría y problemas de dinámica de fluidos. Cali: Mc. Graw-Hill, 1970. 259p. (Serie de Compendios Schaum).
- Prandtl, Ludwig; Tietjens, O. G. Fundamentals of hydro and aeromechanics. New York: Dover Publications, 1957. 270 p.
- Li, W. H.; Lam, S. H. Principles of fluid dynamics. Massachusetts: Addison-Wesley, 1964. 374 p.



- Potter, Merle; Wiggert, David. Mecánica de fluidos. 2a.ed. México: Prentice Hall, 1988. 776 p.
- White, Frank. Fluid mechanics. 5a. Ed. New York: McGraw-Hill, 2003
- Ordoñez Romero-Robledo, Carlos. Aerodinámica (Tomo II): Aerodinámica teórica y experimental (I). México, D.F.: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1961.
- Rose, Hunter. Hidráulica. Mecánica elemental de fluidos. España: Editorial Dossat, 1951. 337 p.
- Addison, Herbert. Centrifugal and other Rotodynamic Pumps. London: Chapman & Hall, 1966. 565 p.
- Mathaix, Claudio. Mecánica de fluidos y turbomáquinas hidráulicas. 2a. ed. México: Oxford University Press, 1982.
- Facorro Ruiz, Lorenzo. Hidráulica y máquinas hidráulicas con 150 problemas. 10a. ed. Buenos Aires: Nueva Librería, 2009. 372 p.
- Hicks, Tyler G.; Theodore W. Edwards. Pump Application Engineering. McGraw-Hill Book Company, 1971.