

*Planificación de Mecánica de Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas*  
*Año 2018*

Dr. Leandro Prevosto

Nombre: Mecánica de los Fluidos y Máquinas Fluido-dinámicas  
Departamento: Ing. Electromecánica  
Nivel: Cuarto  
Dictado: Anual  
Área: Mecánica Calor y Fluidos  
Carga horaria semanal: 5 horas  
Carga horaria Anual: 160 horas  
Profesor: Dr. Leandro Prevosto (Prof. Asociado Ordinario DE)  
Auxiliar/es: Ing. Ignacio Barco (JTP Ordinario DS)

**1. Materias Correlativas**

Para cursar  
Cursadas: Mecánica y Mecanismos y Termodinámica Técnica  
Aprobadas: Física II, Estabilidad, Análisis Matemático II y programación en Computación  
Para Rendir  
Aprobadas: Mecánica y Mecanismos y Termodinámica Técnica

**2. Objetivos a alcanzar por el alumno**

Los objetivos de la asignatura de acuerdo al Plan de estudios 95 son: A) conocer las propiedades estáticas y dinámicas de los fluidos, B) Aplicar las ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos C) resolver mediante cálculo diferentes tipos de flujo en redes de tuberías, con sus equipos de medición y D) conocer los fundamentos de funcionamiento de las máquinas fluido-dinámicas y desarrollar criterios para seleccionar las mismas.

**3. Programa Sintético (Ord. 1029)**

Propiedades de los fluidos. Estática de los fluidos. Teoría del flujo 1-D. Flujo de un fluido real. Estudios sobre modelos. Resistencia en conductos bajo presión. Fenómenos de flujos no permanentes y no uniformes. Flujo de un fluido ideal. Flujo compresible. Aforos y control en el flujo real. Máquinas fluido-dinámicas (generalidades y clasificación). Bombas (clasificación y criterios de selección). Bombas centrífugas. Bombas de desplazamiento positivo. Turbinas hidráulicas. Ventiladores.

**4. Programa Analítico**

**UNIDAD 1 Propiedades de los fluidos.**

**Objetivos:** Que los alumnos conozcan las propiedades de los fluidos.

**Contenido:** Continuo. Definición de un fluido. Dimensiones y unidades. Viscosidad. Densidad. Temperatura y variables termodinámicas. Presión y los gases perfectos. Módulo de elasticidad volumétrico. Presión del vapor. Tensión superficial.

**Carga horaria:** 6 horas de teoría y 2 horas de práctica.

**Estrategias seleccionadas:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica. Aplicación de software de CFD (SolidWork\_Fluid Simulation).

#### **UNIDAD 2 Estática de fluidos.**

**Objetivos:** Que el alumno construya el conocimiento de la mecánica de fluidos partiendo de la estática. Que reconozca la condición de esfuerzo cortante nulo.

**Contenido:** Fuerza, esfuerzo y presión en un punto. Ecuaciones básicas de la estática de fluidos. Unidades de presión. Manómetros. Fuerzas sobre cuerpos sumergidos. Estabilidad de los cuerpos flotantes y sumergidos. Equilibrio relativo.

**Carga horaria:** 6 horas de teoría y 4 horas de práctica.

**Estrategias seleccionadas:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 3. Modelos matemáticos del movimiento de fluidos.**

**Objetivos:** Que el alumno pueda aplicar las ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos a la resolución de problemas concretos.

**Contenido:** Introducción y método. Ecuaciones integrales: conservación de la masa; cantidad de movimiento; cantidad de momento angular; energía; segunda ley de la termodinámica. Ecuaciones diferenciales: continuidad (conservación de la masa); ecuación de la cantidad de movimiento; ecuación de la cantidad de movimiento para flujo sin fricción; relaciones esfuerzo – deformación en los fluidos; ecuación de Navier-Stokes; ecuación de la energía; segunda ley de la termodinámica y producción de entropía. Resumen, aplicaciones y problemas: ecuaciones integrales, formas especiales de las ecuaciones integrales; ecuaciones diferenciales; técnicas de solución de problemas.

**Carga horaria:** 15 horas de teoría y 8 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 4 Análisis dimensional y similitud.**

**Objetivos:** Que el alumno comprenda que en la mecánica de fluidos pueden obtenerse muchos resultados importantes a partir de argumentos dimensionales.

**Contenido:** Similitud en la dinámica de fluidos. Parámetros de flujo incompresible. Parámetros de flujo compresible. Parámetros adicionales involucrados en la transferencia de calor por convección en fluidos.

**Carga horaria:** 6 horas de teoría y 4 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 5 Flujo viscoso en tuberías y canales.**

**Objetivos:** Que el alumno comprenda el rol de la viscosidad y la turbulencia en el movimiento de fluidos. Brindar al alumno una introducción a las teorías fenomenológicas de la turbulencia (viscosidad turbulenta).

**Contenido:** Flujos laminares y turbulentos: flujos internos y externos. Flujo laminar incompresible y permanente entre placas paralelas. Flujo laminar en tuberías y coronas circulares. Relaciones para flujo turbulento. Pérdidas de energía para flujos turbulentos en conductos abiertos y cerrados. Flujo permanente y uniforme en canales abiertos. Flujo permanente incompresible en tuberías simples. Pérdidas menores.

**Carga horaria:** 12 horas de teoría y 8 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 6 Flujos externos.**

**Objetivos:** Que el alumno conozca las fuerzas generadas cuando un cuerpo se mueve a través de un fluido.

**Contenido:** Fuerzas de corte y de presión. Capa límite: separación y estela. Flujo y arrastre. Arrastre sobre cuerpos sumergidos. Sustentación.

**Carga horaria:** 6 horas de teoría, 4 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 7 Flujo en conductos cerrados.**

**Objetivos:** Que el alumno pueda resolver mediante cálculo diferentes tipos de flujo en redes de tuberías.

**Contenido:** Flujos permanentes: fórmulas exponenciales para la fricción. Flujos permanentes: líneas piezométricas y de energía. Flujos permanentes: sistemas de tuberías y metodologías para redes hidráulicas complejas. Flujos permanentes: conductos no circulares. Flujos no permanentes: golpe de ariete. Flujos no permanentes: ecuaciones diferenciales para el cálculo del golpe de ariete.

**Carga horaria:** 9 horas de teoría, 6 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura. Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 8 Flujo en canales abiertos.**

**Objetivos:** Que el alumno adquiera nociones sobre el tratamiento de flujos en canales abiertos.

**Contenido:** Clasificación del flujo. Secciones óptimas en canales. Resalto hidráulico. Energía específica y profundidad crítica. Transiciones. Flujo gradualmente variado.

**Carga horaria:** 6 horas de teoría, 4 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura.  
Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 9 Flujo compresible unidimensional.**

**Objetivos:** Que el alumno conozca el funcionamiento de toberas y difusores.

**Contenido:** Aproximación al gas ideal. Propagación de una perturbación infinitesimal. El cono de Mach. Flujo isoentrópico. Choques normales. Flujo adiabático de área constante (línea de Fanno). Flujo sin fricción de área constante con calentamiento. Flujo isotérmico con fricción. Flujo incompresible para números bajos de Mach.

**Carga horaria:** 9 horas de teoría y 4 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura.  
Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 10 Mediciones.**

**Objetivos:** Que el alumno conozca las técnicas diagnósticas usuales de fluidos.

**Contenido:** Medición de la presión. Medición de la elevación. Medición de la temperatura. Medición de la velocidad. Medición de caudal: orificios. Medidor venturi, boquillas y otros dispositivos. Medición de la viscosidad.

**Carga horaria:** 6 horas de teoría, 4 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura.  
Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

#### **UNIDAD 11 Máquinas fluido-dinámicas.**

**Objetivos:** Que el alumno conozca los fundamentos de funcionamiento de las máquinas fluido-dinámicas y desarrolle criterios para seleccionar las mismas.

**Contenido:** Generalidades y clasificación. Unidades homólogas: velocidad específica. Teoría de alabes. Teoría de turbo-máquinas. Bombas: clasificación y criterios de selección. Bombas centrífugas: elementos constitutivos, pérdidas rendimiento y potencia, montaje en serie y paralelo, curvas características, máxima altura de succión y cavitación. Bombas de desplazamiento positivo: clasificación y principios de funcionamiento, curvas características y aplicaciones. Ventiladores: generalidades, clasificación y aplicaciones, elementos constitutivos, dimensionamiento y curvas características. Turbinas: clasificación, características principales, criterios de selección y micro-turbinas.

Cavitación.

**Carga horaria:** 15 horas de teoría y 8 horas de práctica.

**Estrategia seleccionada:** Exposición de los contenidos en la teoría de la signatura.  
Resolución de problemas de aplicación en la parte práctica.

**Nota:** La carga horaria se refiere a horas cátedra. Se ha considerado un calendario académico de 32 semanas. En la planificación de las horas de práctica se computaron 8 horas

para exámenes parciales y sus instancias de recuperación. Debido a que efectivamente el ciclo lectivo 2017 posee 31 semanas para el dictado de la asignatura (los días lunes), se compensarán las horas faltantes con horas extracurriculares.

#### **5. Metodología a desarrollar en el proceso de enseñanza aprendizaje**

La asignatura Mecánica de fluidos y máquinas fluido-dinámicas es de dictado anual con una carga horaria de 5 horas semanales de las cuales 3 pertenecen a teoría y las 2 restantes a la práctica, completando a lo largo del ciclo lectivo 160 horas cátedra (de acuerdo al cronograma de 32 semanas de clases por año). En las clases prácticas el alumno recrea y aplica los contenidos vistos en la teoría de la asignatura. Estas clases están a cargo de JTP's y/o auxiliares. Se promueve en ellas la participación activa del alumno y se trabaja en forma individual y grupal. Se aplicará software tipo CFD en la resolución de problemas de ingeniería. La asignatura se complementa con trabajos experimentales realizados en el Laboratorio de Hidráulica y de Mecánica de la FRVT.

#### **6. Recursos Didácticos**

Las clases de teoría se dictan en el pizarrón intentando que los alumnos tengan luego del año un apunte relativamente completo de la asignatura. En la parte práctica se resuelven problemas para afianzar los temas vistos en teoría y para adquirir criterios de selección. Se utilizan los elementos del Laboratorio de Hidráulica y de Mecánica para la realización de trabajos experimentales. Se hace énfasis en el uso de bibliografía. Uso de software CFD (SolidWork\_Flow Simulation).

#### **7. Metodología de evaluación**

Los instrumentos de evaluación implementados en la asignatura son múltiples de forma tal de acercarse al ideal de la "evaluación continua". El objetivo último del proceso de evaluación es constatar si el estudiante ha demostrado tener los conocimientos básicos de la asignatura que le permitan rendir la evaluación final, en caso de no acceder a la aprobación directa.

En particular las instancias de evaluación son cuatro: (i) Evaluación de informes de trabajos experimentales: En esta instancia se hace especial énfasis en la aplicación de la teoría de errores en los valores medidos y el correcto procesamiento de los datos. Los equipos de trabajo no contendrán más de 5 integrantes (de acuerdo al número de alumnos. (ii) Realización de coloquios: Se realizan breves interrogatorios sobre los diferentes conceptos involucrados en los trabajos experimentales (en esta instancia los informes de los trabajos experimentales ya debieron ser aprobados en tiempo y forma). (iii) Evaluación continua de los alumnos: Se realiza una evaluación permanente de la participación en clase de los alumnos en función de los aportes e interés demostrados en la cursada. Esta instancia servirá esencialmente para cuantificar el grado de asimilación de los conceptos y eventualmente corregir el desarrollo del dictado de la asignatura. (iv) Exámenes parciales. Los alumnos deben rendir 2 exámenes parciales durante el año lectivo (con fecha tentativa 24/07 para el primer parcial y 13/11 para el segundo parcial) que cubran la totalidad del programa de la asignatura, cada parcial poseerá una instancia de recuperación (con fecha a definir). Los exámenes parciales son de carácter teórico/práctico.

Aprobación directa: Los alumnos que tengan las parte práctica de los parciales aprobados, junto con los informes de los trabajos experimentales y coloquios aprobados; quedan regulares, en condición de rendir el examen final. En particular si obtienen 8 o más en cada parcial (tanto en la parte práctica como teórica) se aplica la aprobación directa de la asignatura de acuerdo a la Ord. 1549.

Escala de calificaciones: Se emplea una escala lineal de 1 a 10 (siendo 6 el umbral de aprobación).

#### **8. Articulación con otras materias (horizontal y vertical)**

Verticalmente Mecánica de fluidos y máquinas fluido-dinámicas se articula con Física I, Análisis Matemático I y II y Matemática para la Ingeniería (todas pertenecientes a cursos inferiores) y con Hidrodinámica y Neumática del último año de Ing. Electromecánica.

### 9. Distribución Horaria

Teoría	Práctica			Total
	Formación experimental	Resolución de problemas abiertos de ingeniería	Actividades de proyecto y diseño	
96 horas cátedra por año	10 horas cátedra por año (extracurriculares)	64 horas cátedra por año	No consigna	170 horas cátedra por año (ver anexo)

### 10. Cronograma estimativo de cursado

Completar:

Fecha	Tema a desarrollar
12/03; 19/03	Unidad 1
26/03; 09/04	Unidad 2
16/04; 23/04; 30/04; 7/05; 14/05	Unidad 3
21/05; 28/05	Unidad 4
04/06; 11/06; 18/06; 25/06	Unidad 5
02/07; 23/07	Unidad 6
30/07; 06/08; 13/08	Unidad 7
27/08; 03/09	Unidad 8
10/09; 17/09	Unidad 9
24/09; 01/10; 15/10	Unidad 10
22/10; 29/10; 05/11; 12/11	Unidad 11

### 11. Horario de consulta extracurricular

Dr. L. Prevosto, Miércoles de 19 a 20 horas.  
 Ing. I. Barco, Lunes de 21:15 a 22:15 horas.

### 12. Bibliografía

1. Mecánica de fluidos, F. M. White. McGraw-Hill
2. Mecánica de fluidos, V. L. Streeter. McGraw-Hill.
3. Dinámica de fluidos, W. F. Hughes y J. A. Brighton. McGraw-Hill.
4. Introducción a la mecánica de los fluidos, Roca Vila. Limusa.
5. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, C. Mataix. Harla.
6. Mecánica de fluidos aplicada, R. L. Mott. Prentice-Hall Hispanoamericana.

7. Hidráulica y máquinas hidráulicas con 150 problemas, L. A. Facorro Ruiz. Nueva Librería.
8. Bombas – su selección y aplicación, T. G. Hicks. CECSA.
9. Hidráulica de tuberías, J. G. Saldarriaga. McGraw-Hill.
10. Mecánica de los fluidos e hidráulica, R. V. Giles. Carbajal.

Nota: La citada bibliografía se encuentra disponible dentro del acervo bibliográfico de la Biblioteca de la FRVT.

### 13. Guía de Trabajos Prácticos

A continuación las guías experimentales confeccionadas por el Jefe del laboratorio de Hidráulica de la FRVT.

#### **PRÁCTICO N° 1: DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS PRIMARIAS EN CONDUCTOS A PRESIÓN.**

##### **OBJETIVO:**

Verificar en forma práctica las pérdidas primarias determinadas teóricamente en el ramal inferior de la cañería existentes en el laboratorio.

##### **UNIDADES TEMÁTICAS INVOLUCRADAS:**

Propiedades de los fluidos, cinemática y dinámica de los fluidos, flujo en conductos a presión.

##### **DESARROLLO**

- Relevar y confeccionar un croquis del sistema cañerías del laboratorio de hidráulica. Detallar materiales, dimensiones y elementos que integran el sistema.
- Reconocimiento de las especificaciones técnicas de la bomba, y elementos de medición disponibles.
- Puesta en marcha del sistema.

1. Determinar teóricamente las pérdidas primarias del caño inferior.

$$\Delta P: \lambda \cdot L/D \cdot \rho \cdot v^2/2$$

2. Poner en marcha la bomba y esperar 1 minuto a que se estabilice el flujo.
3. Tomar las lecturas de caudal y presión.
4. Volcar las mediciones tomadas en la tabla siguiente.

	CAUDAL	MANOMETRO 1	MANOMETRO 2	MANOMETRO 3
VALOR				

5. Determinar el  $\Delta P$  en la sección de caño.
6. Debate De Resultados Obtenidos y Conclusiones

## PRÁCTICO N° 2 : DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS SECUNDARIAS EN CONDUCTOS A PRESIÓN.

### OBJETIVOS:

Verificar en forma practica las perdidas secundarias determinadas teóricamente de la disminución de sección, codos, válvula esférica y esclusa en la cañería existente en el laboratorio.

### ELEMENTOS A UTILIZAR:

Instalaciones del Laboratorio de Hidráulica - Sistemas de Cañerías, Manómetros.

### UNIDADES TEMATICAS INVOLUCRADAS:

Propiedades de los fluidos, cinemática y dinámica de los fluidos, flujo en conductos a presión.

### DESARROLLO

- Relevar y confeccionar un croquis del sistema cañerías del laboratorio de hidráulica. Detallar materiales, dimensiones y elementos que integran el sistema.
- Reconocimiento de las especificaciones técnicas de la bomba, y elementos de medición disponibles.
- Puesta en marcha del sistema.

#### A\_ DISMINUCIÓN DE SECCIÓN.

1. Determinar teóricamente las perdidas secundarias en la disminución de sección del caño.

$$\Delta P: \xi \cdot \rho \cdot v^2/2$$

2. Poner en marcha la bomba y esperar 1 minuto a que se estabilice el flujo.
3. Tomar las lecturas de caudal y presión.
4. Volcar las mediciones tomadas en la tabla siguiente.

	CAUDAL	MANÓMETRO 1	MANÓMETRO 5	MANÓMETRO 6	MANÓMETRO 7
VALOR					

5. Determinar el  $\Delta P$  en la disminución de sección de caño.

#### B\_ CODO.

1. Determinar teóricamente las perdidas secundarias en el codo del caño.



$$\Delta P: \xi \cdot \rho \cdot v^2/2$$

2. Poner en marcha la bomba y esperar 1 minuto a que se estabilice el flujo.
3. Tomar las lecturas de caudal y presión.
4. Volcar las mediciones tomadas en la tabla siguiente.

	CAUDAL	MANÓMETRO 1	MANÓMETRO 2	MANÓMETRO 3	MANÓMETRO 4
VALOR					

5. Determinar el  $\Delta P$  en el Codo del caño.

### **C\_ VÁLVULA ESCLUSA.**

1. Determinar teóricamente las perdidas secundarias según el porcentaje de apertura de la válvula.

$$\Delta P: \xi \cdot \rho \cdot v^2/2$$

2. Poner en marcha la bomba y esperar 1 minuto a que se estabilice el flujo.
3. Tomar las lecturas de caudal y presión.
4. Volcar las mediciones tomadas en la tabla siguiente.

	CAUDAL	MANÓMETRO 1	MANÓMETRO 5	MANÓMETRO 6	MANÓMETRO 7
100% APERTURA					
50% APERTURA					
25% APERTURA					

5. Determinar el  $\Delta P$  para cada caso de la válvula en ensayo.

### **D\_ VÁLVULA ESFERICA.**

1. Determinar teóricamente las perdidas secundarias según el porcentaje de apertura de la válvula.

$$\Delta P: \xi \cdot \rho \cdot v^2/2$$

2. Poner en marcha la bomba y esperar 1 minuto a que se estabilice el flujo.
3. Tomar las lecturas de caudal y presión.
4. Volcar las mediciones tomadas en la tabla siguiente.

	CAUDAL	MANÓMETRO 1	MANÓMETRO 5	MANÓMETRO 6	MANÓMETRO 7
100% APERTURA					
50% APERTURA					
25% APERTURA					

5. Determinar el  $\Delta P$  para cada caso de la válvula en ensayo.

Debate de Resultados Obtenidos y Conclusiones Generales

**PRÁCTICO N° 3: BOMBA DE GOLPE DE ARIETE.**

**OBJETIVOS:**

Entender la dinámica de funcionamiento de la bomba de golpe de ariete. Describir sus componentes básicos.

**ELEMENTOS A UTILIZAR:**

Instalaciones del Laboratorio de Hidráulica - Bomba de golpe de ariete.

**PRÁCTICO N° 4: LEYES DE ESCALA EN TURBO-MÁQUINAS.**

**OBJETIVOS:**

Obtener la potencia consumida por la turbo-máquina en función de las variaciones de la velocidad del rotor

**ELEMENTOS A UTILIZAR:**

Instalaciones del Laboratorio de mecánica - Ventilador centrífugo de 4 CV, ventilador axial de 4 CV.

**14. Anexo**

La formación experimental (10 horas cátedra por año) se realiza en horario extracurricular.