



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Programa de:

MECANICA DE LOS FLUIDOS

Código:

Carrera: *Ingeniería Aeronáutica*
Escuela : *Ingeniería Mecánica Aeronáutica*
Departamento: *Aeronáutica*

Plan: 23205

Carga horaria: 96

Cuatrimestre: sexto

Carácter: *Obligatoria*

Puntos: 4

Horas semanales: 6

Año: *tercero*

Objetivos

El Curso tiene por objetivo principal capacitar al alumno para predecir las características estáticas y de movimiento de un fluido, mediante la aplicación de métodos analíticos y experimentales, y una amplia introducción de los fenómenos, conceptos físicos y procedimientos de análisis a partir de los principios básicos y métodos generales de la Mecánica de los Fluidos, con énfasis en un enfoque ordenado en la solución de problemas y aplicaciones prácticas de ingeniería.

Como objetivo secundario se pretende desarrollar en el alumno aspectos importantes de su personalidad, como la metodología y el orden para el estudio, la capacidad de análisis y síntesis, el espíritu crítico, la destreza experimental, la aptitud para aplicar los conocimientos a nuevas situaciones con criterio científico y motivar el trabajo en equipo, tendientes a formar graduados universitarios con actitud creativa, espíritu innovador e iniciativa personal, que le permitan encarar con éxito desarrollos tecnológicos futuros.

Programa Sintético

1. *Propiedades de los fluidos*
2. *Cinemática de los fluidos*
3. *Dinámica de los Fluidos (I). Leyes básicas aplicadas al volumen de control*
4. *Dinámica de los Fluidos (II). Leyes básicas aplicadas a los sistemas*
5. *Estática de los fluidos*
6. *Movimientos de los fluidos no viscosos incompresibles, fluidos ideales*
7. *Vorticidad*
8. *Movimiento potencial bidimensional*
9. *Análisis dimensional y semejanza*
10. *Capa límite*
11. *Movimiento de los fluidos viscosos incompresibles*
12. *Flujo interno con fricción*
13. *Flujo externo con fricción*
14. *Análisis experimental, mediciones fluidas*

Programa Analítico: de foja: 4 a foja 9

Bibliografía : de foja 10 a 11

Correlativas Obligatorias: *Mecánica Racional, Termodinámica*

Rige: desde 2005

Aprobado H.C.D. , Resolución:

Fecha:

Modificado / Anulado/ Sust. HCD Res.:

Fecha:

El secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por la resolución y fecha que antecede.

Fecha: / / .

Firma: _____

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica

PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

Si se considera que en el mundo gran parte de la materia que nos rodea se encuentra en estado fluido, y en el interés de los ingenieros en crear dispositivos útiles para las actividades del hombre, es difícil pensar en una máquina, dispositivo o herramienta que no tenga en su interior algún tipo de fluido, o que su diseño no se base en los principios de la Mecánica de los Fluidos. Su ámbito de incumbencia es vasto y alcanza entre otras áreas como la Aerodinámica, la Hidráulica, la Dinámica de los Gases, la Hidrología, la Combustión, el Calor y los Fenómenos de Transferencia de Masa y la Dinámica del Plasma. Las bombas, ventiladores y compresores, los motores a reacción, las turbinas de gas y los cohetes, son básicamente máquinas de fluidos, y los aviones y barcos se desplazan asimismo en un medio fluido. Gobierna la atmósfera y el tiempo, ya que todas las máquinas requieren ser lubricadas periódicamente con un lubricante que también es un fluido.

La Mecánica de los Fluidos ocupa un lugar notablemente importante en las ciencias e ingeniería moderna, y constituye una de los fundamentos de la aeronáutica y la astronáutica, la ingeniería mecánica, la ingeniería en petróleo, la ingeniería civil e industrial, la bioingeniería y en casi todas las disciplinas científicas y técnicas modernas. Quien domine los pocos principios básicos de esta ciencia, tiene todo un abanico de aplicaciones en muchísimas áreas de la ciencia y tecnología.

Para lograr los objetivos generales y particulares propuestos, la experiencia docente demuestra que un enfoque basado en una buena teoría y adecuadas aplicaciones prácticas suministra:

- 1) Una base racional para analizar los problemas que se presentan, proporcionando las bases y fundamentos que faciliten la comprensión de los fenómenos físicos involucrados en la Mecánica de los Fluidos.
- 2) Los fundamentos lógicos y coherentes para planificar experiencias y ensayos con economía de esfuerzos y medios.
- 3) Los elementos y herramientas necesarios para encarar un proyecto inteligentemente.

En la medida de lo posible se tratará de comparar los resultados obtenidos con el tratamiento teórico con resultados experimentales, a fin de generar en el alumno una mayor confianza en las aplicaciones y verificar la validez de las hipótesis establecidas para su análisis.

Desde el punto de vista del proceso enseñanza-aprendizaje, se considera de suma importancia que los integrantes de la Cátedra, transmitan toda su experiencia personal y profesional adquirida en cada una de las unidades que integran el Programa.

El Laboratorio del Departamento Aeronáutica dispone de equipamiento especialmente desarrollado para la enseñanza de la Mecánica de los Fluidos que incluye varios Túneles de Viento, Túneles par visualización de flujos, un Túnel Hidrodinámico, Banco para ensayos de Ventiladores, Banco para análisis de pérdidas de Carga e instrumental de medición. En este equipamiento se realizan las prácticas de Laboratorio mediante la ejecución de experiencias básicas, visualizaciones de flujo y mediciones fluidas, a fin de que los alumnos adquieran competencias, habilidades y destrezas.

METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

El principio básico de la metodología del Curso es considerar que el alumno debe ser parte activa de la enseñanza, y la misión principal del Profesor es enseñar a pensar e imaginar, a crear e inventar. La experiencia docente demuestra que la mejor manera de aprender es practicando, y consecuentemente es esencial que los problemas presentados en la Guía de Trabajos Prácticos sean resueltos, siguiendo el Procedimiento indicado para la Resolución de Problemas. La resolución de problemas es de fundamental importancia para desarrollar y perfeccionar habilidades y recursos que permitan al alumno encarar el planteo y desarrollo de un problema, y arribar a una solución exitosa y confiable de ingeniería.

Frente a los continuos e incesantes cambios que la Ciencia y la Tecnología impone a los conocimientos y habilidades al ingeniero, se considera de suma importancia que el alumno debe aprender a aprehender, y a cambiar y modificar sus actitudes para adaptarse con objetividad y eficiencia a esos cambios.

Para el aprovechamiento óptimo del tiempo disponible para el desarrollo del Curso, es de fundamental importancia que el alumno concurra a las clases con los temas a tratar previstos en el Programa Calendario, ya estudiados. Se es de opinión que la clase no debe ser utilizada por el Profesor para una simple lectura y repetición textual de los temas. Por el contrario, se debe utilizar para realizar una síntesis de los principios básicos, presentar las ecuaciones y expresiones generales, las hipótesis en las que se basan y las limitaciones para su aplicación, incentivando el debate y la discusión mediante la introduciendo de escenarios y experiencias propias que se presentan en la vida profesional.

SISTEMA DE EVALUACION A APLICAR

A los fines de que el alumno demuestre el conocimiento de las competencias y habilidades adquiridas durante el cursado de la materia, las condiciones para la Promoción o Regularización de la materia son las siguientes:

Condiciones para la Promoción de la materia.

- 1.-Tener todas las materias correlativas previas aprobadas.
- 2.- Asistir como mínimo al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio, desarrolladas durante el Curso.
- 3.- Aprobar tres (3) evaluaciones teórico-prácticas con una calificación no inferior a cuatro.
- 4.- Presentar y aprobar la Carpeta de Trabajos Prácticos con los problemas desarrollados en las clases prácticas y la resolución de los correspondientes a la Guía de Trabajos Prácticos.
- 5.-Aprobar un (1) Coloquio Integrador con calificación no inferior a cuatro. Este Coloquio será de carácter eliminatorio, aun cuando se tengan aprobadas las tres evaluaciones teórica-prácticas escritas.
- 6.-En caso que el alumno no alcance a obtener una calificación superior a cuatro en algunas de las tres evaluaciones escritas, sea teórica o práctica, tendrá la opción de presentarse a una prueba recuperatoria teórica-práctica al finalizar el dictado del Curso. La nota obtenida en el recuperatorio deberá ser igual o superior a cuatro, y reemplazará a la de la evaluación recuperada.
- 7.-Presentar y aprobar los Trabajos de Laboratorio que se exijan durante el cursado de la materia.
- 8.-La calificación final se obtendrá como el promedio aritmético de la suma de las calificaciones de los siguientes ítems:

- 1) Una nota de la carpeta de Trabajos Prácticos y de Laboratorio.
- 2) Tres notas de las evaluaciones escritas teórico-prácticas.
- 3) Una nota del Coloquio Integrador

Para la resolución de las evaluaciones prácticas, los alumnos podrán hacer uso de libros, apuntes, manuales, notas de clases, y calculadoras, como asimismo de toda información técnica que se requiera para la resolución de los problemas.

Condiciones para la Regularización de la materia

Los alumnos que hayan aprobado solo dos (2) evaluaciones teórico-prácticas escritas, y cumplido con el 80% de la asistencia a las clases dictadas, quedarán en condición de Alumno Regular.

CONTENIDO TEMATICO

Unidad 1: Propiedades de los fluidos.

- 1.1 Características físicas del estado fluido de la materia.
- 1.2 El modelo molecular y el modelo continuo de la materia.
- 1.3 Propiedades de los fluidos: densidad, tensión superficial, tensión de vapor, módulo elástico, compresibilidad en el movimiento de los fluidos, calor específico, fenómenos de transporte.
- 1.4 La ley de Newton de la viscosidad, viscosidad dinámica y cinemática, influencia de la temperatura y la presión.
- 1.5 Tipos de fluidos, fluidos no newtonianos.
- 1.6 Clasificación de los movimientos fluidos, viscosos, no viscosos, laminares, turbulentos.

Unidad 2: Cinemática de los Fluidos.

- 2.1 Campo de velocidades, flujo en una, dos y tres dimensiones.
- 2.2 Formas de representación de los movimientos fluidos, sus relaciones.
- 2.3 Definiciones cinemáticas, líneas y superficies de flujo, de corriente y de traza, sus relaciones, movimiento estacionario, sistema de referencia y forma del movimiento.
- 2.4 Caudal en volumen, en masa y en peso.
- 2.5 Condiciones cinemáticas en el contorno
- 2.6 Aceleración de una partícula fluida, aceleración en el sistema coordinado "líneas de flujo".

Unidad 3: Dinámica de los fluidos (I). Leyes básicas aplicadas al volumen de control.

- 3.1 Sistema y volumen de control.
- 3.2 Teorema del transporte de Reynolds.
- 3.3 Propiedades extensivas e intensivas.
- 3.4 Forma integral del principio de conservación de la masa.
- 3.5 Forma integral del principio de conservación de la cantidad de movimiento, volumen de control inercial y no inercial, factor de corrección de la cantidad de movimiento.
- 3.6 Forma integral del principio de conservación del momento cinético, volumen de control inercial y no inercial
- 3.7 Forma integral del principio de conservación de la energía, factor de corrección de energía cinética.
- 3.9 Expresión usual de la ecuación de la energía, movimiento estacionario.

Unidad 4: Dinámica de los Fluidos (II). Leyes básicas aplicadas a los sistemas.

- 4.1 Análisis del movimiento en el entorno de un punto, vorticidad y deformación; interpretación física de la divergencia de la velocidad.
- 4.2 Principio de conservación de la masa, ecuación de la continuidad.
- 4.3 Ecuación de variación del teorema de la cantidad de movimiento.
- 4.4 Ecuación de variación del teorema del momento cinético.
- 4.5 Tensor de tensiones, propiedades.
- 4.6 Ecuaciones constitutivas, ley de Hooke generalizada.
- 4.7 Leyes de Stokes de la viscosidad, definición de presión, hipótesis de Stokes.
- 4.8 Ecuaciones de Navier-Stokes, de Euler y de Navier-Stokes bajo la forma de Helmholtz.
- 4.9 Ecuación de variación del primer principio de la termodinámica.

Unidad 5: Estática de los fluidos.

- 5.1 Relación entre el campo de fuerzas de masa y el campo de presiones.
- 5.2 Ecuación de la presión hidrostática.
- 5.3 Presión absoluta y relativa, manometría.
- 5.4 Equilibrio de un líquido en reposo relativo con respecto al recipiente que lo contiene: translación y rotación.
- 5.5 Estática de los fluidos compresibles.
- 5.6 Fuerzas hidrostáticas sobre superficies y cuerpos sumergidos, estabilidad.

Unidad 6: Vorticidad

- 6.1 Movimiento rotacional y vorticidad.
- 6.2 Cinemática del movimiento vorticoso; líneas, superficies y tubos vorticosos.
- 6.3 Circulación, vórtice y lamina vorticosa, superficies de discontinuidad de la velocidad.
- 6.4 Movimiento irrotacional o potencial.

- 6.5 Ecuación de continuidad para movimientos potenciales, fluido incompresible.
- 6.6 Ecuación de Navier Stokes para movimientos potenciales.
- 6.7 Condiciones de contorno.

Unidad 7: Movimientos de los fluidos ideales

- 7.1 Ecuaciones de continuidad, de Navier-Stokes y de la energía para fluidos ideales.
- 7.2 Integración de la ecuación de Euler a lo largo de una línea de corriente.
- 7.3 Condición de permanencia de la irrotacionalidad.
- 7.4 La energía en el movimiento de los fluidos ideales, ecuación de Bernoulli, campo isoenergético.
- 7.5 Dinámica del movimiento vorticoso en los fluidos ideales, teorema de Kelvin y de Helmholtz.
- 7.6 Conceptos complementarios asociados con la ecuación de Bernoulli.
- 7.7 Variación de la presión en dirección normal a la corriente.

Unidad 8: Movimiento potencial bidimensional

- 8.1 Las funciones de variable compleja aplicadas a movimientos bidimensionales, velocidad compleja, potencial complejo.
- 8.2 Función potencial y función de corriente.
- 8.3 Campos de movimientos simples, movimiento uniforme, fuente, pozo y doblete.
- 8.4 Métodos para la resolución de movimientos bidimensionales. Teoría de las imágenes.
- 8.5 Acción fluido dinámica sobre un cuerpo sumergido en una corriente. Acción local, distribución de presiones. Acción global, primera y segunda fórmulas de Blasius.
- 8.6 Cilindro circular en una corriente uniforme sin y con circulación.
- 8.7 Teorema de Kutta-Joukowski, paradoja de D'alambert, condición de Joukowski.
- 8.8 Perfiles Joukowski, generación de perfiles simétricos y combados, distribución de presiones.

Unidad 9: Análisis dimensional y semejanza

- 9.1 Naturaleza del análisis dimensional
- 9.2 Teorema π de Buckingham
- 9.3 Determinación de los grupos π
- 9.4 Grupos adimensionales de importancia en la Mecánica de los Fluidos.
- 9.5 Similitud de propiedades y de flujos, estudios de modelos.
- 9.5 Similitud completa e incompleta.

Unidad 10: Movimiento de los fluidos viscosos incompresibles

- 10.1 Movimientos a moderados números de Reynolds, ecuaciones de vínculo.
- 10.2 Dinámica del movimiento vorticoso.
- 10.3 Movimientos a bajo número de Reynolds, ecuaciones de vínculo.
- 10.4 Experiencia de Reynolds, régimen de flujo laminar y turbulento.
- 10.5 Movimientos con valores medios estacionarios, ecuaciones de Reynolds

Unidad 11: Capa límite.

- 11.1 Concepto de capa límite, orden de magnitud.
- 11.2 Ecuaciones de movimiento en la capa límite, análisis de Prandtl.
- 11.3 Efectos del gradiente de presión, transición y separación.
- 11.4 Parámetros característicos de capa límite, espesor de desplazamiento, de cantidad de movimiento y de energía.
- 11.5 Soluciones analíticas, ecuación integrodiferencial de Von Karman, aplicaciones a una placa plana.
- 11.6 Resistencia de fricción en la capa límite laminar y turbulenta, coeficiente de fricción para la placa plana.

Unidad 12: Flujo externo con fricción

- 12.1 Origen de la resistencia aero e hidrodinámica, resistencia de fricción y de presión.
- 12.2 Movimiento alrededor de un cilindro circular y de una esfera, regímenes de flujo, efecto de la turbulencia y la rugosidad sobre la transición y la separación, torbellinos de Von Karman
- 12.3 Resistencia de cuerpos bi y tridimensionales.
- 12.4 Control de la transición y separación, generadores de vórtices.

Unidad 13: Flujo interno con fricción.

- 13.1 Movimiento cuasi unidimensional en conductos.
- 13.2 Pérdidas de energía, coeficiente de fricción.
- 13.3 Movimiento laminar en conductos, parámetros característicos.
- 13.4 Movimiento turbulento en conductos, parámetros característicos.
- 13.5 Cálculo de pérdidas de energía por fricción y por resistencias locales.
- 13.6 Solución de problemas de flujo en conductos.
- 13.7 Cálculo de pérdidas en conductos en serie y en paralelo.

Unidad 14: Análisis experimental, mediciones fluidas

- 14.1 Medición de las propiedades de los fluidos: densidad, viscosidad.
- 14.2 Medición de presiones, total, estática y dinámica.
- 14.3 Medición de velocidad utilizando sondas de presión, anemómetros.
- 14.4. Medición de caudales: venturi, toberas, orificios calibrados, rotámetros, turbinas.
- 14.5 Evaluación de caudales mediante el relevamiento de velocidades

1. LISTADO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS Y DE LABORATORIO

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Unidad 1: Propiedades de los Fluidos

Se resuelven problemas de interés conceptual, de aplicación de las definiciones teóricas, especialmente acerca de las propiedades de compresibilidad y de viscosidad. La ley de viscosidad de Newton se aplica en el planteo y resolución en problemas prácticos relativos a viscosímetros y situaciones simples de lubricación.

Unidad 2: Cinemática de los Fluidos

Se aplican las definiciones de los conceptos básicos de cinemática del movimiento fluido en problemas de carácter teórico y conceptual.

Unidad 3: Dinámica de los Fluidos I. Leyes básicas aplicadas al Volumen de Control

Se realiza la resolución de problemas prácticos mediante el planteo integral de volumen de control de las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento, momento cinético y energía.

En particular, se enfatiza la aplicación del método integral de cantidad de movimiento en razón de sus numerosas aplicaciones en el área aeronáutica, cubriendo los casos de volúmenes de control tanto inerciales como no inerciales.

Unidad 4: Dinámica de los Fluidos II. Leyes básicas aplicadas a los Sistemas

Se plantea la solución exacta de las ecuaciones de Navier-Stokes en flujo laminar estacionario en casos geométricos simples: flujo de Couette, flujo de Poiseuille y flujo totalmente desarrollado en una tubería cilíndrica.

Unidad 5: Estática de los Fluidos

Se resuelven ejercicios recordatorios de lo cubierto en Física acerca de manómetros en U. Se plantean y resuelven problemas de estática de fluidos en referencias no inerciales involucrando movimientos acelerados. Se plantean y resuelven problemas simples que involucran el cálculo de fuerzas hidrostáticas sobre superficies sumergidas.

Unidad 6: Vorticidad

Se aplican los conceptos básicos de vorticidad y de cinemática del movimiento vorticoso en ejercicios de tipo teórico.

Unidad 7: Movimiento de los Fluidos Ideales

Se resuelven problemas prácticos en forma integradora con el cubierto en la Unidad 3 empleando específicamente las herramientas de la ecuación de Bernoulli en flujo estacionario (aplicaciones de tubo Venturi y de tubo Pitot) y de la ecuación del gradiente normal de presiones.

Unidad 8: Movimiento Potencial Bidimensional

Se aplican las definiciones básicas del flujo potencial en ejercicios de tipo teórico. Posteriormente, a través de problemas de intensidad creciente, se aplica el método de superposición de flujos elementales a fin de generar campos de movimiento complejos de interés práctico: esfera y cilindro con y sin circulación, proa de Fuhman, óvalo de Rankine. Finalmente se describe el planteo y aplicación de un método general de distribución de singularidades.

Unidad 9: Análisis Dimensional y Semejanza

Se ejemplifica la aplicación del teorema Pi junto con un método de obtención de los grupos adimensionales en diversas situaciones de ingeniería. Se resuelven problemas de tipo práctico con la utilización de los grupos adimensionales en el planteo de la semejanza dinámica, tanto en aquellas situaciones de similitud completa como incompleta.

Unidad 10: Movimiento de los Fluidos Viscosos Incompresibles

Se plantean y resuelven problemas simples de flujo de Stokes.

Unidad 11: Capa Límite

Se aplican las definiciones de los espesores característicos de la capa límite en ejercicios de tipo teórico. Se resuelven problemas prácticos simples involucrando la ecuación integral de cantidad de movimiento de Von Karman, en flujo laminar y turbulento.

Unidad 12: Flujo Externo con Fricción

Se resuelven problemas de aplicación práctica que involucran el cálculo de resistencia aerodinámica parásita, tanto de resistencia de fricción, de presión y situaciones combinadas. Se enfatiza la utilización de coeficientes adimensionales de fuerzas.

Unidad 13: Flujo Interno con Fricción

Se plantean y resuelven problemas prácticos de sistemas de tuberías en serie y en paralelo, ya sean problemas de tipo directo (caudal y diámetros dados) como indirecto (caudal o diámetro incógnita). También se tratan problemas que involucran el accionamiento de bombas o ventiladores en el movimiento del fluido, aplicando el concepto de rendimiento y las curvas de performance de dichas máquinas.

Unidad 14: Análisis Experimental

Se plantean y resuelven problemas prácticos en situaciones que involucran la utilización de sondas de presión, toberas calibradas de descarga y otras clases de caudalímetros y el empleo de sus coeficientes de calibración.

ACTIVIDADES DE LABORATORIO**Trabajo de Laboratorio 1**

Realización de la Experiencia de Reynolds, flujos laminar y turbulento.

Trabajo de Laboratorio 2

Visualizaciones de distintos tipos de flujos utilizando la Cuba de Prandtl, el aparato de Hele-Show y Túnel de Humo,

Trabajo de Laboratorio 3

Mediciones de pérdidas de carga en el Banco de Pérdida de Carga del Laboratorio de Aeronáutica.

2. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	45
FORMACIÓN PRÁCTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	6
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	45
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	
○ PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	96

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD		HORAS
PREPARACIÓN TEÓRICA		81
PREPARACIÓN PRÁCTICA	EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	9
	EXPERIMENTAL DE CAMPO	
	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	81
	PROYECTO Y DISEÑO	
	TOTAL DE LA CARGA HORARIA	171

3. BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Unidad 1: Propiedades de los fluidos

- B1) Nota Didáctica N° 1
- B4) Capítulo 1

Unidad 2: Cinemática de los fluidos

- B1) Nota Didáctica N° 2
- B4) Capítulo 1

Unidad 3: Dinámica de los fluidos (I). Leyes básicas aplicadas al volumen de control

- B1) Nota Didáctica N° 3
- B3) Capítulo 5
- B5) Capítulo 4
- B4) Capítulo 3

Unidad 4: Dinámica de los fluidos (II). Leyes básicas aplicadas a los sistemas

- B1) Nota Didáctica N° 4
- B5) Capítulo 5
- B4) Capítulo 4

Unidad 5: Estática de los fluidos

- B1) Nota Didáctica N° 8
- B3) Capítulo 3
- B4) Capítulo 2
- B5) Capítulo 3

Unidad 6: Vorticidad

- B1) Nota Didáctica N° 9
- B7) Teorema de Kelvin

Unidad 7: Movimientos de los fluidos no viscosos incompresibles, fluidos ideales

- B1) Nota Didáctica N° 10 y N° 11
- B5) Capítulo 6
- B4) Capítulo 3

Unidad 8: Movimiento potencial bidimensional

- B1) Nota Didáctica N° 13
- B4) Capítulo 4 y 8

Unidad 9: Análisis dimensional y semejanza

- B1) Nota Didáctica N° 5 y N° 6
- B5) Capítulo 7
- B2) Capítulo 4
- B4) Capítulo 5

Unidad 10: Movimientos de los fluidos viscosos incompresibles

- B1) Nota Didáctica N° 16
- B7) Introducción al flujo turbulento

Unidad 11: Capa límite

- B4) Capítulo 7
- B5) Capítulo 8-D
- B6) Capítulo 1
- B9) Capa límite incompresible

Unidad 12: Flujo Interno con fricción

- B1) Nota Didáctica N° 19
- B2) Capítulo 5 y 10
- B5) Capítulo 8
- B4) Capítulo 6

Unidad 13: Flujo Externo con fricción

- B1) Nota Didáctica N° 22
- B5) Capítulo 9; Capítulo 8
- B7) Flujos externos con fricción

Unidad 14: Análisis experimental, mediciones fluidas

- B2) Capítulo 8
- B4) Capítulo 5
- B7) Introducción a las Mediciones Fluidas.
- B8) Instrumentación en túneles de viento

- B1) **Notas Didácticas de Mecánica de los Fluidos**, Ing. Tomás R. Calvi, Dpto Aeronáutica, FCEF y N –UNCba.
- B2) **Mecánica de los Fluidos**, Streeter / Wylie, Ed. Mc Graw Hill, 6ª Edición, 1981
- B3) **Mecánica de los Fluidos**, Irwin Shames, Ed. Mc Graw Hill, 1ª Edición Español, Reimpresión, Abril 1975
- B4) **Mecánica de los Fluidos**, Frank White, Ed. Mc Graw Hill, 1ª Edición Español, 1983, 5ª Edición español 2004
- B5) **Introducción a la Mecánica de los Fluidos**, Fox, Mc Donald, Ed. Mc Graw Hill, 2ª Edición Español, 1995
- B6) **Teoría de la Capa Límite**, Herman Schlichting, Ed. Urmo, Unica traduc. autorizada del Alemán, 5ª Edición, 1965.
- B7) **Notas complementarias Mecánica de los Fluidos**- Ing. Esteban L. Ibarrola, Cátedra de Mecánica de los Fluidos- FCEFyN -UNCba
- B8) **Apuntes de Laboratorio de Aerodinámica**- Ing. Esteban L. Ibarrola, Cátedra de Mecánica de los Fluidos- FCEFyN – UNCba
- B9) **Capa límite incompresible** – Dr. José P. Tamango - Escuela de Ingeniería Aeronáutica.