

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE ASIGNATURA**

# **MECANICA DE FLUIDOS**

**INGENIERIA HIDRAULICA**

**AÑO 2023**

## **EQUIPO DOCENTE**

**Hector Daniel Farias**

Ing. Hidráulico, M.Sc., Profesor Titular

**María Teresita Pilán**

Ing. Hidráulico, M.Sc., Profesor Asociado

**Juan Cruz Alvarez Padilla**

Ing. Civil, Jefe de Trabajos Prácticos

**Máximo Fernando Vittar**

Ayudante estudiantil

## 1.- IDENTIFICACIÓN:

1.1- Nombre de la Asignatura: **MECANICA DE FLUIDOS**

1.2- Carrera: **Ingeniería Hidráulica**

1.3- Ubicación de la Asignatura

1.3.1- Módulo – Año: 5° (Quinto) módulo, 3<sup>er</sup> año - Duración del Módulo: 15 (quince) semanas.

1.3.2- Correlativas Anteriores:

**Física I** (aprobada)

**Física II** (regularizada)

**Matemática Aplicada** (regularizada)

**Topografía II** (regularizada)

1.3.3- Correlativas Posteriores:

**Hidráulica**

1.4- Objetivos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura

- Presentar el estado actual del conocimiento en la Mecánica de Fluidos básica y la Hidráulica Fundamental para Ingenieros Hidráulicos.
- Analizar las ecuaciones generales que gobiernan el equilibrio y el movimiento de los líquidos.
- Enfatizar las aplicaciones prácticas de los conceptos impartidos para la solución de problemáticas tecnológicas que se presentan con asiduidad en la Ingeniería Hidráulica, y sus especialidades vías de comunicación y recursos hídricos.

1.5- Contenidos mínimos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura

Generalidades. Propiedades Físicas de los Fluidos. Estática de los Fluidos. Cinemática de los Fluidos. Dinámica de los Fluidos. Análisis Dimensional y Similitud Dinámica. Flujo Viscoso en Conductos Cerrados. Flujo Viscoso en Conducciones Abiertas. Fuerzas sobre Cuerpos Sumergidos.

1.6- Carga horaria semanal y total: 6 horas de clases; 4 de Teoría y 2 de Práctica. Total 90 hs. (sobre la base de 15 semanas el módulo)

1.7- Año académico: 2023

## 2.- PRESENTACIÓN

2.1.- Ubicación de la Asignatura como tramo de conocimiento de una disciplina

Esta asignatura puede ubicarse como parte de la Mecánica del Medio Continuo que se encarga de tratar las características de los fluidos y su comportamiento bajo diferentes condiciones. Se estudian las características físicas de los fluidos, sus propiedades tecnológicas y las relaciones que gobiernan su equilibrio estático y su movimiento en distintos entornos geométricos que pueden presentarse en la actividad ingenieril.

## 2.2.- Conocimientos y habilidades previas que permiten encarar el aprendizaje de la Asignatura

Para un adecuado aprendizaje de la asignatura se requieren, como conocimientos y habilidades previas: las leyes de la Mecánica Newtoniana, el conocimiento de algunas propiedades y magnitudes físicas, así como también conceptos básicos del Análisis Matemático, Cálculo Infinitesimal, Análisis Vectorial, Geometría Analítica y Fundamentos de Topografía.

## 3.- OBJETIVOS

### 3.1- Objetivos Generales

El objetivo general de la asignatura es el de presentar el estado actual del conocimiento en la Mecánica de los Fluidos básica, analizando las ecuaciones generales que gobiernan el equilibrio y el movimiento de los fluidos y enfatizando las aplicaciones prácticas de los conceptos introducidos para la solución de problemáticas tecnológicas que se presentan con asiduidad en la Ingeniería Hidráulica.

### 3.2- Objetivos Específicos

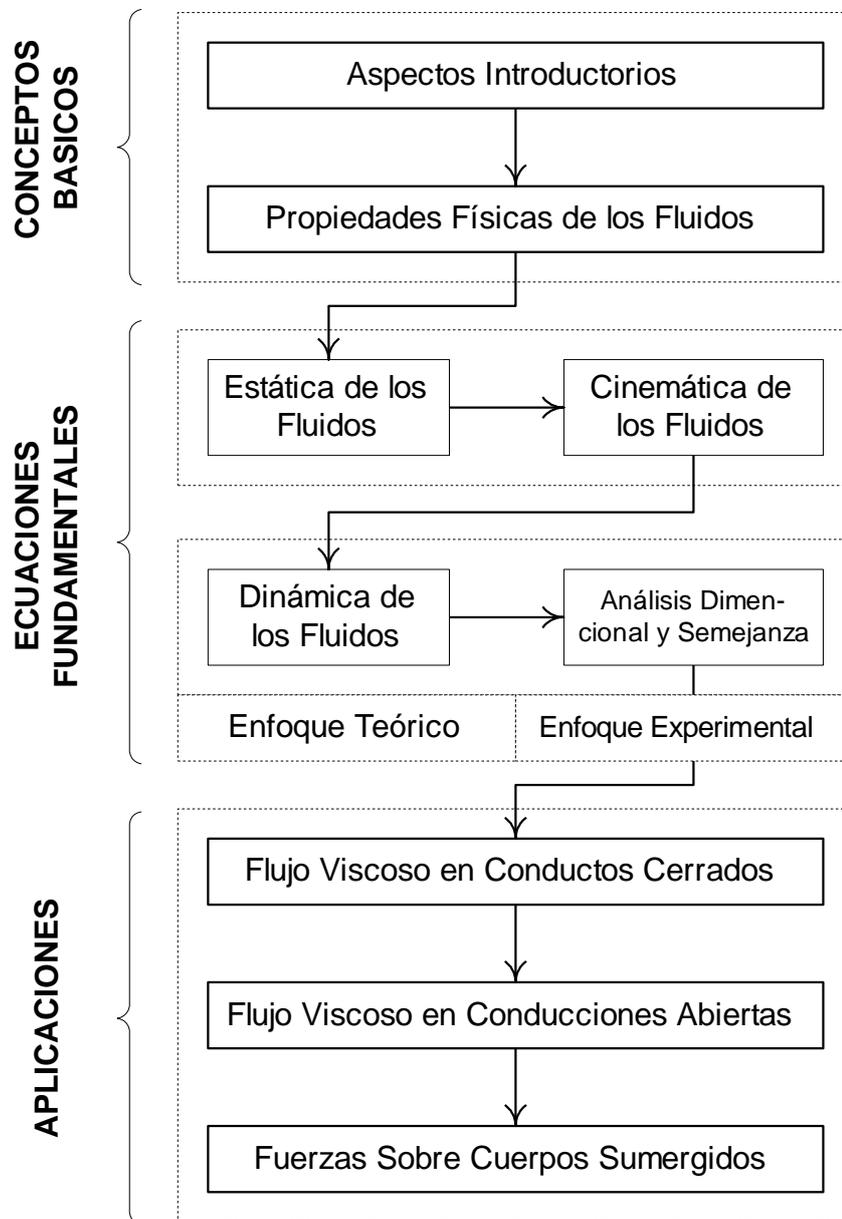
El objetivo específico es capacitar al alumno para que, con el desarrollo del curso, adquiera los conocimientos fundamentales de las leyes que describen los fenómenos de los fluidos en reposo y en movimiento y sus aplicaciones para la solución de problemas de la Ingeniería Hidráulica.

## 4.- SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

### 4.1.- Programa Sintético sobre la base de los Contenidos Mínimos

1. Generalidades. Propiedades Físicas de los Fluidos.
2. Estática de los Fluidos.
3. Cinemática de los Fluidos.
4. Dinámica de los Fluidos.
5. Análisis Dimensional y Similitud Dinámica.
6. Flujo Viscoso en Conductos Cerrados.
7. Flujo Viscoso en Conducciones Abiertas.
8. Fuerzas sobre Cuerpos Sumergidos.

#### 4.2.- Articulación Temática de la Asignatura



#### 4.3.- Programa Analítico.

**CAPITULO I : Generalidades. Propiedades Físicas de los Fluidos.** Introducción. Concepto de Medio Continuo. Definiciones: partícula, punto material. Sólido, líquido, gas. Propiedades Físicas de los Fluidos: Densidad; Peso Específico; Compresibilidad Cúbica; Viscosidad; Tensión Superficial, Capilaridad. Temperatura y variables termodinámicas. Presión de Vapor, evaporación, ebullición. Dimensiones y unidades empleadas para expresar las propiedades. Ejemplos de aplicación.

**CAPITULO II : Estática de los Fluidos.** Fuerzas que actúan en el seno de un fluido. Estado de tensión en un punto. Condiciones de equilibrio. Fluido en reposo: presión. Ecuación Fundamental de la Estática de Fluidos. Aplicaciones: Prensa Hidráulica. Presión Atmosférica. Unidades y escalas para la medida de la presión. Instrumental para la medición de presiones: Manómetros. Empuje sobre superficies planas y alabeadas; Aplicaciones. Principio de Arquímedes. Flotación: estabilidad de cuerpos flotantes y sumergidos. Equilibrio relativo. Problemas prácticos.

**CAPITULO III : Cinemática de los Fluidos.** Introducción, Campos de Flujo. Campos vectoriales de velocidad, aceleración y rotacional. Clasificación de Flujos. Métodos para describir el movimiento de los fluidos: Descripciones Lagrangiana y Euleriana. Conceptos de Línea de Corriente, Trayectoria y Tubo de Flujo. Concepto de Caudal o Gasto. Aplicaciones.

**CAPITULO IV : Dinámica de los Fluidos.** Principios básicos para sistemas y volúmenes de control: teorema del transporte de Reynolds. Fluidos ideales y reales. Ecuaciones integrales para un volumen de control y ecuaciones diferenciales para una partícula fluida. Ecuación de continuidad. Principio de conservación de la cantidad de movimiento (lineal y angular). Principio de conservación de la energía: ecuación de Bernoulli. Dinámica de líquidos viscosos: ecuaciones de Navier-Stokes. Flujo Laminar. Flujo Turbulento. Ecuaciones de Reynolds. Conceptos de capa límite y rugosidad superficial. Teoría de Prandtl: longitud de mezcla. Experiencias de Nikuradse. Fundamentos del Flujo potencial. Aplicaciones.

**CAPITULO V : Análisis Dimensional y Similitud Dinámica.** Homogeneidad dimensional y relaciones adimensionales. Dimensiones y unidades. Parámetros adimensionales: método de Rayleigh y Teorema de Vaschy-Buckingham. Análisis dimensional de ecuaciones fundamentales: momentum, energía, conducción de calor y transporte de masa. Fundamentos básicos de estudios en modelos y similitud.

**CAPITULO VI : Flujo Viscoso en Conductos Cerrados.** Movimiento permanente. Flujo laminar. Experimento de Reynolds. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Flujo turbulento. Pérdidas de carga por fricción: Fórmula de Darcy-Weisbach. Resistencia al flujo en tubos comerciales: Ecuación de Colebrook y White. Diseño y verificación de tuberías: diagramas universales de Moody y Rouse. Solución computacional de los problemas de flujo en conductos cerrados. Movimiento no permanente en conductos a presión: concepto de golpe de ariete. Aplicaciones.

**CAPITULO VII : Flujo Viscoso en Conducciones Abiertas.** Generalidades. Flujo uniforme: ecuación de Chézy. Coeficiente de resistencia: fórmula de Manning y otras ecuaciones empíricas. Concepto y determinación del tirante normal. Geometría transversal y longitudinal de canales. Secciones hidráulicas más eficientes. Distribuciones de velocidad. Energía específica y flujo crítico. Solución computacional de los problemas de flujo permanente en canales. Aplicaciones.

**CAPITULO VIII : Fuerzas sobre Cuerpos Sumergidos.** Introducción. Resistencia de fricción de la capa límite. Flujo incompresible. Capa límite laminar para flujo incompresible sobre una placa plana lisa. Capa límite turbulenta para flujo incompresible sobre una placa plana lisa. Resistencia de fricción para flujo incompresible sobre una placa plana lisa con régimen de transición. Separación de la capa límite y resistencia de presión. Resistencia de cuerpos tridimensionales (flujo incompresible). Resistencia sobre cuerpos bidimensionales (flujo incompresible). Sustentación y circulación. Flujo ideal alrededor de un cilindro. Diagramas de sustentación y resistencia. Efectos de la compresibilidad sobre la resistencia y sustentación. Problemas y Aplicaciones..

#### 4.4.- Programa y cronograma de Trabajos Prácticos

<b>Trabajos Prácticos</b>	<b>Duración Estimativa</b>
T.P.No. 1: Propiedades de los Fluidos	1 semanas
T.P.No. 2: Estática de los Fluidos	2 semanas
T.P.No. 3: Cinemática de los Fluidos	1 semanas
T.P.No. 4: Dinámica de los Fluidos	2 semanas
T.P.No. 5: Análisis Dimensional	1 semanas
T.P.No. 6: Flujo en Conductos Cerrados	2 semanas
T.P.No. 7: Flujo en Conducciones Abiertas	2 semanas
T.P.No. 8: Fuerzas sobre Cuerpos Sumergidos	2 semanas

#### 4.5.- Programa y cronograma de Laboratorio: Nómina de Trabajos en Laboratorio con la temática a tratar.

Prácticas en base a los capítulos V a VII del Programa Analítico

<b>N°</b>	<b>Tema</b>	<b>Trabajo Práctico</b>
1	Hidrodinámica	Descarga por un Orificio. Teorema de Torricelli.
2	Hidrodinámica	Descarga por vertederos Triangular y Rectangular
3	Flujo en Tuberías	Flujo viscoso en Tuberías. Flujo Laminar y Turbulento
4	Flujo en Canales	Derivación de la Ecuación de Energía Específica

La duración de estas prácticas es de 2 semanas.

#### 4.6.- Otros: Nómina de Trabajos de campo, Talleres, Residencia, etc., con la temática a tratar

En esta asignatura no se prevén trabajos de campaña.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

### 5.1.- Bibliografía General

**Streeter, V. L. & Wylie, E. B.** 1987 . *Mecánica de los Fluidos* (Octava Edición), McGraw Hill de México S.A., México, D.F.

**Sotelo Avila, G.** 1974 . *Hidráulica General*, Vol.1: "Fundamentos", Editorial Limusa S.A., México.

**White, F. M.** 1983 . *Mecánica de Fluidos*, McGraw Hill de México S.A., México, D.F.

**Shames, I. H.** 1970 . *La Mecánica de los Fluidos*, McGraw Hill de México S.A., México, D.F.

**Mase, G. E.** 1977: *Mecánica del Medio Continuo*, Serie de Compendios Schaumm, McGraw Hill de México S.A., México.

**Rouse, H.** (Editor) 1950: *Engineering Hydraulics*, John Wiley & Sons, Inc., New York, United States of America.

**Hughes, W. F.** 1970: *Dinámica de los Fluidos*, Serie de Compendios Schaumm, McGraw Hill de México S.A., México.

**Giles, R. V.** 1978: *Mecánica de los Fluidos e Hidráulica*, Serie de Compendios Schaumm, McGraw Hill de México S.A., México.

**Balloffet, A. y otros** 1953: *Hidráulica*, Ediciones Ediar, Buenos Aires, Argentina.

**Dominguez, F. J.** 1952: *Hidráulica*, Editorial Universitaria, Santiago, Chile,

**Bertin, J. J.** 1986 . *Mecánica de Fluidos para Ingenieros*, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México.

**Roca Vila, R.** 1980 . *Introducción a la Mecánica de Fluidos*, Editorial Limusa S.A., México.

**Webber, N. B.** 1969 . *Mecánica de Fluidos para Ingenieros*, Ediciones Urmo, Bilbao, España.

**Aguirre, J., Florez, I. & Macagno, E.** 1986 . *Mecánica de Fluidos Fundamental*, Consejo de Publicaciones, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

### 5.2- Bibliografía Específica

**Chow, V. T.** 1982: *Hidráulica de los Canales Abiertos*, Editorial Diana, México D.F., México.

**French, R. H.** 1988: *Hidráulica de Canales Abiertos*, McGraw Hill, México D.F., México.

**Henderson, F. M.** 1966: *Open Channel Flow*, Macmillan Publishing, London, United Kingdom.

**Aguirre, J.** 1974: *Hidráulica de Canales*, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela.

**Pujol, A. y Menendez, A. N.** 1987: *Análisis Unidimensional de Esguerrimiento en Canales*, Ed. EUDEBA, Bs.As., Argentina.

**Eternit S.A.** 1981: *Cálculo de Caños de Asbesto Cemento*, Eternit Argentina S.A., Bs.As., Argentina.

**Francis, J. R. D. & Minton, P.** 1968: *Problemas de Hidráulica y Mecánica de Fluidos para Estudiantes de Ingeniería*, Ediciones URMO, Bilbao, España, 189 p.

**King, H. W. & Brater, E. F.** 1962: *Manual de Hidráulica*, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana (UTEHA), México DF, México, 1962, (XIV+536) p.

**Robertson, J. A. , Cassidy, J. J. & Chaudhry, M. H.** 1988. *Hydraulic Engineering*. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts, USA.

**Novak, P.** (Editor) 1988. *Developments in Hydraulic Engineering (5. Development Series)*, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., Barking, Essex, U.K.

**Bose, T. K.** (Editor) 1988. *Computational Fluid Dynamics*. J.Wiley & Sons Ltd., Baffins Lane, Chichester, West Sussex, U.K.

**Lencastre, A.** 1987. *Handbook of Hydraulic Engineering*. Ellis Horwood Ltd., Halsted Press, J.Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, U.K.

**Forchheimer, P.** 1950: *Tratado de Hidráulica*, Editorial LABOR S.A., Barcelona, España, (XIV+628) p.

**Stevenazzi, D. N.** 1981: *Hidráulica (4a Ed.)*, Editorial Cesarini Hnos., Buenos Aires, Argentina, 365 p.

**Facorro R., L. A.** 1978: *Hidráulica y Máquinas Hidráulicas (5a Ed.)*, Ediciones Melior, Buenos Aires, Argentina, (XV+365) p.

### 5.3.- Publicaciones Periódicas

Journal of Hydraulic Engineering, American Society of Civil Engineers, New York, U.S.A.

Journal of Hydraulic Research, International Association for Hydraulic Research, Delft, The Netherlands.

Journal of Fluid Mechanics, Oxford University Press, Oxford, England.

HydroSoft, Computational Mechanics Group, London, England.

Hydro Delft, Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands.

Danish Hydraulics, Danish Hydraulic Institute, Horsholm, Denmark.

Journal of Irrigation and Drainage Engineering, American Society of Civil Engineers, New York, U.S.A.

Water Resources Research, American Geophysical Union, Washington, D.C., U.S.A.

## 6.- ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

### 6.1.- Aspectos pedagógicos y didácticos.

Las clases teóricas se desarrollan en forma magistral, implementándose para cada concepto un ejemplo concreto para una mejor comprensión del alumno. Cada tema se referencia a la bibliografía correspondiente para que se puedan reafirmar los conceptos en forma personal. Para la exposición de algunos temas, tales como los referidos a las aplicaciones informáticas y paquetes de software para la solución de problemas hidráulicos, se emplean elementos visuales computarizados. En estos casos, se presentan en tiempo real los paquetes de software y su aplicación a distintos temas de la asignatura.

Desde las clases prácticas, se introduce a los alumnos en el uso de paquetes de software específicos para la resolución de las guías. En especial, se incentiva el empleo de sistemas de hojas de cálculo y paquetes matemáticos simbólicos. El alumno cuenta con el asesoramiento permanente de la planta docente.

### 6.2.- Actividades de los Alumnos y de los Docentes.

El alumno debe resolver diferentes guías confeccionadas por los docentes en base a la teoría, bibliografía y apuntes elaborados por la planta docente. Asimismo, a lo largo de la asignatura se desarrollan trabajos prácticos especiales que incentivan la destreza de los estudiantes en el empleo de herramientas informáticas para la solución de problemas de la asignatura. Finalmente, en la etapa final de la asignatura los estudiantes desarrollan los informes de los trabajos de laboratorio realizados.

### 6.3.- Cuadro sintético

Clase	Carga Horaria	Asistencia exigida (%)	N° de alumnos estimado	A cargo de	Técnica más usada	Énfasis en	Actividad de los alumnos	Otros
Teórica	3	-----	5	Farias - Pilàn	Magistral	Conceptos		
Práctica	3	80	5	Alvarez Padilla	Dirigida	Técnicas	Resolución	
Teórico/Práctica								
Laboratorio	6	80	5	Alvarez Padilla	Grupal	Conceptos y técnicas	Medición	
Otros								

### 6.4.- Recursos Didácticos

1. Métodos visuales (proyector multimedia, pizarrón)
2. Material elaborado por la Cátedra para las distintas temáticas
3. Empleo de la Bibliografía específica en las clases Prácticas
4. Empleo de Software general y específico.
5. Visualización en el canal de Laboratorio y dispositivos experimentales.
6. Autoevaluación en la clase

## 7.- EVALUACIÓN

### 7.1.- Evaluación Diagnóstica.

La Cátedra, en la confección de los distintos Trabajos Prácticos, evalúa el nivel que el alumno ha alcanzado hasta el tercer año de Ingeniería., en función de su desempeño en la realización de los mismos (herramientas informáticas, manejo algebraico, conceptos físicos y de resistencia de materiales).

### 7.2.- Evaluación Formativa.

Se realiza un seguimiento personal del rendimiento de cada alumno mediante la presentación semanal de los prácticos desarrollados.

### 7.3.- Evaluación Parcial

Prueba escrita en forma individual. Permite determinar el grado de conocimiento y la destreza alcanzada por el alumno en la resolución de problemas teórico prácticos.

#### 7.3.1- Programa y Cronograma de Evaluaciones Parciales.

<b>Parcial</b>	<b>Mes</b>	<b>Temática</b>
<b>I</b>	Junio	Propiedades de los Fluidos – Estática – Cinemática de los Fluidos
<b>Rec. I</b>	Junio	Propiedades de los Fluidos – Estática – Cinemática de los Fluidos
<b>II</b>	Julio	Dinámica de los Fluidos - Análisis Dimensional - Tuberías – Canales- Fuerza sobre cuerpos sumergidos
<b>Rec II</b>	Agosto	Dinámica de los Fluidos - Análisis Dimensional - Tuberías – Canales. Fuerza sobre cuerpos sumergidos

#### 7.3.2- Criterios de Evaluación.

El alumno será evaluado en su capacidad de asimilar los conceptos que involucran a esta materia y su destreza para aplicarlos frente a diferentes casos, asumiendo que las herramientas previas necesarias para esta instancia están adquiridas por el alumno en una instancia anterior.

#### 7.3.3- Escala de Valoración.

El tipo de escala adoptada es numérica. Se considera aprobado un parcial a partir del cumplimiento y resolución del 60% de las consignas asignadas.

### 7.4.- Evaluación.

Si se desapruueba cualquiera de los dos recuperatorios, se tendrá derecho a un Examen Integral al finalizar el módulo. Esta evaluación es individual y abarca todos los temas estudiados a lo largo del módulo.

#### 7.5.- Autoevaluación

Se realizan en el marco de las clases Prácticas y en los horarios de consulta.

#### 7.6.- Evaluación.

Además de las evaluaciones parciales, el alumno debe presentar y aprobar los trabajos prácticos en tiempo y forma según se establezca. La aprobación de los prácticos está sujeta a la correcta resolución de los mismos.

##### 7.6.1- Condiciones para lograr la Promoción sin Examen Final de la Asignatura.

El régimen de promoción no se aplica a esta asignatura.

##### 7.6.2- Condiciones para lograr la Regularidad de la Asignatura

- Asistencia al 80% de las clases prácticas
- Aprobación del 100% de los trabajos prácticos
- Aprobación de los dos exámenes parciales (cada uno de ellos tendrá recuperatorio)
- Para reválida: se debe aprobar un examen integral

#### 7.7- Examen Final.

El alumno que se encuentre en condición de regular estará en condiciones de presentarse a un examen final. Habitualmente, el tribunal examinador propone tres temas del programa de la asignatura, brindándole la opción al alumno de escoger uno de ellos para su desarrollo teórico-práctico y explicación en pizarrón al tribunal. Al finalizar la exposición de ese tema, si la misma resulta satisfactoria, el tribunal requiere la respuesta de una serie de preguntas conceptuales de los dos temas restantes, con el eventual desarrollo detallado de algunos de ellos. El tribunal se reserva la posibilidad de requerir algún otro tema del programa analítico, procediéndole finalmente a la calificación definitiva del alumno en función de su desempeño en el examen final y de la evaluación conceptual integradora de su actuación a lo largo del desarrollo de la asignatura.

#### 7.8.- Examen Libre.

Para acceder a un examen libre, el alumno deberá rendir un examen Teórico oral, un examen escrito sobre la práctica e implementar una clase de laboratorio sobre un tema específico.