



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA  
EN INGENIERÍA QUÍMICA**



<b>PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:</b>									
<b>LABORATORIO EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO II</b>									
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>									
<b>MODALIDAD:</b>		Curso							
<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b>		Práctica							
<b>SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE:</b> Cuarto									
<b>CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:</b> Obligatoria									
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>		3							
<b>HORAS A LA SEMANA:</b>	3	<b>Teóricas:</b>	0	<b>Prácticas:</b>	3	<b>Semanas de clase:</b>	16	<b>TOTAL DE HORAS:</b>	48
<b>SERIACIÓN:</b>		Si ( <input checked="" type="checkbox"/> )		No ( <input type="checkbox"/> )		Obligatoria ( <input checked="" type="checkbox"/> )		Indicativa ( <input type="checkbox"/> )	
<b>SERIACIÓN ANTECEDENTE:</b> Seriación por bloques. Haber aprobado por lo menos el 80% de las asignaturas de los 3 primeros semestres									
<b>SERIACIÓN SUBSECUENTE:</b> Ninguna									

**OBJETIVO GENERAL**

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

Utilizar los conocimientos teóricos aprendidos en la materia de Flujo de Fluidos que cursa simultáneamente, para caracterizar el flujo de fluidos a través de tuberías y accesorios, determinando experimentalmente caídas de presión, flujos volumétricos y perfil de velocidad, para fluidos de diferente comportamiento reológico y en diferentes fases.

<b>INDICE TEMÁTICO</b>			
<b>UNIDAD</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Horas Teóricas</b>	<b>Horas prácticas</b>
1	Introducción	0	3
2	Viscosidad	0	3
3	Flujo Laminar y Turbulento	0	4
4	Perfil de Velocidades	0	4
5	Factor de Fricción	0	5
6	Medidores de Flujo	0	4
7	Balance de Energía Mecánica en Sistemas de Flujo	0	5
8	Descarga de un Tanque	0	4
9	Bombas	0	5
10	Bombas en Serie y Paralelo	0	6
11	Flujo en Lechos Porosos	0	5

	<b>TOTAL DE HORAS TEÓRICAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS</b>	<b>0</b>	<b>48</b>
	<b>TOTAL DE HORAS</b>	<b>48</b>	

### **CONTENIDO TEMÁTICO**

---

#### **1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1. Presentación del curso
- 1.2. Importancia de la mecánica de fluidos en los procesos químicos

#### **2. VISCOSIDAD**

- 2.1. Concepto de viscosidad
- 2.2. Métodos de medición y sus características
- 2.3. Efecto de temperatura y presión en la viscosidad
- 2.4. Trabajo experimental de medición de viscosidad por diferentes métodos

#### **3. FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO**

- 3.1. Conceptos básicos de régimen de flujo laminar, de transición y turbulento
- 3.2. El número de Reynolds
- 3.3. Trabajo experimental de régimen de flujo.

#### **4. PERFIL DE VELOCIDADES**

- 4.1. Perfiles de velocidad en flujo laminar y turbulento dentro de tubos
- 4.2. Funcionamiento del tubo pitot
- 4.3. Trabajo experimental de perfil de velocidades

#### **5. FACTOR DE FRICCIÓN**

- 5.1. Conceptos de: esfuerzo cortante, ley de Newton, factor de fricción y caída de presión por fricción.
- 5.2. Relación entre el factor de fricción y el número de Reynolds
- 5.3. Trabajo experimental de caídas de presión por fricción

#### **6. MEDIDORES DE FLUJO**

- 6.1. Tipos de medidores
- 6.2. Ecuaciones para describir el funcionamiento de diferentes tipos de medidores de flujo (de desplazamiento positivo, magnéticos, de turbina, indirectos, de carga variable, de área variable, entre otros)
- 6.3. Trabajo experimental de medidores de flujo (placa de orificio, venturi y rotámetro, entre otros posibles)

#### **7. BALANCE DE ENERGÍA MECÁNICA EN UN SISTEMA DE FLUJO**

- 7.1. Ecuación de balance de energía mecánica y sus diferentes términos
- 7.2. Sistemas de flujo y su representación en diagramas isométricos
- 7.3. Contribuciones de cada componente del sistema de flujo a la ecuación de balance

- 7.4. Trabajo experimental de balance de energía mecánica bajo diferentes condiciones de flujo

## **8. DESCARGA DE UN TANQUE**

- 8.1. Aplicación del balance de energía mecánica a la descarga de un tanque y el teorema de Torricelli
- 8.2. Coeficientes de contracción, velocidad y descarga.
- 8.3. Trabajo experimental de descarga de un tanque

## **9. BOMBAS**

- 9.1. Tipos de bombas y características
- 9.2. Datos necesarios para seleccionar una bomba
- 9.3. Comportamiento general de bombas centrífugas
- 9.4. Trabajo experimental para determinar: potencia al freno, eficiencia y columna total, contra capacidad a diferentes velocidades de rotación (rpm)

## **10. BOMBAS EN SERIE Y EN PARALELO**

- 10.1. Comportamiento de altura total contra caudal en bombas en serie y paralelo
- 10.2. Trabajo experimental de comportamiento de bombas en serie y paralelo.

## **11. FLUJO EN LECHOS POROSOS**

- 11.1. Descripción de lecho poroso
- 11.2. Ecuaciones de Darcy y Ergun
- 11.3. Trabajo experimental de flujo en lechos porosos

### **Metodología de la enseñanza:**

El curso se compone de una serie de trabajos experimentales que se llevan a cabo en las instalaciones del Laboratorio Experimental Multidisciplinario de Ingeniería Química (Nave 1000). Cada trabajo experimental se debe abordar con la idea de que el alumno adquiera los conocimientos teórico-prácticos básicos del tema y a la vez desarrolle su capacidad de proponer cómo y bajo qué condiciones lleva a cabo el experimento. Para esto, se plantea un problema experimental en cada tema que el alumno debe resolver, preferentemente en un equipo escala piloto. Es necesario contar con un manual del curso del LEM para apoyar a los estudiantes en la solución de cada problema, guiándolos en las tres partes básicas del trabajo: preparación previa al experimento, la fase experimental propiamente dicha y el trabajo posterior o tratamiento de los datos experimentales obtenidos. Los aspectos mínimos necesarios de cada trabajo experimental que deben describirse en este manual son:

- Objetivo.- Establecer los conocimientos, habilidades o destrezas que el alumno logrará al resolver el problema.
- Problema experimental.- Describir el problema experimental que el alumno debe resolver (enunciado del problema) ¿Qué debe obtenerse del experimento?

- Conocimientos y actividades previas.- Son una serie de preguntas encaminadas a que el alumno estudie los conceptos necesarios para llevar a cabo el experimento, conozca el equipo que utilizará y en general proporcione al alumno una guía de estudio y preparación.
- Indicaciones experimentales.- Son breves explicaciones, la mayoría, relacionadas con la seguridad del trabajo y uso del equipo. En esta sección se pueden proporcionar además algunos elementos relacionados con el desarrollo del experimento sin llegar a una descripción detallada de los pasos a seguir o del manejo del equipo, información que puede ser consultada en otro tipo de documentos como los manuales de operación de equipo.
- Informe.- Proporcionar al estudiante una descripción general del informe que debe presentar y describir en cada tema los aspectos importantes que no pueden faltar en el informe.
- Bibliografía.- Recomendar algunas fuentes de información.

El desarrollo del curso se llevará a cabo de acuerdo a las siguientes sesiones.

3. Presentación del curso
  - 3.1. Objetivos y contenido
  - 3.2. Descripción de instalaciones del LEM
  - 3.3. Descripción de metodología de trabajo
  - 3.4. Descripción del Manual de Ingeniería Química Experimental LEM II
  - 3.5. Formato de informes
  - 3.6. Método de evaluación
  - 3.7. Aspectos básicos de seguridad en el LEM
  - 3.8. Formación de equipos (grupos de trabajo) entre alumnos
4. Desarrollo del curso; en cada tema:
  - 4.1. Presentación del tema por el profesor
  - 4.2. Conocimientos y actividades previas a la experimentación por parte de los alumnos
  - 4.3. Revisión del punto anterior con el profesor
  - 4.4. Indicaciones experimentales a los alumnos
  - 4.5. Trabajo experimental (de acuerdo al manual)
  - 4.6. Elaboración de informe
  - 4.7. Presentación y discusión de resultados

### **PRODUCTOS ESPERADOS:**

Un informe de cada tema.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Crane company. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. Mc Graw Hill. México. 2009.
- Fernández, B. Introducción a la mecánica de fluidos. Alfaomega. México. 2001.
- Levenspiel, O. Flujo de fluidos e intercambio de calor. Limusa. México. 2010.
- Fox, R. W. Introducción a la mecánica de fluidos. Mc Graw Hill. México. 2000.
- Munson, R. Fundamentos de mecánica de fluidos. Mc Graw Hill. México. 2008.
- Nevers, N. D. Mecánica de fluidos para ingenieros químicos. CECSA. México. 2006.
- Potter, M. Mecánica de fluidos. Thomson Internacional. México. 2007.
- Shames, I. H. Mecánica de fluidos-Mc Graw Hill. México. 2001.
- Streeter, V. L. Mecánica de fluidos. McGraw Hill. México. 2000.
- Valiente, B. A. Problemas de flujo de fluidos, Limusa, México. 2010.
- White, F. M. Mecánica de fluidos. McGraw Hill. México. 2008.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Barrero, R. A. Fundamentos y aplicaciones de la mecánica de fluidos. McGraw Hill. México. 2005.
- Cengel, Y. Mecánica de fluidos y Aplicaciones. Mc Graw Hill. México. 2007.
- Green, D., Perry, R. Perry's Chemical Engineers Handbook, McGraw Hill Professional, 8<sup>th</sup> ed. China 2007
- Giles, R. W., Evett, L. B., Liu, C. Mecánica de los fluidos e hidráulica. Mc Graw Hill. México. 1994.
- Mott, R. L. Mecánica de fluidos. Prentice Hall/Pearson. México. 2006.
- Ludwig, N. Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. Gulf Professional Publishing. 4<sup>th</sup> ed. New York. 2007.

### CIBERGRAFIA

- [www.chemweb.com](http://www.chemweb.com)

**SUGERENCIAS DIDACTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA  
ASIGNATURA**

<b>SUGERENCIAS DIDACTICAS</b>	<b>UTILIZACIÓN EN EL CURSO</b>
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Actividades prácticas dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	
Seminarios	
Investigación bibliográfica	X
Redacción de informe de trabajo experimental	X
Lecturas obligatorias	
Trabajo de investigación	
Prácticas de Taller	
Otras	

**MECANISMOS DE EVALUACIÓN.**

<b>ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE</b>	<b>UTILIZACIÓN EN EL CURSO</b>
Exámenes parciales	
Examen final	
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Exposición de seminarios por los alumnos.	X
Participación en clase	X
Asistencia	X
Trabajo experimental	X
Informe de resultados experimentales	X

<b>PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA</b>			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Química ó, Ingeniería en Alimentos		Flujo de fluidos	
Con experiencia docente			