



PROGRAMA DE OPERACIONES UNITARIAS I

1. **Carrera/s** (3° Año):
Ingeniería en Industrias de la Alimentación
Ingeniería Química (Especialidades Petroquímica, Mineralurgia y Medio Ambiente)
2. **Año de Vigencia:** 2015
3. **Carga horaria: (Clases teóricas + prácticas + Planta Piloto):** 105 hs
4. **Equipo de cátedra:** Ing. Francisco Membrives
Ing. Sergio Adrián Sini
5. **Objetivos del Espacio Curricular.**

El desarrollo de los contenidos de la asignatura pretende que el alumno alcance los siguientes objetivos:

- Que conozca e identifique los conceptos globales sobre transferencias de momentos o cantidad de movimiento.
- Que identifique, especifique y seleccione equipos, instalaciones y accesorios para movilización de fluidos.
- Que maneje sólidos granulares divididos y su comportamiento como conjunto.
- Que se familiarice con las teorías de las distintas interacciones fluidos – sólidos y el diseño, especificación y aplicación en ingeniería de los equipos basados en ellas.

6. Contenidos a desarrollar en el Espacio Curricular

Unidad Temática	Contenidos	Bibliografía
Nº 1	Definición de Operaciones Unitarias. Clasificación. Operaciones continuas y discontinuas. Análisis dimensional. Grupos adimensionales. Teoría de modelos. Criterios de semejanza. Balances de masa y energía	<u>Obligatoria:</u> 1. L. B. Andersen, A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus. <u>Principios de Operaciones Unitarias</u> . México. Ed. C. E. C. S. A, 7° Ed., 1998. 2. Welty <u>Fundamento de Transferencia de Momento, Calor y Masa</u> . México. Ed. Noriega Limusa, 8° Impresión, 1997.
Nº 2	Generalidades sobre transferencias. Concepto de equilibrio y fuerza impulsora. Gradientes. Ecuaciones para la transferencia de masa, calor y cantidad de movimiento. Mecanismos de transferencia. Transferencia molecular y transferencia turbulenta. Transferencia de cantidad de movimiento. Fluidos newtonianos y no newtonianos. Ecuación de Bernoulli. Condiciones de flujo laminar y flujo turbulento. Longitud de mezcla de Prandl. Concepto de capa límite.	<u>Obligatoria:</u> 1. L. B. Andersen, A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus. <u>Principios de Operaciones Unitarias</u> . México. Ed. C. E. C. S. A, 7° Ed., 1998. 2. Welty <u>Fundamento de Transferencia de Momento, Calor y Masa</u> . México. Ed. Noriega Limusa, 8° Impresión, 1997. 3. R. Giles, J. Evett y Cheng Liu <u>Mecánica de los Fluidos e Hidráulica</u> . España. Ed. Mc. Graw Hill, 3° Ed., 1997.
Nº 3	Tuberías. Dimensiones características. Distintos tipos de accesorios utilizados: curvas, codos, uniones dobles, uniones roscadas,	<u>Obligatoria:</u> 1. J. Baquero Franco, V. Llorente Martinez <u>Equipos para la Industria Química y</u>



	<p>bridas. Válvulas, distintos tipos: globo, exclusas, mariposa, esféricas, de retención. Válvulas de accionamiento manual y automáticas. Válvulas especiales.</p> <p>Ensanchamiento y obstrucciones en tuberías. Determinación de longitudes equivalentes. Distintos criterios de trabajo. Cálculo de pérdidas de carga. Elección del diámetro óptimo. Sistema complejo de tuberías en paralelo. Criterios de dimensionamiento.</p>	<p><u>Alimentaria</u>. España. Ed. Alhambra, 1° Ed., 1985.</p> <p>2. W. Badger, J. T. Banchemo <u>Introducción a la Ingeniería Química</u>. México. Ed. Mc. Graw Hill, 1° Ed., 1980.</p> <p>3. R. Giles, J. Evett y Cheng Liu <u>Mecánica de los Fluidos e Hidráulica</u>. España. Ed. Mc. Graw Hill, 3° Ed., 1997.</p> <p><u>Complementaria</u>:</p> <p>1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1° Ed., 1965.</p> <p>2. Crane.</p> <p>3. Catálogos industriales varios</p>
Nº 4	<p>Medidores de caudal. Distintos tipos. Pérdidas de carga que los mismos producen. Medidores de Presión Variable: brida orificio, tubo Venturi, tubo Pitot. Expresiones utilizadas para la medición. Medidores de Área Variable: Rotámetro. Usos, formas de montaje. Medidores de Desplazamiento Positivo: de turbina, de disco oscilante. Medidores Ultrasónicos. Ventajas de uso. Medidores para Canales Abiertos: secciones características.</p>	<p><u>Obligatoria</u>:</p> <p>1. Valiente Barderas, Antonio. <u>Problemas de flujo de fluidos</u>. México. Ed. Limusa, 2da Ed., 1998.</p> <p>2. . L. B. Andersen, A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus. <u>Principios de Operaciones Unitarias</u>. México. Ed. C. E. C. S. A, 7° Ed., 1998.</p> <p><u>Complementaria</u>:</p> <p>1. C. J. Geankoplis. <u>Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias</u>. México. Ed. CECSA, 3° Ed., 1999.</p> <p>2. Catálogos industriales varios</p>
Nº 5	<p>Bombas. Definición y consideraciones generales. Clasificación. Bombas de desplazamiento positivo, características de operación, distintos tipos: campos de aplicación. Bombas centrífugas. Principio de funcionamiento. Curvas características. Tipos de rodets. Instalación, sistemas de conexión. Carga neta de aspiración positiva (N.P.S.H.). Problemas de funcionamiento. Cavitación. Bombas especiales. Criterios de selección de bombas. Parámetros a considerar.</p>	<p><u>Obligatoria</u>:</p> <p>1. J. Baquero Franco, V. Llorente Martinez. <u>Equipos para la Industria Química y Alimentaria</u>. España. Ed. Alhambra, 1° Ed., 1985.</p> <p>2. Tyler G. Hicks and Theodore W. Edwards. <u>Pump Application engineering</u>. EEUU. McGraw - Hill Inc. 1971</p> <p><u>Complementaria</u>:</p> <p>1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1° Ed., 1965.</p> <p>2. Catálogos industriales varios</p>
Nº 6	<p>Circulación de gases. Distintos tipos de instalaciones. Variables de diseño para tuberías que conducen gases. Equipos utilizados. Ventiladores o soplantes: distintos tipos, condiciones de trabajo, curvas características, clasificación en base a la forma de los álabes. Compresores, campos de aplicación. Compresores alternativos, rotativos, centrífugos y axiales. Características de los fluidos comprimidos. Identificación de los equipos para su selección.</p>	<p><u>Obligatoria</u>:</p> <p>1. J. Baquero Franco, V. Llorente Martinez. <u>Equipos para la Industria Química y Alimentaria</u>. España. Ed. Alhambra, 1° Ed., 1985.</p> <p>2. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1° Ed., 1965.</p> <p><u>Complementaria</u>:</p> <p>1. Apuntes Curso generación y tratamiento del aire comprimido. Centro Argentino de Tribología. Ing Osvaldo Milillo. 1998.</p> <p>2. Catálogos industriales varios</p>



Nº 7	<p>Descripción de sólidos divididos. Propiedades de conjunto de los sólidos divididos. Medida del tamaño de las partículas. Distintos métodos. Utilización de tamices. Formas de expresar los resultados, curvas representativas, interpretación de las mismas. Determinación de diámetros característicos representativos. Transportadores para materiales sólidos divididos. Transportadores de cinta: campo de aplicación y criterios de dimensionamiento. Transportadores neumáticos: distintos tipos.</p>	<p><u>Obligatoria:</u> 1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1º Ed., 1965. 2. Mc. Cabe, Smith, Harriot, <u>Operaciones Unitarias en Ingeniería Química</u>. España. Ed. Mc. Graw Hill. 4º Ed., 1994. <u>Complementaria:</u> 1. W. Badger, J. T. Banchemo <u>Introducción a la Ingeniería Química</u>. México. Ed. Mc. Graw Hill, 1º Ed., 1980. 2. Catálogos industriales varios</p>
Nº 8	<p>Clasificación hidráulica. Desplazamiento de sólidos en el seno de fluidos. Velocidad de sedimentación. Ley de Stokes. Aplicación a partículas no esféricas. Caída retardada de partículas. Flotación de partículas. Características superficiales: tensión superficial, mojabilidad. Agentes de flotación. Tipos de equipos: agitación mecánica y/o neumática.</p>	<p><u>Obligatoria:</u> 1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1º Ed., 1965. <u>Complementaria:</u> 1. Christie J. Geankoplis <u>Transport Processes and Unit Operations</u>. E.U.A. Ed. Prentice Hall PTR, 3º Ed., 1993.</p>
Nº 9	<p>Proceso de sedimentación. Sedimentación discontinua y continua. Diseño de equipos de proceso continuo. Separadores ciclónicos, diseño y cálculo. Centrifugación, equipos utilizados, importancia industrial de ésta operación.</p>	<p><u>Obligatoria:</u> 1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1º Ed., 1965. 2. L. B. Andersen, A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus. <u>Principios de Operaciones Unitarias</u>. México. Ed. C. E. C. S. A, 7º Ed., 1998. <u>Complementaria:</u> 1. Mc. Cabe, Smith, Harriot, <u>Operaciones Unitarias en Ingeniería Química</u>. España. Ed. Mc. Graw Hill. 4º Ed., 1994</p>
Nº 10	<p>Lechos estacionarios constituidos con sólidos granulares. Características de las partículas, factores de forma, esfericidad. Porosidad de los lechos. Flujo de fluidos a través de lechos porosos. Operación de filtración, conceptos, tipos de equipos utilizados, medios filtrantes. Teoría de la filtración, operaciones a presión constante y a caudal constante. Membranas utilizadas, coadyuvantes de filtración. Ultrafiltración.</p>	<p><u>Obligatoria:</u> 1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u>. Barcelona. Ed. Marín S. A., 1º Ed., 1965. 2. L. B. Andersen, A. S. Foust, L. A. Wenzel, C. W. Clump, L. Maus. <u>Principios de Operaciones Unitarias</u>. México. Ed. C. E. C. S. A, 7º Ed., 1998. <u>Complementaria:</u> 1. Mc. Cabe, Smith, Harriot, <u>Operaciones Unitarias en Ingeniería Química</u>. España. Ed. Mc. Graw Hill. 4º Ed., 1994 2. Catálogos industriales varios</p>
Nº 11	<p>Fluidización, definiciones. Fluidización de partículas sólidas por medio de líquidos y gases. Cálculo</p>	<p><u>Obligatoria:</u></p>



	de la caída de presión. Aplicaciones. Fluidización en partículas, fluidización en agregados. Números adimensionales que rigen los procesos. Condición límite de fluidización: transporte neumático. Criterios para el dimensionamiento del mismo.	1. G. Brown. <u>Operaciones Básicas de la Ingeniería Química</u> . Barcelona. Ed. Marín S. A., 1° Ed., 1965. <u>Complementaria:</u> G. Nonhebel, A.A. H. Moss. El secado de sólidos en la Industria Química. España. Ed. Reverté. 2002.
Nº 12	Agitación y mezcla. Distintas posibilidades. Agitadores: distintos tipos. Esfuerzos característicos que producen. Agitación con y sin formación de vórtices. Modelos matemáticos basados en los criterios de semejanza geométrica. Selección de agitadores, tipos de disposiciones.	<u>Obligatoria:</u> 1. Mc. Cabe, Smith, Harriot, <u>Operaciones Unitarias en Ingeniería Química</u> . España. Ed. Mc. Graw Hill. 4° Ed., 1994 2. W. Badger, J. T. Banchemo <u>Introducción a la Ingeniería Química</u> . México. Ed. Mc. Graw Hill, 1° Ed., 1980.

7. Descripción de Actividades de aprendizaje.

Nº DEL TRABAJO	TEMA	DESCRIPCIÓN
1	Análisis de pérdidas de carga en tuberías y accesorios	Actividad de Aula: Resolución de problemas tipos de pérdida de carga en tuberías y accesorios. Criterios. En esta actividad se pone el alumno en contacto con accesorios de tuberías para que se familiarice con los mismos haciendo hincapié en las formas de unión.
2	Circulación de fluidos	Actividad de Aula: Resolución de problemas tipos. Análisis de pérdidas de carga, aplicación del teorema de Bernoulli. Visualizar la influencia en la pérdida de carga de los distintos tipos de accesorios.
3	Determinación de caudales con Brida Orificio y Tubo Venturi	Actividad de Aula: Resolución de problemas tipos de determinación de caudales con brida orificio y tubo venturi. Se hace alusión a la forma de operar comparativamente con las mediciones efectuadas en el equipo de mecánica de fluidos.
4	Banco de pruebas de Dinámica de fluidos de Planta Piloto	Actividad de Planta Piloto: Reconocimiento y operación de banco de pruebas de Dinámica de Fluidos; manejo de datos obtenidos, construcción e interpretación de curvas de pérdidas de carga en distintas tuberías y accesorios. Manejo de distintas alternativas.
5	Reconocimiento y relevamiento en Planta Piloto de Tuberías y accesorios	Reconocimiento en Planta Piloto de Tuberías, materiales, accesorios y



		caudalímetros. Contacto directo de los alumnos con los elementos estudiados. Familiarización con los mismos durante el relevamiento
6	Instalaciones de bombeo	Actividad de Aula: Resolución de problemas tipos de instalaciones de bombeo. Dimensionamiento, trabajo, potencia y estudio de NPSH. Selección de catálogos. Se familiariza al alumno con distintas disposiciones de montaje.
7	Banco de pruebas de Bombas Centrífugas de Planta Piloto	Actividad de Planta Piloto: Reconocimiento y operación de banco de pruebas de bombas centrífugas; manejo de datos obtenidos, construcción e interpretación de curvas características. Manejo de distintas alternativas.
8	Reconocimiento y relevamiento en Planta Piloto de Equipos de Bombeo	Reconocimiento en Planta Piloto de equipos de bombeo. Contacto directo de los alumnos con las bombas estudiadas. Familiarización con los mismos durante el relevamiento
9	Circulación de Fluidos Gaseosos	Actividad de Aula: Ventiladores y compresores. Sistemas de tuberías. Cálculo y dimensionamiento. Manejo de criterios para la adquisición de equipos.
10	Análisis Granulométrico de Sólidos Divididos	Actividad de laboratorio y aula. Análisis granulométrico por tamizado. Manejo de resultados obtenidos. Cálculos e interpretación de los mismos. Aplicación de técnicas de muestreo.
11	Transporte de sólidos divididos	Actividad de aula: Especificación y cálculo de transportadores de bandas y transporte neumático. Criterios y alternativas de cálculo.
12	Visita a establecimiento industrial	Actividad de campo: Reconocimiento en general de equipos existentes en un establecimiento industrial de la zona, vinculados a todos los temas desarrollados en la asignatura.
13	Relevamiento de equipos en Planta Piloto	Actividad de Planta Piloto: Reconocimiento en general de equipos existentes en planta piloto vinculados a todos los temas desarrollados en la asignatura.



8. Descripción de Actividades de Extensión y/o Vinculación con el Sector Productivo de la Cátedra

NOMBRE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	REQUISITOS
Visita a establecimiento industrial	4 hs.	Haber completado el 80 % del cursado de la asignatura

9. Descripción de Actividades de Investigación de la Cátedra

NOMBRE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	REQUISITOS PARA LA PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDIANTES
Contacto de los alumnos con el equipamiento con el que se desarrollan los siguientes proyectos de investigación: - Estudio comparativo de evaporadores de tubos - Bombas centrífugas operando con fluidos viscosos	Bianual Bianual	Ser alumnos regulares de la asignatura

10. Procesos de intervención pedagógica.

El desarrollo de la asignatura se lleva a cabo mediante el dictado de clases teóricas de tipo tradicional. Además de esto, los estudiantes investigan temas teóricos acerca de distintas operaciones, las cuales deben exponer ante sus compañeros.

Se visitan en la zona un par de industrias, una relacionada con una actividad de tipo minero y otra de tipo agro – industrial. Dichas visitas se llevan a cabo sobre el final del período de cursado, cuando el estudiante ya tiene conocimiento de la mayoría de las operaciones unitarias y sus aplicaciones industriales.

Otra actividad comúnmente utilizada para complementar los conceptos teóricos, es el desarrollo de actividades prácticas en la Planta Piloto de nuestra unidad, ubicada a pocos metros de las aulas de cursado.

Actividades Prácticas:

Las mismas consisten en:

- *Resolución de problemas de dos tipos diferentes:*
 - Problemas mecánicos de aplicación de técnicas de trabajo.
 - Problemas de tipo abierto donde se plantean situaciones habituales en los ámbitos laborales, para que los estudiantes los resuelvan aplicando criterios personales en base a los conocimientos adquiridos. Se estima como tiempo estimado para ésta actividad **15 horas** cátedras.
- *Realización de prácticas guiadas en planta piloto*



Metodología de Enseñanza:

Se efectúa un dictado convencional de clases teóricas, en forma ágil y rápida, ya que se cuenta con un material teórico elaborado por la cátedra, a disposición de los estudiantes y el apoyo de presentaciones y videos. Se ejecutan prácticos de aula de resolución de problemas, para los que se fijan estrictos tiempos de finalización, de modo de cumplir con los cronogramas establecidos. Se usa intensamente la Planta Piloto, y sobre todo los equipos de manejo de fluidos. Se trabaja por comisiones operando los equipos y obteniendo datos, con los cuales se confeccionan los informes correspondientes. En este punto siempre se hace hincapié en la verificación de las leyes teóricas. Se completa la actividad de los estudiantes, asignándoles temas teóricos los cuales preparan por grupos.

11. Organización por comisiones

	Teóricas	Actividades Áulicas	Laboratorio y Planta Piloto	Tareas de Campo
cantidad de comisiones	1	10 - 12	5	2
cantidad de alumnos por comisión	50 - 60	5	10 - 12	25 -30

12. Condiciones de regularización:

- Asistencia al 75 % de las actividades teóricas.
- Asistencia 90 % de las actividades prácticas.
- Aprobación del 100 % de las evaluaciones parciales teórico-prácticas o sus recuperaciones, con un mínimo de 6 (seis) puntos.
- Presentación de la carpeta constituida por informes de trabajos prácticos; informes de investigaciones realizadas en clases taller sobre temas específicos e informes de visitas realizadas.

13. Evaluación

Evaluaciones parciales: Se realiza al menos una evaluación escrita a lo largo del semestre.

Esta evaluación parcial tiene un recuperatorio (para quienes desaproveban).

Evaluación final: Se realiza mediante examen práctico escrito (resolución de problemas) y exposición oral de la parte teórica. Puede complementarse con una evaluación in situ en planta piloto.

14. Distribución de la carga horaria.

Actividades	Horas
1. Teóricas	45
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	20
3. Trabajo Integrador	5
4. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)	25
5. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	10
Total de Horas de la Actividad Curricular	105



15. Temporalización de las Actividades

Semana	Lunes: 2 horas	Martes: 3 horas	Miércoles: 2,5 horas
1	03/08-Teórico: Presentación de la Materia. Metodología de trabajo	04/08-Teórico: Revisión contenidos de fenómenos de transporte.	05/08 - Teórico: tuberías, materiales, usos
2	10/08 - Teórico: Accesorios, longitudes equivalentes. Pérdida de carga	11/08 – Práctico 1: Análisis de pérdidas de carga en tuberías y accesorios	12/08 – Práctico 2: Circulación de fluidos en tuberías
3	17/08 - Feriado	18/08 - Teórico: Caudalímetros: Brida orificio, Venturi	19/08 - Práctico 3: Determinación de caudales con brida orificio y venturi
4	24/08 - Teórico: Caudalímetros Tubo de Pitot, Medidor de área variable y medidores de desplazamiento positivo	25/08 – Teórico: equipos de bombeo, principio, potencia	26/08 - Práctico Planta Piloto 4: Banco de pruebas de dinámica de los fluidos y 5: Reconocimiento y relevamiento en Planta Piloto de Tuberías y accesorios
5	31/08 - Teórico: Bombas de energía cinética: centrífugas y periféricas	01/09 – Teórico: Curvas características y del sistema. Bombas de desplazamiento positivo	02/09 - Teórico: Bombas rotativas
6	07/09 - Práctico 6: Instalaciones de bombeo	08/09 - Práctico Planta Piloto 7: Banco de pruebas de bombas centrífugas y 8: Reconocimiento y relevamiento de equipos de bombeo	09/09 - Teórico: Ventiladores y compresores. Ventiladores axiales y centrífugos
7	14/09 - Teórico: compresores alternativos y rotativos.	15/09 – Teórico: aire comprimido. Sistema de tuberías para aire comprimido	16/09 - Práctico 9: Circulación de Fluidos Gaseosos en Tuberías
8	21/09 - Teórico: Sólidos divididos – Análisis granulométrico	22/09 – Teórico: Transportadores de Sólidos divididos –Transporte neumático	23/09 – Práctico 11: Transporte de sólidos divididos
9	28/09 - Parcial I: unidades 3, 4, 5 y 6.	29/09 - Práctico 10 de Planta piloto y aula: Análisis Granulométrico de Sólidos Divididos	30/09 – Teórico: Clasificación hidráulica.
10	05/10 - Teórico: Investigación bibliográfica: Flotación	06/10 – Teórico: Sedimentación	07/10 - Teórico: Sedimentación.
11	12/10 – Feriado	13/10 – Teórico: Principio de centrifugación	14/10 - Teórico: Investigación bibliográfica: Centrifugación
12	19/10 Teórico: Investigación bibliográfica: Centrifugación	20/10 – Feriado: aniversario FCAI	21/10 – Teórico: Lechos estacionarios
13	26/10 - Teórico: Filtración	27/10 - Teórico: Fluidización	28/10 – Práctico de campo 12: Visita a establecimiento industrial de la zona
14	02/11 - Teórico: Agitación y mezcla	03/11 – Práctico P. Piloto 13: Relevamiento de equipos en Planta Piloto	04/11 – Presentación carpeta