

Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Salta, 29 de Mayo de 2.003

191/03

Expte. N° 14.111/99

VISTO:

La presentación efectuada por el Ing. Lorgio Mercado Fuentes, Profesor a cargo de la asignatura **Operaciones y Procesos** mediante la cual eleva el programa analítico, su bibliografía y el reglamento interno del régimen de promoción de dicha asignatura; teniendo en cuenta que los mismos corresponden al Plan de Estudio 1.999 y se ajustan a los contenidos sintéticos programados en la currícula; atento que la documentación tiene la anuencia de la Escuela de Ingeniería Química, y de la Comisión de Asuntos Académicos mediante Despacho N° 175/02 y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
(en su sesión ordinaria del 28 de Agosto de 2.002)

#### RESUELVE

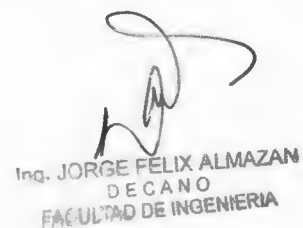
ARTICULO 1°.- Aprobar y poner en vigencia a partir del período lectivo 2.002 el programa analítico, la bibliografía y el reglamento interno del régimen de promoción de la cátedra, para la asignatura (Código Q-24) **OPERACIONES Y PROCESOS** del Plan de Estudio 1.999 de la carrera de Ingeniería Química, propuesto por el Ing. Lorgio MERCADO FUENTES, Profesor a cargo de la cátedra.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría Académica, al Ing. Lorgio MERCADO FUENTES y siga por la Dirección Administrativa Académica a los Departamentos Docencia y Alumnos para su toma de razón y demás efectos.

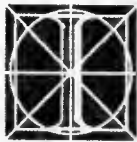
AM.



ING. DIRECTOR RAUL CASADO  
SECRETARIO  
FACULTAD DE INGENIERIA



Ing. JORGE FELIX ALMAZAN  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA



<b>Materia:</b>	<b>OPERACIONES Y PROCESOS</b>	<b>Cód.: Q-24</b>
<b>Carrera:</b>	<b>INGENIERIA QUÍMICA</b>	<b>Plan: 1.999</b>
<b>Profesor:</b>	<b>Ing. Lorgio MERCADO FUENTES</b>	
<b>Año:</b>	<b>2.002</b>	<b>Res. N° 191/03</b>

**Ubicación en la currícula: Segundo Cuatrimestre de 4<sup>to</sup>. Año**

**Contenido mínimo:** Equipos de transferencia simultanea de calor y materia. Reactores: Tubulares, tanque agitado continuo y discontinuo.

**Objetivos:** El objetivo del presente curso es permitir que el estudiante conozca la metodología general para el dimensionamiento de los equipos de las industrias de proceso, conociendo con mayor detalle algunos casos de uso más frecuente y lograr el conocimiento y la capacidad de razonamiento para su aplicación a situaciones no tratadas o nuevas.

La organización del curso se basa en el planteo de la metodología de dimensionamiento de las magnitudes características espaciales o temporales, de los equipos utilizados para procesar sistemas materiales, basándose en el conocimiento de la cinética de los fenómenos que en ellos ocurren y en las ecuaciones de cambio convenientemente elaboradas.

La metodología general es desarrollada para cada clase de equipo (continuos de cambio continuo, continuos de cambio discreto y discontinuos de cambio continuo) para luego ser aplicada a los equipos más utilizados de cada clase.

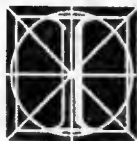
Para estos casos se podrá llegar hasta los detalles constructivos y de ingeniería general o simplemente hasta el dimensionamiento, indicando las referencias bibliográficas correspondientes.

Se analizarán las variables de operación y su sensibilidad a los cambios, el empleo de programas como mathcad permite de una manera simple y rápida analizar este tipo de problemática.

El curso cubre tanto a los equipos en los cuales ocurre transferencia simultanea de calor y materia como aquellos equipos en donde el cambio fundamental radica en una transformación química.

**Metodología:** La metodología de trabajo que será aplicada se indica en los siguientes puntos.

- Dictado de clases teóricas tipo magistral, con inserción de situaciones prácticas e interacción con los alumnos.
- Trabajos prácticos mediante análisis y discusión de los temas en forma grupal, realización individual y/o grupal de problemas. Desarrollo de problemas prácticos mediante el empleo de equipamiento de escala banco instalado en las plantas piloto.
- Preparación y exposición de monografías por parte de los alumnos en forma individual o grupal.



- Visitas a plantas de proceso para que el alumno tenga contacto con los equipos pudiendo obtener una visión de sus dimensiones y operación

#### Recursos didácticos:

- Empleo del pizarrón para los desarrollos teóricos y dibujos esquemáticos.
- Empleo de retroproyector de transparencias par mostrar equipos o tablas, etc.
- Uso de computadoras para la elaboración de los TP mediante el empleo de matchad y word para el dimensionamiento de equipos.

### PROGRAMA ANALITICO

#### TEMA I. DESTILACIÓN FRACCIONADA.

Objetivos. Fundamentos de la separación. Definición del plato de equilibrio. Esquema de una torre de destilación, tipos de platos, condensadores y reboliler. Bases de cálculo de una torre de platos: Sistemas binarios. Método de McCabe - Thiele. Curvas de equilibrio. Líneas de operación. Identificación de etapa de equilibrio. Condensación total y parcial. Plato de alimentación. Diferente tipo de alimentación. Cálculo del número mínimo de platos a reflujo total. Cálculo de la relación mínima de reflujo. Determinación de relaciones de reflujo operativas. Determinación del número total de platos.

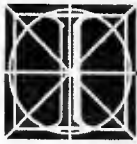
#### TEMA II. DESTILACIÓN FRACCIONADA EN SISTEMAS MULTI-COMPONENTES.

Consideraciones generales para el diseño, recuperación y pureza de componentes. Dimensionamiento de torres por métodos cortos (short-cut). Consideraciones generales. Componentes claves. Cálculo del número mínimo de platos. Distribución de componentes de cabeza y fondo de la torre. Cálculo de la relación mínima de reflujo. Determinación del número total de platos teóricos. Localización del plato de alimentación.

Métodos rigurosos para dimensionamiento de torres de destilación. Balances de materia, relación de equilibrio, relaciones de sumatorias de fases y balance de entalpía en una torre. Ecuaciones linealmente independientes. Cantidad de variables del sistema. Diferentes métodos para el cálculo o verificación del número total de platos teóricos. Determinación del número total de platos reales. Eficiencia de plato y de torre. Arrastre y goteo de líquido en cada plato. Pérdida de carga por plato. Cálculo del diámetro de la columna. Espacio entre platos

#### TEMA III. EXTRACCIÓN LÍQUIDO - LÍQUIDO.

Generalidades. Objetivos de la separación. Selección de solvente. Definición de etapas de equilibrio. Operación discontinua y continua:



- a) Sistemas inmiscibles, líneas de equilibrio y operación. Solvente mínimo. Procesos en etapa simple y múltiple. Diferentes arreglos. Dimensionamiento de equipo.
- b) Sistemas parcialmente miscibles, líneas de operación y de equilibrio. Solvente mínimo. Procesos en etapa simple y múltiple. Efecto de la temperatura. Dimensionamiento del equipo.
- Clasificación de los diferentes equipos de extracción. Análisis de sus características. Criterio de selección.

#### **TEMA IV. HUMIDIFICACIÓN Y SECADO.**

- a) Humidificación. Características generales. Objetivo de la humidificación. Diferentes formas de expresar la humedad del aire. Punto de rocío del aire. Temperatura de bulbo seco y húmedo. Diagramas de humedad. Acondicionamiento de aire. Cálculos, equipos.
- b) Secado de sólidos. Características generales. Objetivo del secado de sólidos. Equipos de secado. Clasificación: Materiales, su comportamiento en el secado. Lecho de sólidos: diferentes tipos. Humedad de un material sólido: diferentes tipos. Mecanismo de secado de un sólido. Curvas de secado. Periodos de velocidad de secado. Cálculo de equipos, operación batch y continua.

#### **TEMA V. REACTORES TUBULARES.**

Consideraciones generales. Clasificación general de los reactores según diferentes criterios. Modelo del flujo pistón: balance de materia y de energía. Cálculo de reactores homogéneos: isotérmico, adiabático y no isotérmico con intercambio de calor. Caminos de reacción para reacciones exotérmicas y endotérmicas.

#### **TEMA VI. REACTORES TANQUE AGITADO CONTINUO.**

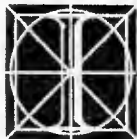
Consideraciones generales. Modelo de mezclado perfecto: balance de materia y energía. Dimensionamiento: isotérmico, adiabático y no isotérmico con intercambio de calor. Caminos de reacción para reacciones exotérmicas y endotérmicas.

#### **TEMA VII. REACTORES TANQUE AGITADO DISCONTINUO.**

Características generales. Modelo de mezclado perfecto: balance de materia y energía. Dimensionamiento: isotérmico, adiabático y no isotérmico con intercambio de calor. Caminos de reacción para reacciones exotérmicas y endotérmicas.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

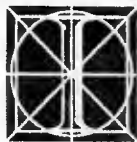
A la bibliografía existente en la hemeroteca de la Facultad de Ingeniería que es dada como elemento de consulta para los diferentes temas desarrollados en el programa propuesto, se deben agregar los apuntes elaborados por la cátedra y que se encuentran a disposición del alumno en el Centro de Estudiantes.



- 1- Análisis y simulación de Procesos, Himmelblau-Bischoff, Reverté, 1976.
- 2- Gas conditioning and processing. Vol. I y II; Campbell J. Campbell Petroleum Series. 1976.
- 3- Engineering Data Book, Vol I y II; Gas Processors Association, 10 Ed. 1987.
- 4- Tray distillation columns, American Institute of Chemical Engineers; 2 Ed. 1987.
- 5- Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants, Ludwing D. A.- Vol I,II y III- Gulf, 1979.
- 6- Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química; Henley, E. et al; Reverté, 1988.
- 7- Fundamentos y modelos de procesos de separación, Holland Charles, D. Prentice - Hall Internacional, 1981.
- 8- Transferencia de masa, Sherwood T. P.-Pigford R., McGrow Hill, 1975.
- 9- Fundamentos de Destilación de Mezclas Multicomponente, Holland Charles, D., Limusa, Mexico, 1992.
- 10- AIChE Equipment Testing Procedur - 1979
- 11- Applied Hydrocarbon Thermodynamics Vol 1, Edmister W. C.-Lee B.,
- 12- Procesos de separación, King C. J., Reverté, 1981.
- 13- Mass Transfer Process Calculations, Sawistowski H.-Smith W., John Wiley & Sons, 1963.
- 14- AIChE MI Modular Instructions-Stagewise and Mass Transfer Operations. Vol 3 Extraction and Leaching, Calo J. M.-Henley E. J., 1982.
- 15- Introduction to Industrial Drying, Keey R. B., Pergamon International, 1978.
- 16- El omnilibro de los reactores químicos; Levenspiel O, Reverté, 1986.
- 17- Fundamentos del diseño de reactores, Cunningham R. E.-Lombardi J. L., EUDEBA, 1972.
- 18- Ingeniería de las reacciones químicas, Levenspiel O., Reverté, 1974.
- 19- Chemical Reactor Analisis & Desing, Froment-Bischoff, John Wiley & Sons, 1979.
- 20- Chemical Reactor Desing for Process Plants, Vol I y II, Rase H. F. John Wiley & Sons, 1977.
- 21- Ingeniería de las reacciones químicas y catalíticas, Carberry J. J., Mc Grow Hill, 1980.
- 22- Introducción a la teoría de los reactores químicos; Debingh, K. G., et al; Limusa Noriega, 1990.



Ing. Lorgio MERCADO FUENTES



## REGLAMENTO INTERNO

<b>Materia:</b>	<b>OPERACIONES Y PROCESOS</b>	<b>Cód.: Q-24</b>
<b>Carrera:</b>	<b>INGENIERIA QUÍMICA</b>	<b>Plan: 1.999</b>
<b>Profesor:</b>	<b>Ing. Lorgio MERCADO FUENTES</b>	
<b>Año:</b>	<b>2.002</b>	<b>Res. N° 191/03</b>

**Ubicación en la currícula:** Segundo Cuatrimestre de 4<sup>to</sup>. Año

**Duración y Carga horaria:** 16 Semanas de clases, con 7 horas (4 horas de dictado teórico y 3 horas de trabajos prácticos).

**Correlativas:** Cinética Química y Operaciones Unitarias II.

**Docentes:**

- Responsable de cátedra: Ing. Lorgio Mercado Fuentes.
- Docente: Ing. Antonio Bonomo.

### **Requerimientos mínimos para la Promoción**

Para promocionar la materia el alumno debe realizar una serie de actividades, las que serán ponderadas para calcular la nota final (N), estas actividades son las que se detallan a continuación:

- A) Parciales.
- B) Cumplimiento de tareas. Dedicación.
- C) Evaluación por temas. Coloquios.

#### **A) Parciales.**

El número de evaluaciones parciales será de dos(2). Estos parciales incluirán preguntas de tipo teórico como práctico y desarrollo de problemas. El alumno debe obtener como mínimo 40 puntos, en una escala de 100, en cada uno de los parciales o en su correspondiente recuperación para continuar con el cursado normal de la asignatura.

Los alumnos que en los parciales hayan obtenido más de 40 puntos pueden presentarse en las recuperaciones del parcial para mejorar su nota, la nota final del parcial en este caso será la de su recuperación.

La nota (A) de los parciales resultará de un promedio de los dos (2) parciales que se toman y tendrá un factor de ponderación de 0,60 en el valor de (N).

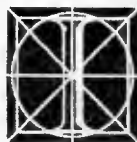
#### **B) Cumplimiento de tareas.- Dedicación.**

Este ítem está dividido en tres subítems:

- B1-Presentación de informes de trabajos prácticos: 100%.
- B2-Cumplimiento en forma y termino con los trabajos prácticos.
- B3-Trabajo en clase: Nota conceptual referida a la dedicación y trabajo durante las clases de trabajos prácticos.

Los ítems anteriores, se clasificaran en una escala de 0 a 100 y la nota de cumplimiento de tareas (B) será un promedio de los mismos, está tendrá un factor de ponderación de 0,15 en el valor de (N).

El alumno debe registrar como mínimo el 80% de asistencia a los TP para continuar con el cursado normal de la materia y esta exigencia no se califica en la nota final (N).

**C) Evaluación por temas. – Coloquios**

Este ítem está dividido en dos subítems:

- C1-Cuestionarios previos a las clases practicas, ya sea a través de coloquios o evaluación escrita.
- C2-Se hará una evaluación teórico-práctica por cada tema desarrollado. Estas evaluaciones no tienen recuperación.

Los ítems anteriores se califican en una escala de 0 a 100 y la nota final de evaluación por temas y coloquios (C) será un promedio de las mismas, la que tendrá un factor de ponderación de 0,25 en el valor de (N).

**Nota de promoción (N)**

La nota final se registrá por la siguiente ecuación:  $N=0,60x(A)+0,15x(B)+0,25x(C)$

Aquellos alumnos que al finalizar el dictado de la materia tuvieran un promedio de 70 puntos o más de la nota (N), promocionan la materia. La nota de promoción es la que se indica en la siguiente tabla:

Escala 0-100	95 a 100	85 a 94	77 a 84	70 a 77
Nota final	10	9	8	7

Aquellos alumnos que al finalizar el cursado de la materia hayan obtenido una nota promedio (N) comprendida entre 40 y 69 puntos, no promocionan la materia y pasan a un **periodo de recuperación**, de los temas que a juicio de la cátedra no alcanzaron los objetivos, durante los meses de Julio y Agosto, mediante una serie de exigencias y pruebas de evaluación que propondrá la cátedra para promocionar la materia.

Aquellos alumnos que al finalizar el cursado de la materia hayan obtenido un nota promedio (N) menor de 40 puntos quedan en condición de libres.

**Periodo de recuperación**

Para promocionar la materia en esta etapa de recuperación es necesario obtener en las pruebas de evaluación teórico-práctica un puntaje mínimo de 60 en una escala de 0 a 100.

Aquellos alumnos que tengan menos de 60 puntos en estas evaluaciones quedan libres. Los alumnos que superen esta etapa, tendrán una nota final que resultará del promedio entre la nota (N) del cuatrimestre y la nota de recuperación. La transformación de la escala de 0 a 100 de la nota final promediada es la que se indica en la tabla siguiente y permitirá obtener la calificación final.

Escala 0 a 100	50 a 58	59 a 67	68 a 74	75 a 85
Nota final	4	5	6	7

Ing. Lorgio MERCADO FUENTES