



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Economicas y Sociales  
Departamento: Ingeniería  
Area: Procesos Fisicos

(Programa del año 2005)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 06/12/2005 17:33:27)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias II	Ing. Química	6/97-2/03	4	2c

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MASINI, OMAR	Prof. Responsable	P.ASOC TC	30 Hs
GRZONA, LILIANA MYRIAM	Responsable de Práctico	JTP EXC	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
10 Hs	50 Hs	60 Hs	Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2 Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
01/09/2005	02/12/2005	15	120

### IV - Fundamentación

La versatilidad de la Ingeniería Química conduce en la práctica al desdoblamiento de un proceso complejo, en estudios físicos individuales llamados Operaciones Unitarias, así como en reacciones químicas. Todas las Operaciones Unitarias se basan en principios científicos traducidos a realidades y aplicaciones materiales. En el caso particular de las Operaciones Unitarias II, los contenidos se orientan al cálculo y diseño de equipos en los que intervienen fundamentalmente la transferencia de calor o la transferencia simultánea de calor y masa. Para lograr una efectiva adquisición de conocimientos el alumno deberá principalmente utilizar los conocimientos recibidos en las asignaturas: Termodinámica, Fenómenos de Transporte y Operaciones Unitarias I.

En todo el desarrollo de la asignatura se considerará el cálculo y diseño de equipos, considerando la búsqueda del óptimo económico, atendiendo el cuidado del medio ambiente y las normas de higiene y seguridad en el trabajo.

### V - Objetivos

Es conocido el hecho que en la mayoría de las plantas industriales, ámbito de trabajo del Ingeniero Químico, es necesario recurrir a la transferencia de calor para el procesamiento de materias primas y su posterior utilización como productos elaborados.

Teniendo en cuenta este aspecto y la necesidad de un conocimiento integral de cómo realizar intercambios de energía, los objetivos perseguidos en el curso de Operaciones Unitarias II son los siguientes

Conocer los equipos y los mecanismos con que se realiza la transferencia de calor.

Dar un panorama general de los posibles problemas con los que el Ingeniero Químico se enfrentará en una planta industrial.

Lograr una metodología de problemas ingenieriles para un óptimo diseño de equipos, con un criterio económico energético además de técnico.

Conocer el mantenimiento de equipos e incluirlo en los parámetros de diseño y adopción.  
Comprender la importancia de métodos iterativos en el cálculo de equipos.  
Optimizar el funcionamiento operativo de cada equipo de transferencia de calor, compatible con el proceso de producción.  
Dar una amplitud de conceptos con el fin de lograr un buen manejo de desarrollo tecnológico de ingeniería básica y de detalle, así como criterios de selección de variables de funcionamiento y equipos.

## **VI - Contenidos**

### **Tema I: Introducción**

Introducción a las operaciones unitarias con transferencia de calor por los mecanismos de conducción, convección y radiación.

Intercambio calórico con y sin cambio de fase.

Necesidad del intercambio calórico entre las corrientes de una planta industrial. Balance global de energía en una planta industrial.

### **Tema II: Aislación**

Objeto de la aislación.

Aislación y conducción.

Pérdidas de calor en una planta industrial.

Coefficientes combinados de convección y radiación.

Materiales aislantes para alta y baja temperatura.

Espesor óptimo económico de aislante. Espesor crítico y adecuado en pared plana, cilíndrica y esférica.

### **Tema III: Intercambiadores De Calor**

Ecuaciones de transferencia para intercambiadores con flujo de fluidos en contracorriente y corrientes paralelas.

Resistencia de ensuciamiento.

Coefficiente total de transferencia de calor.

Intercambiador de doble tubo: cálculo, pérdida de carga, criterios de optimización y diseño. Arreglos en serie y en paralelo.

Intercambiadores de carcasa y tubos: disposición y tipos de diseño, cálculo, pérdida de carga y esquemas de flujo. Selección y verificación de un equipo standard.

Mantenimiento y accesorios de intercambiadores. Planillas de especificaciones técnicas.

Intercambiadores de calor compactos: espiral, placas, lamella.

### **Tema IV: Superficies Extendidas**

Eficiencia de transferencia de calor en superficies.

Tubos aletados, aletas longitudinales y transversales.

### **Tema V: Calentamiento Discontinuo**

Recipientes encamisados y con serpentines sumergidos. Fluido calefactor isotérmico y no isotérmico.

Coefficientes de transferencia por convección natural y con agitación mecánica.

Calentamiento y enfriamiento discontinuo. Casos prácticos donde se utiliza.

### **Tema VI: Condensadores**

Mecanismos de condensación por contacto directo o indirecto.

Condensadores de superficie y de mezcla.

Condensadores de vapores puros. Desobrecalentamiento. Condensación y subenfriamiento. Cálculo y diseño.

Condensadores para vapores mezclados.

Condensadores para vapores en presencia de no condensables. Cálculo y diseño.

Condensadores de mezcla. Condensadores en torre rellena.

Accesorios para extracción de condensado e incondensables.

### **Tema VII: Evaporación**

Vaporizadores, hervidores y evaporadores.  
Coeficientes totales de transferencia de calor en evaporadores. Adopción.  
Circulación natural y forzada.  
Simple efecto y múltiple efecto. Ascenso ebulloscópico. Cálculo de equipos y accesorios. Número óptimo de efectos.  
Mantenimiento general de los evaporadores.  
Economía de vapor. Termocompresión y eyectores de chorro de vapor.  
Evaporación en calderas de alta y baja presión.  
Evaporadores de película descendente.

### **Tema VIII: Hornos**

Intercambio de calor entre gases y superficies. Comportamiento de refractarios. Idealización como superficie radiante.  
Cálculo de hornos tubulares. Método de Lobo y Evans. Diagrama de flujo de cálculo.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Los trabajos prácticos de la asignatura consistirán en la resolución de problemas de aplicación de conocimientos adquiridos en teoría, en base a cálculo y diseño de equipos nuevos y relevamiento de equipos ya construidos para adecuarlos a nuevas condiciones de trabajo.

En lo referido a trabajos de laboratorio, se realizará un trabajo práctico del tema Calentamiento Discontinuo

## **VIII - Regimen de Aprobación**

- 1.- Aprobar un examen escrito de resolución de problemas.
- 2.- Aprobar un examen cuyo contenido es la fundamentación teórica y aplicación de los contenidos de la materia. El alumno extraerá dos bolillas (c/una abarca 3 unidades), elegirá una unidad para desarrollarla y será interrogado por el tribunal de esa unidad y de otra de las unidades sorteadas.

### **PROGRAMA DE EXÁMEN**

Bolilla	Unidades del Programa
1	I – II - VI
2	II – VI - IV
3	III – V - VII
4	IV – VII - VIII
5	V – III - VIII

Promoción sin examen final:

- 1.- Asistir al 80% de las clases prácticas
- 2.- Aprobar los exámenes parciales y/o recuperatorios con un puntaje superior a 8 puntos sobre 10.
- 3.- Aprobar un coloquio integrador, previo al turno de exámenes generales a una semana de finalizado el cursado.

Régimen de alumnos libres

Para aprobar la asignatura el alumno debe:

- 1.- Aprobar un examen escrito que constará de un problema de aplicación y un cuestionario teórico.
- 2.- Aprobar un examen cuyo contenido es la fundamentación teórica y aplicación de los contenidos de la materia

## **IX - Bibliografía Básica**

[1] - Cao, Eduardo: Intercambiadores de Calor

- [2] - Kern, Donald Q.: Procesos de Transferencia de Calor.  
[3] - Treyball, Robert E.: Operaciones de Transferencia de Masa.

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] - Chermisinoff, Nicholas P.: Handbook of Heat and Mass Transfer. Volumen I  
[2] - Costa López, Cervera March, Cunill García, Mans Teixido, Mata Alvarez: Curso de Química Técnica  
[3] - Foust, A. S.; Wenzel, L.A.; Clump, C.W.; Mans, Louis; Andersen, L.B.: Principios De Operaciones Unitarias  
[4] - Mc Adams, W. H.: Transmisión de Calor.  
[5] - Mc Cabe ; Smith: Principios de las Operaciones Unitarias  
[6] - Perry, John: Manual del Ingeniero Químico  
[7] - Rase H. F. y Barrow, M. H.: Ingeniería de Proyecto para plantas de Proceso  
[8] - Rosaler, Robert C., Rice James O. Associates (Editor): Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo III.  
[9] - Bager y Banhero: Introducción a la Ingeniería Química  
[10] - Carl R. Branan.Soluciones Práctica para el Ingeniero Químico

## XI - Resumen de Objetivos

Es conocido el hecho que en la mayoría de las plantas industriales, ámbito de trabajo del Ingeniero Químico, es necesario recurrir a la transferencia de calor para el procesamiento de materias primas y su posterior utilización como productos elaborados. Considerando este aspecto y la necesidad de un conocimiento integral de cómo realizar intercambios de energía, los objetivos perseguidos en el curso son los siguientes:

Conocer los equipos y los mecanismos con que se realiza la transferencia de calor.

Dar un panorama general de los posibles problemas con los que el Ingeniero Químico se enfrentará en una planta industrial.

Lograr una metodología de problemas ingenieriles para un óptimo diseño de equipos, con un criterio económico energético además de técnico.

Conocer el mantenimiento de equipos e incluirlo en los parámetros de diseño y adopción.

Comprender la importancia de métodos iterativos en el cálculo de equipos.

Optimizar el funcionamiento operativo de cada equipo de transferencia de calor, compatible con el proceso de producción.

Dar una amplitud de conceptos con el fin de lograr un buen manejo de desarrollo tecnológico de ingeniería básica y de detalle, así como criterios de selección de variables de funcionamiento y equipos.

## XII - Resumen del Programa

Introducción a las operaciones unitarias con transferencia de calor por los mecanismos de conducción, convección y radiación. Intercambio calórico con y sin cambio de fase. Objeto de la aislación térmica. Pérdidas de calor en una planta industrial. Espesor óptimo económico de aislante. Coeficientes combinados de convección y radiación. Materiales aislantes para alta y baja temperatura.

Ecuaciones de transferencia para intercambiadores. Coeficiente total de transferencia de calor. Cálculo y diseño térmico de diferentes tipos de intercambiadores de calor, selección, usos, mantenimiento y limpieza.

Intercambio de calor con superficies extendidas. Tubos aletados, aletas longitudinales y transversales, eficiencia, selección y usos.

Calentamiento discontinuo. Recipientes encamisados y con serpentines sumergidos. Fluido calefactor isotérmico y no isotérmico. Coeficientes de transferencia por convección natural y con agitación mecánica. Mecanismos de condensación por contacto directo o indirecto. Usos principales.

Condensadores de superficie y de mezcla. Condensadores de vapores puros. Desobrecalentamiento. Condensación y subenfriamiento. Cálculo y diseño. Condensadores para vapores mezclados y en presencia de no condensables.

Condensadores de mezcla, selección y usos.

Vaporizadores, hervidores y evaporadores. Coeficientes totales de transferencia de calor en evaporadores. Adopción.

Intercambio de calor entre gases y superficies. Comportamiento de refractarios. Idealización como superficie radiante.

Cálculo de hornos tubulares. Método de Lobo y Evans. Diagrama de flujo de cálculo.

### **XIII - Imprevistos**

Ante situaciones de pérdidas de días de clase, se prevé un plan alternativo.

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	