



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
Departamento: Ingeniería de Procesos  
Area: Procesos Físicos

(Programa del año 2022)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 30/08/2022 16:01:16)

### I - Oferta Académica

| Materia                 | Carrera            | Plan                       | Año  | Período         |
|-------------------------|--------------------|----------------------------|------|-----------------|
| Operaciones Unitarias 2 | INGENIERÍA QUÍMICA | Ord<br>24/12<br>-17/2<br>2 | 2022 | 2° cuatrimestre |

### II - Equipo Docente

| Docente                    | Función                 | Cargo      | Dedicación |
|----------------------------|-------------------------|------------|------------|
| GRZONA, LILIANA MYRIAM     | Prof. Responsable       | P.Asoc Exc | 40 Hs      |
| AMBROGGIO, MAURICIO NAHUEL | 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 |
| Hs                      | 3 Hs     | 3 Hs              | 2 Hs                                  | 8 Hs  |

| Tipificación                                   | Periodo         |
|--|-----------------|
| B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio | 2° Cuatrimestre |

| Duración   |            |                     |                   |
|------------|------------|---------------------|-------------------|
| Desde      | Hasta      | Cantidad de Semanas | Cantidad de Horas |
| 08/08/2022 | 16/11/2022 | 15                  | 120               |

### IV - Fundamentación

El conocimiento de las operaciones que involucran la transferencia de calor es fundamental para el análisis, cálculo y diseño de diferentes equipos usados en el sector industrial.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- Identificar los mecanismos de transferencia de calor en los procesos industriales a efectos de seleccionar las herramientas apropiadas para el cálculo y diseño de equipos.
- Determinar el equipo de transferencia de calor que cumpla con los requerimientos del proceso según las normas vigentes.
- Analizar condiciones de operación de equipos de Transferencia de Calor, para optimizar el proceso al menor costo y bajo condiciones de cuidado del medio ambiente.
- Seleccionar equipos para llevar a cabo operaciones que involucran transferencia de calor en la industria

### VI - Contenidos

#### Unidad 1.- Conducción

Introducción a las Operaciones de Transferencia de calor.

Ecuación general de conducción en sólidos. Transferencia de calor a través de una pared. Aislación térmica.. Algoritmos y técnicas de diseño.

Unidad 2.- Intercambiadores de calor

Ecuaciones de balances entálpicos. Área de transferencia de calor y coeficiente de transferencia de calor. Diferencia de temperatura media entre dos fluidos. Intercambiadores de doble tubo. Intercambiadores de carcasa y tubos. Intercambiadores de placas. Diseño térmico. Intercambiadores de superficie rascada.

Unidad 3.- Superficies Extendidas

Intercambiadores de superficies extendidas. Eficiencia. Algoritmos y técnicas de diseño.

Unidad 4.- Transferencia de calor en procesos discontinuos.

Balances de energía en procesos por lotes. Transferencia de calor mediante serpentín, camisa o intercambiador externo. Recipientes con o sin agitación. Algoritmos y Técnicas de diseño.

Unidad 5.- Condensación

Mecanismos de la condensación. Condensación de vapores puros. Equipos. Condensación de mezclas de vapores. El vapor de agua como medio de calefacción de procesos. Algoritmos y técnicas de diseño.

Unidad 6.- Evaporación

Evaporación en procesos. Elevación del punto de ebullición. Calculo de un evaporador simple. Aprovechamiento del vapor desprendido. Múltiples efectos. Algoritmos y técnicas de diseño. Equipos de evaporación. Unidades de circulación natural. Unidades de circulación forzada. Unidades de película. Equipos auxiliares.

Unidad 7.- Hornos

Hornos de proceso. Utilización de los hornos. Elementos para el diseño o verificación de la capacidad de un horno.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los Trabajos Prácticos de la asignatura consistirán:

- En la resolución de problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Con estas clases se pretende desarrollar criterio, ejercitar la capacidad de razonamiento resolviendo situaciones en cierta forma reales, tratando de ubicar al alumno en su futura labor profesional. Las clases se desarrollan bajo la guía de un docente que atiende dudas e inquietudes e incentiva al análisis de conclusiones.
- Clases de Prácticos de laboratorio y planta piloto. Con estas actividades experimentales se pretende consolidar las competencias profesionales y generar aprendizajes de conocimiento, habilidades y actitudes a través del trabajo metodológico de la experimentación. Asimismo se pretende propiciar el trabajo en equipo y la capacidad de expresión escrita a través de informes.

En los prácticos de laboratorio y planta piloto se entrega una guía que permite al alumno conocer previamente las actividades a desarrollar. En el caso de planta piloto, las prácticas se realizan en equipos de trabajo que requieren de una organización y asignación de roles y tareas antes de comenzar la práctica.

En todos los casos se explicitan las normas de seguridad para trabajo a través de charlas previas y material impreso.

Se realizaran los siguientes prácticos de laboratorio y Planta piloto:

1. Aislamiento térmico: proyecto del aislamiento en la línea de vapor de la planta piloto.
2. Evaluación del coeficiente global de transferencia de calor en paila calefaccionada con vapor a nivel planta piloto.
3. Condensación de vapor puro.
4. Evaluación de la elevación del punto de ebullición en un alimento liquido: líneas de Duhring
5. Evaluación de las condiciones de operación de un evaporador de película descendente a nivel planta piloto.

## VIII - Regimen de Aprobación

Clases expositivas de los conceptos fundamentales de operaciones de transferencia de calor con participación de los estudiantes (3.0 horas).

Clases de resolución de problemas tipo por parte de los estudiantes con el apoyo del cuerpo docente (4 horas). La evaluación se realiza a través de parciales a lo largo del cuatrimestre planteando situaciones similares.

Prácticos de laboratorio y planta piloto con las siguientes consideraciones: trabajo en equipo, capacidad de auto aprendizaje,

responsabilidad y capacidad de transmisión oral y escrita. La evaluación se realiza durante el desarrollo del práctico y luego mediante los informes.

Desarrollo de un proyecto grupal de integración de los conceptos del curso a un sistema específico para los alumnos que estén en condicione de promocionar la asignatura.

#### **B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO**

Descripción de los requisitos que los estudiantes deben alcanzar para regularizar el curso:

Para alcanzar la regularidad los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Asistir al 80% de las clases de prácticos de aula.
- Asistir al 100% de los prácticos de laboratorio y planta piloto con aprobación de los informes correspondientes.
- Aprobar dos parciales o las dos recuperaciones previstas en la normativa con 70 puntos sobre 100.

#### **C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL**

- Aprobar un examen escrito de resolución de problemas “a libro abierto”
- Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura

Las unidades de examen coinciden con el programa analítico

#### **D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL**

- Asistir al 80% de las clases de prácticos de aula.
- Asistir al 100% de los prácticos de laboratorio y planta piloto con aprobación de los informes correspondientes.
- Aprobar dos parciales o alguna de las dos recuperaciones previstas en la normativa con un puntaje mínimo de 80 puntos sobre 100.
- Desarrollo de un proyecto grupal de integración de los conceptos del curso a un sistema específico

#### **E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES**

Para aquellos alumnos que se encuentren en condición de libre, para aprobar la asignatura el alumno debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Aprobar un examen escrito que consistirá en un problema de aplicación y una actividad relacionada con los prácticos experimentales de laboratorio y/o planta piloto.
- Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura. Las unidades de examen coinciden con el programa analítico

Cronograma de Actividades:

Unidad 1: Semanas 12/08 al 26/08

Unidad 2: Semanas 29/08 al 16/09

Unidad 3: Semanas 19/09 al 30/09

Primer parcial

Unidad 4: Semanas 03/10 al 14/10

Unidad 5: Semanas 17/10 al 28/10

Unidad 6: Semanas 30/10 al 11/11

Segundo Parcial

Unidad 7 : Semana 14 al 18 de noviembre

### **IX - Bibliografía Básica**

- [1] Operaciones Unitarias en la Ingeniería Química. Warren L. McCabe North Carolina State University Julian C. Smith Cornell University Peter Harriot. Mc Graw Hill. 7ma edición (2007)
- [2] Transferencia de calor en ingeniería de procesos. E. Cao. Nueva Librería. (2006).
- [3] Procesos de transferencia de calor. D. Q. Kern. Compañía Editorial Continental S.A.(1999).
- [4] Ingeniería Industrial alimentaria. Vol. I. P. Mafart, E. Beliard. Ed.Acribia.(1994).
- [5] Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación. C. Geankoplis. Grupo Editorial Patria. (2008)

### **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] Fundamentals of food process engineering. R. Toledo. Aspen publishers (1992).
- [2] The fundamentals of food engineering. S. Charm. The AVI publishing company inc. (1971).
- [3] Handbook of food processing equipment. G. D. Saravacos, A. K. Kostaropoulos. Kluwer Academic/Plenum publishers (2002).
- [4] Process heat transfer. G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott. CRC Press (1998).

[5] Heat exchanger design. A. Fraas. 2da. Edición. J. Wiley. (1989)

[6] 10 Heat Exchangers. Selection, rating and thermal design. S. Jajac, H. Liu. CRC Press (1998).

### XI - Resumen de Objetivos

- Identificar los mecanismos de transferencia de calor
- Diseñar equipos para la industria de procesos en los que esté involucrada la transferencia de calor con y sin cambio de fase
- Analizar condiciones de operación de equipos de Transferencia de Calor en la Industria Química
- Seleccionar equipos óptimos para transferencia de energía en la Industria

### XII - Resumen del Programa

El programa de Operaciones Unitarias 2 comprende la aplicación de los mecanismos de transferencia de calor en el diseño, selección o análisis de equipos e instalaciones utilizados en la industria

Los temas abordados están organizados en unidades comenzando con el mecanismo de conducción en estado estacionario y su aplicación en el aislamiento térmico

Posteriormente se estudia el mecanismo de convección aplicado a la transferencia de calor entre dos fluidos a través de superficies y su aplicación en el diseño de intercambiadores tubulares y compactos. También se analiza el intercambio de calor en recipientes que operan en estado no estacionario con distintas alternativas de trabajo.

A continuación se describen los tipos de hornos más utilizados, tanto convectivos como de irradiación.

Las unidades siguientes se refieren a operaciones de transferencia de calor con cambio de fase: condensación y evaporación, sus posibilidades de aplicación, cálculo de equipos y disposición de los mismos.

### XIII - Imprevistos

### XIV - Otros

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