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

**(Programa del año 2012)**
**(Programa en trámite de aprobación)**
**(Presentado el 27/04/2012 09:24:10)**

## I - Oferta Académica

| Materia | Carrera | Plan | Año | Período |
|---|---|---|---|---|
| Operaciones Unitarias II | Ing. en Alimentos | 2401-7/08 | 2012 | 2° cuatrimestre |

## II - Equipo Docente

| Docente | Función | Cargo | Dedicación |
|---|---|---|---|
| GRZONA, LILIANA MYRIAM | Prof. Responsable | P.Adj Exc | 40 Hs |
| MONTENEGRO, MARIA MARGARITA | Auxiliar de Práctico | A.1ra 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 | 4 Hs | 1 Hs | 8 Hs |

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

| Duración | | | |
|---|---|---|---|
| **Desde** | **Hasta** | **Cantidad de Semanas** | **Cantidad de Horas** |
| 06/08/2012 | 16/11/2012 | 15 | 120 |

## IV - Fundamentación

La mayor parte de los procesos en la industria alimentaria involucran la transferencia de energía en forma de calor. A fin de cubrir las demandas de los consumidores de productos alimenticios, resulta importante considerar la utilización del calor ya sea como un mecanismo de conservación (envasado, UHT, congelado, etc.) o como una herramienta que produce cambios de textura y estructura de los productos (fritura, horneado, etc.).
Los contenidos de la asignatura Operaciones Unitarias II incluyen el estudio de sistemas en los que se produce la transferencia de energía térmica con y sin cambio de fase y su aplicación al diseño de equipos utilizados en la industria de alimentos.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El objetivo general de la asignatura esta expresado en el Plan de Estudios de la carrera de la siguiente manera:
• Lograr que el alumno desarrolle capacidad para el análisis y diseño de equipos de transferencia de calor.
Los objetivos específicos propuestos son los siguientes:
• Identificar los mecanismos de transferencia de calor.
• Conocer la aplicación de los mecanismos de transferencia de calor a procesos en los que intervienen alimentos.
• Analizar la influencia de las variables de proceso en el diseño de los equipos de transferencia de calor.
• Desarrollar criterios de adopción de variables en función de las propiedades de los alimentos.
• Explicitar en términos matemáticos la formulación de un problema utilizando los balances de masa y energía y la ecuación de diseño adecuada.

• Resolver numéricamente los sistemas de ecuaciones planteados.
• Dimensionar equipos usados en la industria de alimentos en operaciones controladas por gradientes de temperatura.
• Seleccionar los equipos adecuados para cada operación y fundamentar su elección, con particular atención en criterios sanitarios, de corrosión y cuidado del medio ambiente.
• Potenciar el trabajo en equipo, como formula de trabajo con la que el alumno se enfrentara en su vida profesional.
• Desarrollar actividades que promuevan la capacidad analítica, crítica y creativa de los alumnos.

## 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. Conducción de calor en régimen no estacionario. Algoritmos y técnicas de diseño.
Unidad 2.- Intercambiadores de calor
Ecuaciones de balances entalpicos. Área de transferencia de calor y coeficiente de transferencia de calor. Diferencia de temperatura media entre dos fluidos. Intercambiadores de doble tubo. Intercambiadores de carcaza y tubos. Intercambiadores de placa. Diseño térmico. Intercambiadores de superficie rascada. Intercambiadores de superficies extendidas. Eficiencia. Algoritmos y técnicas de diseño.
Unidad 3.- Transferencia de calor en procesos discontinuos.
Procesado discontinuo en la industria de alimentos. 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 4.- Hornos para la industria alimentaria
Horneo y asado. Teoría. Equipos. Efecto sobre los alimentos. Calentamiento por irradiación. Teoría. Equipos.
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 de la industria de alimentos. 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. Efecto sobre los alimentos.
Unidad 7.- Extrusión, laminado y recubrimiento no isotérmico.
Aplicación de recubrimientos. Materiales y equipos. Aplicaciones del laminado. Transferencia de calor en extrusores. Instalaciones. Aplicaciones. Selección. Efecto sobre los alimentos.
Unidad 8.- Congelado y Refrigeración
Termodinámica del congelado de alimentos. Propiedades de los alimentos congelados. Calculo del tiempo de congelamiento. Algoritmos y técnicas de diseño. Sistemas de congelado. Efecto sobre los alimentos. Refrigeración. Sistemas mecánicos de refrigeración. Refrigerantes. Efecto sobre los alimentos.

## 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.
• 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.
Se realizaran los siguientes prácticos de laboratorio y Planta piloto:
1. Aislamiento térmico: selección y cálculo del aislamiento en la línea de vapor de la planta piloto.
2. Conducción de calor en régimen no estacionario
3. Evaluación del coeficiente global de transferencia de calor en paila calefaccionada con vapor a nivel planta piloto.
4. Condensación de vapor puro.
5. Evaluación de la elevación del punto de ebullición en un alimento liquido: líneas de Duhring.

6. Evaluación de las condiciones de operación de un evaporador de película descendente a nivel planta piloto.
• Realización de visitas a plantas industriales (de existir disponibilidad económica).

## VIII - Regimen de Aprobación

Régimen de regularidad
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 sus respectivas recuperaciones.
Régimen de aprobación
Los requisitos para alcanzar la aprobación de la asignatura son los siguientes:
• Aprobar un examen escrito de resolución de problemas “a libro abierto”
• Aprobar un examen cuyo contenido son los fundamentos teóricos de la asignatura.
Para aquellos alumnos que cumplan con las correlatividades que constan en el plan de estudios de la carrera, podrán promocionar la asignatura cumpliendo 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 sus respectivas recuperaciones con un puntaje mínimo de 80 puntos sobre 100.
• Aprobar un coloquio integrador durante la última semana del cuatrimestre.
Para aquellos alumnos que se encuentren en condición de libre, para aprobar la signatura 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.

## IX - Bibliografía Básica

**[1]** Operaciones Unitarias en la Ingeniería de alimentos. A. Ibarz, G. V. Barbosa-Canovas. Ediciones Mundi-Prensa (2005)
**[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]** Handbook of food engineering. D. Heldman y D. B. Lund. Marcel Dekker Inc. (1992)
**[6]** Tecnología del procesado de alimentos. Principios y práctica. P. Fellows. 2da. Edición. Editorial Acribia (2007)
**[7]** Tecnologías térmicas para el procesado de alimentos. Editor: P. Richardson. Ed. Acribia (2005).
**[8]** Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación. C. Geankoplis. Grupo Editorial Patria. (2008)

## X - Bibliografia 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. Kostaropoulus. Kluwer Academic/Plenum publishers (2002).
**[4]** Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. A. Madrid, J. Gomez Pastrana, F. Santiago y J.M. Madrid. MundiPrensa (1994)
**[5]** Tecnología de la congelación de alimentos. Z. Gruda, J. Postolski. Editorial Acribia.
**[6]** Process heat transfer. G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott. CRC Press (1998).
**[7]** Heat exchanger design. A. Fraas. 2da. Edición. J. Wiley. (1989)
**[8]** Industrial refrigeration handbook. W.F. Stoeker. Mc Graw Hill (2000)
**[9]** Extrusión de alimentos. Tecnología y aplicaciones. G. Robin. Ed. Acribia (2002)
**[10]** Heat Exchangers. Selection, rating and thermal design. S. Jajac, H. Liu. CRC Press (1998)

## XI - Resumen de Objetivos

El objetivo del curso es proporcionar al futuro ingeniero el conocimiento de los aspectos teóricos y prácticos de las operaciones unitarias de importancia para Ingeniería en Alimentos controladas por la transferencia de calor. Las actividades del curso tenderán a que los alumnos sean capaces de seleccionar y/o diseñar equipos utilizados en la industria y adquirir una metodología de trabajo acorde a la requerida en la práctica profesional

## XII - Resumen del Programa

El programa de Operaciones Unitarias II comprende la aplicación de los mecanismos de transferencia de calor en el diseño, selección o análisis de equipos e instalaciones utilizados en la industria de alimentos.
Los temas abordados están organizados en unidades comenzando con el mecanismo de conducción en estado estacionario y su aplicación en el aislamiento térmico así como el estudio de casos simples en estado transiente.
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 mas utilizados en la industria de alimentos, 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.
Más tarde se estudian la operaciones de extrusión, recubrimiento y laminado; su aplicación en la obtención de productos alimenticios
Finalmente se estudian las operaciones de congelado y refrigeración, su aplicación en los alimentos y equipamiento necesario para llevarlas a cabo.

## XIII - Imprevistos

## XIV - Otros

| ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA | |
|---|---|
| | **Profesor Responsable** |
| Firma: | |
| Aclaración: | |
| Fecha: | |