



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 2019)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias 1	ING.EN ALIMENTOS	Ord.C .D.02 3/12	2019	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MASINI, OMAR	Prof. Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
NIEVAS, MARISOL	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
0 Hs	3 Hs	3 Hs	2 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2019	21/06/2019	15	120

### IV - Fundamentación

Todas las operaciones Unitarias se basan en principios científicos, traducidos a realidades y aplicaciones industriales. En el caso particular de Operaciones Unitarias I aplicada a la Ingeniería en alimentos, los contenidos se orientan a un contenido detallado del funcionamiento de los equipos ,tanto como cálculo y adopción de equipos, en lo que interviene fundamentalmente la transferencia de cantidad de movimiento. Para lograr una efectiva adquisición de conocimientos el alumno deberá, principalmente, poseer conocimientos de física, Termodinámica, y Fenómenos de Transporte. El Ingeniero en alimentos deberá incorporar estos conocimientos para lograr capacidad en el desarrollo de nuevos procesos y poder modificar los existentes, como también le permitirán hacerse entender por los diseñadores de equipos y los proveedores de los mismos. En el desarrollo de la asignatura deberán introducirse las consideraciones generales respecto al Medio Ambiente y a la Higiene y Seguridad en el Trabajo, y criterios económicos de adopción y selección.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

--

### VI - Contenidos

**INTRODUCCIÓN: Operaciones Unitarias controladas por el Transporte de Cantidad de Movimiento.**

• **Clasificación de las Operaciones Unitarias controladas por el Transporte de Cantidad de Movimiento.**

- Revisión de conceptos básicos referidos al movimiento de fluidos
- . Conceptos básicos de prevención de accidentes e higiene en el trabajo
- . Conceptos básicos de cuidado del medio ambiente

**UNIDAD TEMÁTICA I: CIRCULACIÓN INTERNA DE FLUIDOS**

**Bolilla 1**

CONTENIDOS:

1.1 - Equipo para el flujo de fluidos: Conducciones y Accesorios

Construcción, materiales. Criterios de selección.

Pérdida de carga en conducciones y accesorios. Concepto de longitud equivalente. Circuitos ramificados y en paralelo.

Diámetro óptimo.

1.2- Tendidos típicos para el transporte de fluidos incompresibles.

1.3- Medidores de caudal

Clasificación.

Medidores de caudal de área constante: Tubo Venturi. Brida Orificio. Tubo Pitot. ecuaciones representativas.

1.4- Medidores de caudal de área variable: Rotámetros. Ecuaciones representativas.

**Bolilla 2**

CONTENIDOS:

2.1- Impulsión de líquidos: Bombas

2.1.1-Bombas centrífugas

Principio de funcionamiento

Influencia del ángulo de los alabes

Altura Neta de Aspiración Positiva

Curvas características

Comportamiento en operación

2.1.2- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas

Principio de funcionamiento

**UNIDAD TEMÁTICA 2: AGITACIÓN Y MEZCLA DE FLUIDOS**

**Bolilla 3**

CONTENIDOS:

3.1- Objeto de la operación de mezclado: Generalidades sobre tipos básicos de mezcladores.

- Agitadores de alta velocidad y paletas pequeñas - Agitadores de baja velocidad y paletas grandes, - Influencia de los patrones hidrodinámicos sobre las características de los agitadores

- Criterios para la selección

3.2- Grupos adimensionales para mezclado.

3.3- Consumo de potencia en fluidos Newtonianos y no Newtonianos

3.4- Criterios de efectividad en el mezclado

3.5- Mezclado de sólidos y pastas. Características de las mezclas. Análisis de muestras. Descripción y funcionamiento de los mezcladores

**UNIDAD TEMÁTICA 3: FLUJO DE FLUIDOS a TRAVÉS de LECHO de SÓLIDOS.**

Bolilla 4

CONTENIDOS

4.1- Caracterización de partículas, Determinación de la porosidad del lecho, Caída de presión a través de lecho de partículas: Ecuaciones de Kozeny-Karman; Burke-Plummer y Ergun.

4.2- Filtración

Generalidades

Expresión General matemática de filtración., Integración de la ecuación de filtración: casos de tortas incompresibles y compresibles., Filtración a presión constante y a velocidad constante.

Régimen mixto. Lavado y secado., Determinación de las constantes de filtración, Criterios para la selección de un filtro., Velocidad y tiempo de lavado, Tiempo óptimo de filtración, Superficie de filtración de un filtro continuo, Equipos para la filtración. Ventajas y desventajas de su utilización.

### **Bolilla 5**

CONTENIDOS:

5.1-- Fluidización

Mecanismo de fluidización, Fluidización homogénea y agregativa, Caída de presión en lecho fluidizado, Velocidad mínima de fluidización, Diseño de una columna de fluidización, Eficiencia. Aplicación de la fluidización en la industria de los alimentos.

## **UNIDAD TEMÁTICA 4: MOVIMIENTO DE SÓLIDOS EN EL SENO DE FLUIDOS.**

### **Bolilla 6**

CONTENIDOS

6.1- Flujo alrededor de objetos sumergidos, Variación del coeficiente de fricción con la velocidad.

Movimiento de partículas en el seno de un fluido , Velocidad límite de sedimentación

Métodos para determinar la velocidad límite ó terminal de sedimentación

Efecto de la concentración de partículas

6.2- Clasificación

Generalidades

Estudio de los casos de separación total y de mezcla, Métodos analítico y gráfico

Diseño de cámara de clasificación, Otros equipos de clasificación

### **Bolilla 7**

CONTENIDOS:

7.1- Sedimentación gravitacional: Generalidades, Ensayo de sedimentación discontinua

Espesadores: discontinuos y continuos, Descripción de un espesador continuo (tipo Dorr) Área y profundidad

7.2- Flotación, generalidades, tensión interfacial, reactivos

## **UNIDAD TEMÁTICA 5: SEPARACIÓN CENTRIFUGA**

### **Bolilla 8**

CONTENIDOS

8.1- Centrifugación: Generalidades, Centrífuga tubular, Diámetro de partícula mínimo y de corte

Línea neutra, Ubicación de derrames

8.2- Centrífuga de disco

8.3- Centrífuga de rotor macizo, Factor sigma

8.4- Clasificación Centrífuga(Ciclones):

Generalidades

Caída de presión, Diámetro de partícula mínimo y de corte, Rendimiento individual y total de la operación. Diseño y mantenimiento, Multiciclones. Hidrociclones.

## **UNIDAD TEMÁTICA 6 : OPERACIONES CON SÓLIDOS**

### **Bolilla 9**

CONTENIDOS:

9.1- Transporte de sólidos: Almacenamiento y Manipulación. Distintos tipos de transportadores y elevadores. Consumo estimado de potencia

9.2- Desintegración mecánica de sólidos

Quebrantamiento. Trituración. Molienda. Molienda Coloidal. Leyes de desintegración mecánica Eficiencia.

9.3- Tamizado: Tamaño de partículas. Características de un tamiz. Análisis granulométrico por tamizado.

#### **Trabajo Práctico N 4: CENTRIFUGACIÓN**

Analizar el efecto de la separación centrífuga en leche, variando la fuerza centrífuga aplicada

#### **Trabajo Práctico N 5: TAMIZADO**

Determinación de superficie específica de una mezcla

Determinación de tamaño medio de partículas

Determinación del número de partículas de una mezcla

**Se trabajará en resolución de problemas ingenieriles con un crédito horario de 10 hs**

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

Plan de Trabajos Prácticos

Trabajo Práctico N 1: Determinación de la pérdida de carga en cañerías de la sala de máquinas en planta piloto

Trabajo Práctico N 2: AGITACION Y MEZCLA DE FLUIDOS

Comparar tipo de flujo en tanques agitados:

- a) Para un agitador de hélice de 3 palas
- b) Para un agitador de turbina
- c) Para una paleta de seis palas

Trabajo Práctico N 3: FILTRACION

Determinación de las constantes de filtración a presión constante

Determinación del tiempo requerido para la filtración con la ecuación básica integrada a presión constante

Comparación del tiempo de filtración obtenido teóricamente con el real medido experimentalmente

### **VIII - Regimen de Aprobación**

METODOLOGÍA DE DICTADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA

Condiciones para alcanzar la Regularidad:

- Asistencia al 80% de los Prácticos de Resolución de Problemas
- Asistencia al 100% de los Trabajos Prácticos de Laboratorio
- Aprobación del 100% de los informes de Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- Aprobación de dos Evaluaciones Parciales con 70 puntos sobre 100, o en alguna instancia de sus dos recuperaciones, que comprenderán los siguientes temas:

Primera Evaluación Parcial: Unidades temáticas 1,2 y 3

Segunda Evaluación Parcial: Unidades temáticas 4,5 y 6

Las Recuperaciones se tomarán con una semana de diferencia respecto a las fechas fijadas para los parciales, correspondiendo dos recuperaciones por parcial.

METODOLOGÍA DE DICTADO Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA

METODOLOGÍA: El dictado se realizará mediante teoría interactivas, trabajos prácticos y entrenamiento en planta piloto. La evaluación forma parte del proceso de enseñanza y aprendizaje y se llevara a cabo en dos etapas:

Evaluación durante el dictado de la asignatura: Régimen de regularidad.

Evaluación final de los conocimientos de la asignatura: Régimen de aprobación.

REGIMEN DE REGULARIDAD:

Condiciones para promocionar el curso:

Los requisitos para alcanzar la aprobación de la asignatura son los siguientes:

- 1.- Aprobar un examen escrito de resolución de problemas. Se puede contar con bibliografía y uso de computadora.
- 2.- Aprobar un examen cuyo contenido es la fundamentación teórica y aplicación de los contenidos de la materia. El alumno extraerá dos bolillas, elegirá una unidad para desarrollarla y será interrogado por el tribunal de esa unidad y de otra de las unidades sorteadas

Régimen de Promoción sin examen final:

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:

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

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

Régimen de Promoción con examen final para Alumnos 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 de la asignatura

## **IX - Bibliografía Básica**

- [1] [1] Ibarz Albert. Operaciones Unitarias en Ingeniería en Alimentos. 1a. ed. / Madrid : Mundi Prensa, 2005.
- [2] [2] M.J.Lewis. Propiedades físicas de los alimentos y de los Sistemas de procesado. Editorial Acribia, 01 ed, 1993.
- [3] [3] R.L.Earle. Ingeniería de los alimentos:Las operaciones basicas aplicadas a la tecnologia de los alimentos, Editorial Acribia, 01 ed., 1968.
- [4] [4] Toledo Romeo T. Fundamentals of food Process Engineering.3rd. ed. / New York : Springer Science Business Media, 2007.
- [5] [5] Heldman Dennis R., Lund Daryl B.Handbook of food engineering.1992, Editorial Marcel Dekker,Inc.
- [6] [6] Ibarz, Albert, Barbosa Canovas Gustavo, Unit Operation un Food Engineering, CRC Press, 2003
- [7] [7] Fellows, P. Tecnología del Procesado de alimentos: Principios y Prácticas, Ed. Acribia, 1994
- [8] [8] Mc.Cabe- Smith. Operaciones unitarias en ingeniería química. 7a. ed. / México : McGRaw-Hill/Interamericana, 2007.
- [9] [9] Foust. "Principios de Operaciones Unitarias." Editorial Mc. Graw- Hill, 01 ed., 1980.
- [10] [10] Heldman, Singh, Introducción a la Ingeniería de los alimentos, Editorial Acribia S.A.- 1998
- [11] [11] Perry 3 , 5 , y 6 . "Manual del Ingeniero Químico." Editorial Mc. Graw- Hill.Editorial Ceca.03 ed., 1997-1998
- [12] [12] Holland F.A. "Flujo de Fluidos para Ingenieros Químicos" Editorial Geminis.

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] [1] Coulson And Richardson. Ingeniería Química.Editorial Pergamon, 01 ed., 1984.

- [2] [2] Hicks, Tyler G. Bombas: Su selección y Aplicación. Editorial Cecsca. 01 ed., 1980.
- [3] [3] Streter V. Mecánica de los fluidos. Editorial Mc. Graw- Hill.
- [4] [4] Costa Novella y Cols. "Ingeniería Química"- Tomo 3: Flujo de fluidos. Editorial Alhambra Universidad, 01 ed., 1985.
- [5] [5] Rosales, R. C. Manual de Mantenimiento Industrial, 01 ed., 1989.
- [6] [6] Karassik, Igar J. Bombas centrífugas: Selección, Operación y Mantenimiento.

## XI - Resumen de Objetivos

Dotar al futuro profesional de una metodología de resolución de problemas ingenieriles, para un buen diseño de los equipos utilizados en la industria donde se llevan a cabo operaciones basadas en la transferencia de cantidad de movimiento. Se pretende que el alumnos se familiaricen con el funcionamiento de los equipos, como también con criterios económico-energéticos, incluyendo el mantenimiento mínimo y óptimo de los aparatos entre los parámetros de diseño y/o adopción.

Adicionalmente se pretende que el futuro profesional adquiera criterios de discernimiento en la adopción y/o elección de equipos, accesorios, etc.

## XII - Resumen del Programa

### UNIDAD TEMÁTICA I: CIRCULACIÓN INTERNA DE FLUIDOS

#### Bolilla 1

##### CONTENIDOS:

- 1.1 - Equipo para el flujo de fluidos y en paralelo. Diámetro óptimo.
- 1.2- Tendidos típicos para el transporte de fluidos incompresibles.
- 1.3- Medidores de caudal
- 1.4- Medidores de caudal de área variable

#### Bolilla 2

##### CONTENIDOS:

- 2.1- Impulsión de líquidos: Bombas
  - 2.1.1- Bombas centrífugas
  - 2.1.2- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas
  - 2.1.3 - Bombas Especiales de engranajes y tornillo.
- 2.2- Criterios de Selección del tipo de Bomba
- 2.3- Ventiladores. Soplantes y Compresores.

### UNIDAD TEMÁTICA 2: AGITACIÓN Y MEZCLA DE FLUIDOS

#### Bolilla 3

##### CONTENIDOS:

- 3.1- Objeto de la operación de mezclado: Generalidades sobre tipos básicos de mezcladores.
- 3.2- Grupos adimensionales para mezclado.
- 3.3- Consumo de potencia
- 3.4- Criterios de efectividad en el mezclado
- 3.5- Mezclado de sólidos y pastas

### UNIDAD TEMÁTICA 3: FLUJO DE FLUIDOS a TRAVÉS de LECHO de SÓLIDOS.

#### Bolilla 4

##### CONTENIDOS

- 4.1- Caracterización de partículas
- 4.2- Filtración

#### Bolilla 5

CONTENIDOS:

5.1-- Fluidización

UNIDAD TEMÁTICA 4: MOVIMIENTO DE SÓLIDOS EN EL SENO DE FLUIDOS.

Bolilla 6

CONTENIDOS

6.1- Flujo alrededor de objetos sumergidos

6.2- Clasificación

Bolilla 7

CONTENIDOS:

7.1- Sedimentación gravitacional

7.2- Flotación, generalidades

UNIDAD TEMÁTICA 5: SEPARACIÓN CENTRIFUGA

Bolilla 8

CONTENIDOS

8.1- Centrifugación: Generalidades

8.2- Centrífuga de disco

8.3- Centrífuga de rotor macizo

Factor sigma ( )

8.4- Clasificación Centrífuga(Ciclones)

UNIDAD TEMÁTICA 6 : OPERACIONES CON SÓLIDOS

Bolilla 9

CONTENIDOS:

9.1- Transporte de sólidos Consumo estimado de potencia

9.2- Desintegración mecánica de sólidos

9.3- Tamizado: Tamaño de partículas

### **XIII - Imprevistos**

Ante inconvenientes de dictado se trabajará con las acciones mas importantes a efectos de minimizar sus efectos.

### **XIV - Otros**