



Universidad Nacional de Luján  
Departamento de  
Tecnología



DISPOSICION PRESIDENTE/A DEL CONSEJO DIRECTIVO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DISPPCD-T  
: 183 / 2025

LUJÁN, BUENOS AIRES

VISTO: La presentación del programa de la asignatura Operaciones Unitarias II (40941) correspondiente a la Carrera de Ingeniería en Alimentos efectuada por el Profesor Responsable; y

CONSIDERANDO:

Que el referido programa se presentó ante la Comisión Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, la que aconseja su aprobación.

Que corresponde al Consejo Directivo la aprobación de los programas de las asignaturas de las distintas carreras a las que presta servicios académicos este Departamento, conforme el artículo 64, inciso d) del Estatuto de esta Universidad.

Que el Consejo Directivo Departamental, mediante Disposición DISPCDTLUJ: 0000357/14, delegó en su Presidente la emisión de actos administrativos de aprobación de programas de asignaturas, que cuenten con el informe favorable de la Comisión Plan de Estudios correspondiente.

Por ello,

LA PRESIDENTA DEL CONSEJO DIRECTIVO  
DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

D I S P O N E:

ARTÍCULO 1°.- CONVALIDAR el programa de la asignatura Operaciones Unitarias II (40941): 2023 - 2024 - Plan 01.09, correspondiente a la Carrera de Ingeniería en Alimentos, que como Anexo forma parte de la presente Disposición.-



*Universidad Nacional de Luján*

Departamento de  
Tecnología



ARTÍCULO 2°.- Regístrese, comuníquese, remítase a la Dirección General de Asuntos Académicos. Cumplido, archívese.-

Mg. Jimena O. MAZIERES - Presidenta Consejo Directivo - Departamento de Tecnología

---

**DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD:** 40941 – Operaciones Unitarias II

**TIPO DE ACTIVIDAD ACADÉMICA:** Asignatura

**CARRERA:** Ingeniería en Alimentos

**PLAN DE ESTUDIOS:** 01.09

---

**DOCENTE RESPONSABLE:**

Ing. Miguel Ángel TRUNZO – Profesor Adjunto

**EQUIPO DOCENTE:**

Ing. Claudio FOCHESATTO – Jefe de Trabajos Prácticos

Ing. Jesica GOMEZ - Ayudante de Primera

Oriana MANGINI – Ayudante de Segunda

---

**ACTIVIDADES CORRELATIVAS PRECEDENTES:**

PARA CURSAR:

Estrictas: Operaciones Unitarias I (40940) en condición de Regular. Recomendadas: no tiene. PARA APROBAR:

Estrictas: Operaciones Unitarias I (40940) en condición de Aprobada. Recomendadas: no tiene.

CARGA HORARIA TOTAL:

HORAS SEMANALES: 8

HORAS TOTALES: 120

DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LA CARGA HORARIA:

TEÓRICAS: 60 horas (50 %)

PRÁCTICAS: 60 horas (50 %)

PERÍODO DE VIGENCIA DEL PRESENTE PROGRAMA: 2023 - 2024

### **CONTENIDOS MÍNIMOS O DESCRIPTORES**

En base a los principios de la termodinámica y los fenómenos de transporte, se abordan las operaciones que involucran transferencias de calor y/o materia (cristalización, concentración, deshidratación, destilación, extracción, absorción y desorción gaseosa)

Sobre esa base se procura alcanzar la capacidad de pre-dimensionar y calcular los equipos correspondientes y lograr la adaptación a situaciones nuevas o desconocidas mediante razonamientos basados en criterios racionales.

---

### **FUNDAMENTACIÓN, OBJETIVOS, COMPETENCIAS**

#### **FUNDAMENTACIÓN**

Esta Asignatura juntamente con las asignaturas anteriores Fenómenos de Transporte y Operaciones Unitaria I; son parte de una disciplina que estudia los aspectos teóricos propios de las transferencias de propiedades físicas conservativas y de su aplicación a la resolución de problemáticas de tipo tecnológico. Esto hace que las tres asignaturas sean consecutivas con una continuidad lógica. En esta asignatura se estudian operaciones donde se produce transporte de calor y/o de materia, en la mayoría de las cuales se deben tener en cuenta a las operaciones anteriores de transporte de cantidad de movimiento.

Conviene profundizar este objetivo para visualizar la real entidad de estas asignaturas, diferente en algunos aspectos de los casos comunes y generales de la Ingeniería Química. Cuando se las plantea en el marco de la Ingeniería en Alimentos se integran dos elementos, los conceptos básicos y técnicos de una operación genérica aplicable a cualquier sistema fisicoquímico, y un producto particular de características especiales y específicas (tales como la carga microbiana, la actividad enzimática, la capacidad de producir una reacción química intrínseca que modifique la calidad esperada, la capacidad de cesión iónica, la sensibilidad al calor, etc.).

Estos conceptos son sencillos pero fundamentales para el Ingeniero en Alimentos; en acuerdo con el Plan de Estudios de la carrera, resulta importante incorporarlos en las asignaturas Operaciones Unitarias I y II. En las asignaturas siguientes, Procesos Industriales I y II, la visión del procesamiento es más general y se tienen en cuenta otros factores, muchos de ellos no ingenieriles, en una visión macroscópica. La asignatura forma al alumno en el dominio del conocimiento de algunas de las operaciones unitarias que se utilizan en los procesamientos de alimentos.

Proporciona al alumno la base suficiente para que como graduado pueda desenvolverse eficientemente en el diseño, seguimiento y control de las operaciones unitarias a nivel industrial.

#### **OBJETIVOS**

Generales:

Aplicación tecnológica de las leyes de Conservación y de los principios que rigen a los Fenómenos de Transporte en Operaciones utilizadas durante el procesamiento de alimentos.

Específicos:

- 1) Conocer los fundamentos de las Operaciones que incluyen transferencias de calor y/o materia, a partir de los aspectos teóricos de las Leyes de Conservación y de las transferencias de calor y materia.
  - 2) Calcular y pre-dimensionar la capacidad de los equipos adecuados para cada caso particular, por aplicación directa de los aspectos teóricos.
  - 3) Lograr la adaptación a situaciones problemáticas nuevas o desconocidas mediante razonamientos criteriosos.
-

## **CONTENIDOS**

### **UNIDAD Nº 1.-**

#### **OPERACIONES QUE INVOLUCRAN FORMACIÓN DE CRISTALES**

Cristalización. Formación de cristales: nucleación y crecimiento.

Congelación. Diferencias frente a la cristalización. Su importancia en la conservación de alimentos.

Fenómenos de congelamiento y descongelamiento. Curvas de congelamiento. Curvas calorimétricas.

Sistemas de congelamiento. Frío mecánico. Frío criogénico. IQF. Congelamiento parcial (Crusting).

Equipamiento para operaciones continuas y discontinuas. Cálculo del tiempo de congelamiento.

Ecuación de Planck. Construcción de curvas calorimétricas. Equipos de congelamiento criogénico y mecánico.

Métodos numéricos para solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones.

### **UNIDAD Nº 2.-**

#### **OPERACIONES DE CONCENTRACIÓN**

Concentración por evaporación. Evaporadores. Teoría y cálculo. Utilización del vacío. Evaporación en simple y múltiple efecto y con re-compresión. Evaporación con recuperación de aromas y con "corte".

Problemática de la evaporación de un alimento líquido. Optimización de una operación de evaporación de un alimento. Otros métodos de concentración: a través de membranas y por crio-concentración.

Análisis y estudio comparativo respecto de la evaporación.

Métodos numéricos de resolución de matrices numéricas de "n" ecuaciones con "n" incógnitas, matriz traspuesta y otros métodos.

### **UNIDAD Nº 3.-**

#### **OPERACIONES DE DESHIDRATACIÓN**

La deshidratación como método de preservación de alimentos. Estudio de velocidad de deshidratación.

Períodos de deshidratación con velocidad constante y con velocidad decreciente. Cinética de la deshidratación. Humedad residual óptima de un alimento deshidratado. Cálculos. Distintos tipos de

secaderos de bandejas, de túnel, por atomización. Equipos. Capacidad de remoción de agua.

Deshidratación por liofilización. Fundamento del método. Equipos.

Métodos numéricos para solución de ecuaciones lineales y sistemas de ecuaciones.

### **UNIDAD Nº 4.-**

#### **OPERACIONES CON ESTADIOS DE EQUILIBRIO**

Extracción. Diagramas triangulares. Extracción sólido-líquido y líquido-líquido. Metodología de la extracción. Extracciones simples, múltiples, continuas y discontinuas. Cálculos.

Equipos Destilación. Fundamento físico de la operación. Equilibrio líquido-vapor. Volatilidad relativa.

Distintos tipos de destilación Análisis de parámetros de diseño. Equipos.

Métodos numéricos y gráficos para determinar "n" condiciones de equilibrio con aplicaciones de sistemas de ecuaciones

### **UNIDAD Nº 5.-**

#### **APLICACIONES DE TRANSFERENCIA EN ESTADO NO ESTACIONARIO**

Perfiles de temperatura y de concentración en sistemas en función del tiempo y la distancia a la fuente.

Aplicaciones: escaldado de alimentos. Freído. Optimización del tiempo de procesamiento. Equipos.

Cálculo de variables de diseño.

Método de cálculo aplicando gráficas de transferencia en estado no estacionario aplicando ecuaciones diferenciales en coordenadas lineales, radiales y polares.

---

### **METODOLOGÍA**

La asignatura se desarrolla mediante una modalidad teórico-práctica. La teoría se desarrolla en clases expositivas complementadas por medios audiovisuales.

Las clases prácticas son de dos tipos:

1. Resolución y discusión de resultados de problemas en el aula de todas las unidades del programa analítico de la asignatura.
2. Trabajos prácticos experimentales en la Planta Piloto:
  - 2.1 Determinación de los parámetros de proceso del concentrador por evaporación.
  - 2.2 Determinación de las curvas calorimétricas de un alimento.

---

### **TRABAJOS PRÁCTICOS**

La Asignatura tiene previsto la ejecución de tres trabajos prácticos, uno relativo a la utilización de un equipo de Evaporación que se encuentra instalado en la Planta Piloto, donde los alumnos podrán hacer mediciones de variables de proceso y además utilizarán herramientas aprendidas en el aula y que podrán poner en práctica durante el ensayo piloto con el equipo.

Otra tarea será la de relacionar flujo de calor en diferentes procesos de conservación de alimentos, ya de sea de penetración de calor o sesión de calor durante un Fenómeno de Congelamiento /Refrigeración de un alimento específico.

Otro trabajo corresponde a la deshidratación de alimentos, donde se utiliza equipamiento del laboratorio central de la UNLu, específicamente el liofilizador.

Todos los trabajos son presenciales, y serán desarrollados en el aula en el laboratorio y en la Planta Piloto de la Universidad.

Como parte de los Trabajos Prácticos los estudiantes realizan discusiones puestas en común de conceptos y una Investigación de una Tecnología aplicada a la conservación de alimentos, para lo cual deberán presentar un informe escrito y desarrollar una presentación al grupo docente y a sus compañeros para presentar el tema, este trabajo lleva una nota conceptual por alumno.

---

### **REQUISITOS DE APROBACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:**

CONDICIONES PARA PROMOVER (SIN EL REQUISITO DE EXAMEN FINAL) DE ACUERDO AL ART.23 DEL RÉGIMEN GENERAL DE ESTUDIOS RESHCS 261-21 y su ANEXO PARA CARRERAS CON MODALIDAD PEDAGÓGICA A DISTANCIA

- a) Tener aprobadas las actividades correlativas al finalizar el turno de examen extraordinario de ese cuatrimestre.
- b) Cumplir con un mínimo del 75 % de asistencia.
- c) Llevar a cabo todos los trabajos prácticos experimentales previstos en este programa pudiendo recuperarse hasta un 25% del total por ausencias o aplazos.
- d) Aprobar el 100% de las tres (3) Evaluaciones previstas con un promedio no inferior a seis (6) puntos sin recuperar ninguna.
- e) Aprobar en la última clase, una Evaluación escrita u oral, integradora de temas teóricos de la asignatura con calificación no inferior a siete (7) puntos.

CONDICIONES PARA APROBAR COMO REGULAR (CON REQUISITO DE EXAMEN FINAL) DE ACUERDO AL ART.24 DEL RÉGIMEN GENERAL DE ESTUDIOS RESHCS 261-21 y su ANEXO PARA CARRERAS CON MODALIDAD PEDAGÓGICA A DISTANCIA

- a) Estar en condición de regular en las actividades correlativas al momento de su inscripción al cursado de la asignatura.
- b) Cumplir con un mínimo del 75 % de asistencia.
- c) Llevar a cabo todos los trabajos prácticos experimentales previstos en este programa pudiendo recuperarse hasta un 40 % del total por ausencias o aplazos.
- d) Aprobar el 100% de las tres (3) Evaluaciones previstas compuestas por cálculos similares a los realizados en clase en el período que se evalúa con calificación no inferior a cuatro (4) puntos, pudiendo recuperar solo una de las mismas. Cada evaluación solo podrá recuperarse en una oportunidad.

#### **EXÁMENES PARA ESTUDIANTES EN CONDICIÓN DE LIBRES**

1. Para aquellos estudiantes que, habiéndose inscriptos oportunamente en la presente actividad hayan quedado en condición de libres por aplicación de los artículos 22, 25, 27, 29 o 32 del Régimen General de Estudios, SI podrán rendir en tal condición la presente actividad.
2. Para aquellos estudiantes que no cursaron la asignatura y se presenten en condición de alumnos libres en la Carrera, por aplicación de los artículos 10 o 19 del Régimen General de Estudios, SI podrán rendir en tal condición la presente actividad.
3. Los estudiantes que en fecha que fija la Universidad, se presenten a rendir examen en condición de libres deberán aprobar en forma sucesiva:
  - 3.a- Los trabajos prácticos experimentales.
  - 3.b- Una evaluación escrita, compuesta por cálculos similares a los realizados en clase durante todo el cursado.
  - 3.c- Una evaluación escrita de temas teóricos o una exposición oral integradora de conceptos.

---

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA:**

BRENNAN, J., BUTTERS, J., COWELL, N., LILLY, A., *Las operaciones de la Ingeniería de Alimentos*, 3ª edición. Ed. Acribia, 1998.

CASP, A., ABRIL, J., *Procesos de conservación de alimentos*, 2ª Edic., Ed. Mundi Prensa, 2003 FELLOWS, P., *Tecnología del procesamiento de los alimentos*, Ed. Acribia, 1994

GEANKOPLIS, C., *Proceso de transporte y principios de proceso de separación*, Ed. CECSA, 2006 KERN, D., *Principios de transferencia de calor*, Ed. Continental, 2001

LOMAS-ESTEBAN, M., *Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos*. Ed. Acribia, 2002

MADRID-VICENTE, A., GOMEZ-PASTRANA, J., MADRID-CENZANO, J., *Refrigeración, congelación envasado de los alimentos*, Ed. Mundi Prensa, 2003

MACCABE, W., HARRIOT, P., SMITH, J., *Operaciones básicas en Ingeniería Química*, Ed. McGraw-Hill, 2007 RICHARDSON, P., *Tecnologías térmicas para el procesamiento de los alimentos*. Ed. Acribia, 2005

##### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

CHARM, S., *Fundamentals of Food Engineering*, AVI Publishing Co, 1971

FOUST, A., CLUMP, C., MAUS, L., ANDERSEN, L., WENZEL, L., *Principios de Operaciones Unitarias*, Ed. CECSA, 1961

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
**PROGRAMA OFICIAL**

6/6

KAREL, M., LUND, D., FENNEMA, O., *Physical Properties of Food Preservation*, Vol. II, M. Decher (Edit.), 1980

LONCIN, M., CARBALLO, J., *TÉCNICA DE LA Ingeniería alimentaria*, Ed. Dossat, 1965. PERRY, R., GREEN, D. *Chemical Engineer's Handbook*, 6ª Edic., Ed. McGraw-Hill, 1984 TREYBAL, R., *Operaciones con transferencia de masa*, Ed. McGraw-Hill, 1988

---

DISPOSICIÓN DE APROBACIÓN: PCDD



Ing. Miguel Angel Trunzo  
Prof. Responsable



**Hoja de firmas**