



Rosario, 12 de noviembre de 2021.-

VISTO El expediente I.D. N° 8127438 presentado por el Consejo Departamental de Ingeniería Química, relacionado con el programa analítico de la asignatura electiva "Procesos y Equipos en la Industria de los Alimentos", de la carrera Ingeniería Química, y

**CONSIDERANDO**

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85° del Estatuto Universitario.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

**RESUELVE:**


**ARTÍCULO 1°.-** Aprobar el programa analítico de la asignatura electiva "Procesos y Equipos en la Industria de los Alimentos", que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Química a partir del Ciclo Lectivo 2022.

**ARTÍCULO 2°.-** Establecer que la misma tendrá validez durante cuatro ciclos lectivos consecutivos, según la Ordenanza N° 1383 – Lineamientos para la implementación de asignaturas electivas para las carreras de grado en el ámbito de la Universidad.

**ARTÍCULO 3°.-** Regístrese. Comuníquese. Cumplido, archívese.

**RESOLUCIÓN N° 437**

UTN
FRRo
C.D.
S.R.

  
Ing. Rubén Fernando CICCARELLI  
Decano

  
Ing. Antonio Luis MUIÑOS  
Secretario Académico



## I. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

ASIGNATURA		
PROCESOS Y EQUIPOS EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS		
CARRERA	DEPARTAMENTO	CARÁCTER
Ingeniería Química	Ingeniería Química	Electiva
BLOQUE		AREA DE CONOCIMIENTO
Tecnologías aplicadas		Tecnología alimentaria
NIVEL DE IMP.	CARGA HORARIA	RÉG. DE DICTADO
V	4 (128) horas cátedra	Anual
CORRELATIVIDADES		
	Aprobadas	Regulares
Para cursar:	Fisicoquímica, Fenómenos de Transporte	Operaciones Unitarias I, Tecnología de la Energía Térmica, Operaciones Unitarias II
Para rendir:	Operaciones Unitarias I, Tecnología de la Energía Térmica, Operaciones Unitarias II	

## II. FUNDAMENTACIÓN DE LA MATERIA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS

En la presente materia se tratarán fundamentos teóricos abordados oportunamente en asignaturas correlativas, pero los contenidos serán aplicados específicamente al área de la tecnología de los alimentos. La adecuación de contenidos estará enfocada en la transformación de materia prima a productos, con vistas a preservar la calidad del alimento bajo análisis. De este modo, para cada operación unitaria estudiada se verán las tecnologías de procesamiento y todas las opciones de equipamiento disponible, resaltando las ventajas y desventajas del uso de los mismos en cuanto a la calidad y seguridad alimentaria.

## III. ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

Se requiere que el alumno maneje adecuadamente todos los conceptos desarrollados en Operaciones Unitarias I y II y Tecnología de la Energía Térmica, dado que se abordarán las operaciones unitarias y los equipos necesarios, por medio de todos los balances de materia y energía que intervienen. Por otro lado, dado que los alimentos pueden ser tanto sólidos como líquidos, es relevante la fundamentación teórica adquirida en Fenómenos de Transporte. Se pretende inicializar al alumno en los conceptos de diseño de equipos como también en la optimización de los procesos alimenticios, bajo ciertas restricciones de calidad y seguridad alimentaria.

## IV. OBJETIVOS

Al aprobar la asignatura, el alumno es capaz de:



- ✓ RA1 Interpretar las distintas operaciones unitarias desde el punto de vista de los balances de materia y energía, con el fin de evaluar la calidad del producto final y costos asociados.
- ✓ RA2 Relacionar los datos obtenidos experimentalmente con los obtenidos utilizando modelos teórico-prácticos, para analizar la calidad de ajuste de los modelos abordados en clases.
- ✓ RA3 Examinar las condiciones de operación en cada una de las operaciones unitarias involucradas en el procesamiento de los alimentos, con el objetivo de resguardar la calidad nutricional y sensorial del alimento bajo estudio.
- ✓ RA4 Operar los equipos de laboratorio y planta piloto correspondientes, verificando previamente las condiciones de seguridad y cuidado para su manejo, de manera de adaptarse a los protocolos de manejo de equipos.
- ✓ RA5 Desarrollar la capacidad grupal e individual de análisis y la elaboración de conclusiones sobre los resultados obtenidos durante las actividades prácticas, considerando la metodología seguida y los aspectos teóricos abordados.

## V. CONTENIDOS

### Tema 1 - Procesos térmicos

Métodos para estimar la letalidad de los procesos térmicos. Determinación de los perfiles de tiempo-temperatura. Optimización de esterilización. Degradación de los factores de calidad. Esterilización y cocción integradas. Esterilización comercial. Equipamiento. Ejemplos de procesamiento térmico de alimentos: escaldado de vegetales, pasteurización, esterilización, cocción.

### Tema 2 - Secado

Consideraciones teóricas. Propiedades térmicas. Psicrometría. Períodos de secado. Mecanismo de secado. Puntos críticos. Velocidad de secado. Ecuación de Fick. Difusividad efectiva y energía de activación. Contracción del material. Distintas clases de secaderos: de columna, de caballetes, de túnel, de bandejas, spray.

*Trabajo Práctico (Laboratorio):* Determinación de las curvas de las etapas de secado de materiales alimenticios húmedos en estufa de laboratorio. Adecuación de los modelos teóricos a los resultados experimentales.

*Trabajo Práctico (Gabinete de Informática):* Diseño de un secadero de bandejas

### Tema 3 - Molienda y Tamizado

Molienda: Leyes de la desintegración: Ley de Rittinger, Ley de Kick, Ley de Bond. Expresión práctica del trabajo necesario. Distintos tipos de molinos: de rodillos, a martillos, a discos. Laminado de harinas mediante molinos a rodillos para la obtención de hojuelas. Importancia

---



de la separación de polvo. Reciclo en la molienda. Aspectos de seguridad. Acondicionamiento de los materiales antes de la molienda, molienda de trigo. Grado de extracción.

Tamizado: Ley general de Rosin, Rammler y Sperling (RRS), modificada por Bennet. Tamaño medio estadístico. Grado de uniformidad. Curva de distribución de tamaños. Ley Gaussiana para productos de molturación muy fina. Curvas de Retenidos y acumulados. Tamices Tyler.

*Trabajo Práctico (Planta Piloto):* Realización de la molienda y tamizado de distintos productos alimenticios en los molinos disponibles bajo diferentes condiciones de acondicionamiento y de energía aplicada con o sin reciclo. Adecuación de los modelos teóricos a los resultados experimentales.

#### Tema 4 - Extracción

Consideraciones teóricas. Factores que condicionan la operación. Balances de materia para sistemas discontinuos. Sistemas de extracción continuos en serie y en paralelo. Regla de la palanca. Diagramas de temperatura- fracción molar. Diagramas de fracción molar de soluto en el solvente y en el sólido para la extracción propiamente dicha y para la contaminación. Ecuación de Raleigh. Difusión de un soluto de una a otra fase en estado no estacionario. Distintas clases de extractores.

*Trabajo Práctico (Laboratorio):* Determinación de la constante de difusión y la concentración del soluto en ambas fases, para sistemas de extracción discontinuo y semidiscontinuo. Adecuación de los modelos teóricos a los resultados experimentales.

#### Tema 5 - Enfriamiento y Cristalización

Influencia de la temperatura en la calidad de los alimentos. Aplicación del frío a los alimentos: Reducción de la temperatura; cargas de refrigeración. Enfriamiento. Tiempos de semi-enfriamiento. Enfriamiento con agua, aire y mediante vacío: tipos, ventajas y desventajas. Factores que influyen en la velocidad. Aplicaciones. Almacenamiento refrigerado

Fundamentos de la cristalización. Formación de los núcleos o gérmenes cristalinos. Crecimiento de los cristales. Curvas de enfriamiento lento y rápido. Distintos tipos de cristalizadores. Índice de contenido de sólidos (SCI).

*Trabajo Práctico (Gabinete de informática):* Diseño de cámaras frigoríficas.

#### Tema 6 - Congelación

Estimación de las propiedades térmicas de alimentos congelados. Aspectos tecnológicos del proceso de congelación. Estimación del tiempo de congelación. Transferencia de calor con cambio de fase simultáneo. Método de Plank. Equipamiento utilizado en la congelación de alimentos.

#### Tema 7 – Reología y Extrusión

---



Consideraciones teóricas. Tipos de Fluidos. Modelos. Influencia de la temperatura y humedad en la determinación de la viscosidad de fluidos alimenticios. Explicación del funcionamiento de un extrusor. Distintas zonas y fenómenos característicos. Clasificación de extrusores. Principales factores que influyen sobre la naturaleza de los productos extruidos. Métodos de evaluación del material extruido. Diseño de un extrusor.

#### Tema 8 - Evaporación

Consideraciones teóricas. Balances de materia y energía. Regla de Dühring. Influencia de la presión. Sistemas de vacío. Evaporador simple. Múltiples efectos. Ecuación de Raleigh. Distintas clases de evaporadores.

*Trabajo Práctico* (Gabinete de Informática): Diseño de evaporadores múltiples efectos

### **VI. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

**Formación Teórica:** Se realizan clases expositivas de los contenidos teóricos en pizarrón y utilizando los medios audiovisuales disponibles en el Departamento de Ingeniería Química.

Previo a la realización de los trabajos prácticos de laboratorio y de las experiencias en planta piloto, los alumnos reciben una explicación detallada de los fundamentos teóricos subyacentes, los objetivos de los prácticos y la metodología a seguir, apoyando la fundamentación con guías prácticas de los mismos.

#### **Formación Práctica: Trabajo de Campo**

En planta piloto se llevan a cabo experiencias relacionadas con el equipamiento disponible y con funcionamiento seguro: molino de cuchillas, molino de bolas, equipo ro-tap.

Los laboratorios se utilizan para realizar los trabajos prácticos de secado de vegetales, empleando estufas de secado convectivo y a vacío, extracción de solutos contenidos en sólidos alimenticios mediante sistemas discontinuos y semi-discontinuos, cristalización de mezclas alimenticias, etc.

A partir de los resultados experimentales obtenidos, los alumnos deben verificar las ecuaciones de los modelos teóricos y su comparación gráfica con los resultados experimentales, analizar las diferencias y extraer conclusiones. La finalización del trabajo práctico se concreta con la entrega y defensa del informe correspondiente, realizado según los lineamientos requeridos por la cátedra.

Se plantean actividades en el gabinete de informática, de modo que los alumnos se familiaricen con distintos softwares que le permitirán funcionar como una herramienta auxiliar para el diseño de equipos.

La carga horaria de los trabajos prácticos es variable. Estos trabajos prácticos no pueden realizarse normalmente en el período de una clase normal, ya que en general los equipos deben ponerse en régimen desde el punto de vista fluidodinámico y de la transmisión calórica.

---



Por ello es que hemos creado la figura de “Laboratorio y Planta Piloto Abiertos” de manera que los alumnos, guiados siempre por un docente de la cátedra, realizan las actividades de campo con el tiempo suficiente para el desarrollo de la metodología, la aplicación de los conceptos explicados durante las clases teóricas y la implementación de todos los experimentos, que se consideren necesarios para asegurar la obtención de resultados apropiados.

Asimismo, se utilizan los laboratorios pertenecientes al Departamento de Ingeniería Química para realizar las determinaciones analíticas de las muestras obtenidas en las experiencias realizadas en planta piloto. Para tal fin, se explican y utilizan métodos analíticos de aplicación común en los laboratorios de las industrias, permitiendo que los alumnos obtengan de primera mano una visión del trabajo que en los mismos se realizan como apoyo a las actividades productivas, así como los principios básicos según los cuales operan los instrumentos de laboratorio que se disponen en los citados laboratorios.

## **VII. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA**

### Clases Teóricas

Las clases teóricas se componen de una parte expositiva de los conceptos requeridos, seguidas del análisis y discusión de los mismos con ejemplos. La exposición contendrá una parte introductoria donde se plantean los objetivos, y se ubican los mismos en el contexto de la materia. Luego una parte de desarrollo donde se exponen los contenidos en forma ordenada y clara. Finalmente, una parte de conclusiones que contemple la revisión de lo expuesto, recalcando los contenidos más importantes.

### Clases Prácticas

En estas clases, el alumno asimilará los conceptos adquiridos en las clases teóricas, despertando interés por los temas tratados, despejando las dudas y favoreciendo la fijación de los conocimientos por medio de la resolución de diversos problemas. En estas clases el docente deberá evaluar el grado de asimilación de los conocimientos. Para cumplir con esto deberá fomentar la discusión y una amplia participación del alumno. Ayudará a estos objetivos la aplicación de los conocimientos a ejemplos característicos y a que se enfrenten con el problema en forma individual.

### Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos tienen como objetivo desarrollar el razonamiento del alumno para que sea capaz de relacionar los conceptos teóricos con situaciones reales, estimularlo para el trabajo en equipo y la importancia del aporte de ideas, aplicar los conocimientos adquiridos para ganar confianza en la teoría y verificar sus limitaciones, contribuir al desarrollo de la creatividad del alumno mediante el planteo de situaciones novedosas a las originalmente propuestas y demostrar la necesidad de documentar el trabajo realizado.

## **VIII. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

Las condiciones para la regularización de la asignatura implican:

---



a) la asistencia a los trabajos prácticos.

b) la presentación de un informe por práctico por comisión, en los que se les solicita una interpretación de los datos experimentales en función de los conceptos teóricos y la comparación con los modelos teóricos establecidos.

c) coloquio de los distintos prácticos entre todos los integrantes de cada comisión.

Asimismo, se tomarán dos parciales teóricos-prácticos, con objeto de evaluar los conocimientos adquiridos por los alumnos, al final de cada cuatrimestre. La aprobación de todos los exámenes teóricos-prácticos, además del cumplimiento de los puntos a), b), y c) son condiciones necesarias y suficientes para la promoción de la asignatura.

Los alumnos tendrán la opción de recuperar uno de los dos parciales en caso de no haber aprobado alguno de los dos. Dicha instancia de recuperación será programada luego del segundo parcial.

Al principio del dictado de clases, se les explica en detalle a los alumnos la modalidad de promoción de la asignatura. En adición, durante todo el año se resaltan las principales consideraciones teórico- prácticas que deberán tener en cuenta al presentarse al examen final de la misma.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

### Básica

- ✓ Manual de Industrias de los Alimentos, M. D. Ranken, Ed. Acribia (1998)
- ✓ Tecnología del Procesado de Alimentos, P. Fellows, Ed. Acribia (1994).
- ✓ Fundamentos de Tecnología de los Alimentos, H. Tscheuschner, Ed. Acribia (2001)
- ✓ Manual de Conservación de los Alimentos, S. M. Rahman, Ed. Acribia (2002)
- ✓ Introduction to food engineering. Singh, R. P., & Heldman, D. R. Gulf Professional Publishing(2001)

### Complementaria

- ✓ Elementos de Ingeniería Química - A. Vian, J. Ocón (2007)
- ✓ Operaciones unitarias en ingeniería química – W. L. McCabe. Ed. Acribia (1999)
- ✓ Procesos de transporte y operaciones unitarias - C. J. Geankoplis (2003)
- ✓ Operaciones de transferencia de masa - R. E. Treybal (1993)
- ✓ Manual del Ingeniero Químico – 3ª Edición, R. H. Perry, Ed. McGraw Hill (1994)

## X. EQUIVALENCIA

La presente asignatura electiva “Procesos y equipos para la industria de los alimentos” es equivalente a la asignatura “Equipos para la industria de los alimentos”, avalada por el Consejo Directivo de la Facultad Regional Rosario, según Res. CD FRRo 713/2017.”

---