



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

(Programa del año 2023)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 02/08/2023 19:12:21)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias 2	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD	2023	2° cuatrimestre
		N° 21/20		
Operaciones Unitarias 2	INGENIERÍA QUÍMICA	22	2023	2° cuatrimestre
		Ord 24/12 -17/2		
		2		

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
AUBERT, MONICA SILVIA	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
0 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
07/08/2023	18/11/2023	15	120

### IV - Fundamentación

El dictado de esta asignatura se fundamenta en la importancia del conocimiento acerca de las operaciones que involucran transferencia de calor, como la evaporación y la condensación, para la formación de ingenieros. Es fundamental para los ingenieros químicos poder diseñar, analizar y calcular equipos industriales y detectar oportunidades de mejora en los procesos preexistentes, y proponer soluciones eficaces y prácticas. En definitiva, el aprendizaje sobre estas operaciones contribuye directamente a mejorar la capacidad de los ingenieros químicos para liderar la dirección de procesos industriales rentables y eficientes. Por lo tanto, el estudio de esta asignatura es fundamental en la formación de ingenieros

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Resultados de Aprendizaje:  
 Después de completar el curso, los estudiantes serán capaces de:

Identificar los mecanismos de transferencia de calor presentes en los procesos industriales con el objetivo de elegir las herramientas adecuadas para el diseño y cálculo de los equipos correspondientes.

Determinar cuidadosamente el equipo de transferencia de calor adecuado, lo cual es esencial para lograr una transferencia efectiva y eficiente en la industria, de acuerdo con las normas vigentes del proceso.

Analizar las condiciones de operación de los equipos de Transferencia de Calor para optimizar el proceso al menor costo y bajo condiciones de cuidado del medio ambiente. Es necesario considerar el rendimiento de los equipos, la eficiencia energética y prácticas sostenibles que minimicen el impacto ambiental y cumplan con regulaciones aplicables. Al analizar cuidadosamente las condiciones de operación de los equipos, se puede lograr una transferencia de calor eficiente y rentable, sin comprometer la armonía del medio ambiente.

Seleccionar los equipos apropiados imprescindible para garantizar una transferencia de calor segura y eficiente en la industria.

Se deben tener en cuenta la capacidad, las normas de calidad y seguridad, y los elementos necesarios para cada etapa del proceso, desde la generación del calor hasta la transferencia a los fluidos utilizados en la producción. En general, al completar el curso, los estudiantes tendrán un conocimiento práctico y teórico sobre los mecanismos de transferencia de calor en la industria, y estarán mejor preparados para aplicar sus conocimientos y habilidades para resolver problemas reales relacionados con la transferencia de calor en procesos industriales.

## **VI - Contenidos**

### **UNIDAD 1: FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN**

Comprender la transferencia de calor por conducción en aplicaciones prácticas, especialmente en sólidos. 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: DISEÑO EFICIENTE DE INTERCAMBIADORES DE CALOR PARA OPTIMIZAR LA TRANSFERENCIA TÉRMICA EN PROCESOS INDUSTRIALES.**

Diseñar intercambiadores de calor eficientes para mejorar la transferencia de calor en procesos industriales, utilizando herramientas teóricas y prácticas. 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: INNOVACIÓN EN INTERCAMBIADORES DE CALOR**

Superficies Extendidas Eficientes. Proporcionar a los estudiantes el conocimiento y las herramientas necesarias para diseñar intercambiadores de superficie extendida de manera eficiente, teniendo en cuenta sus características y aplicaciones en diversos procesos industriales. Intercambiadores de superficies extendidas. Eficiencia. Algoritmos y técnicas de diseño

### **UNIDAD 4: DISEÑO OPTIMIZADO DE EQUIPOS PARA LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN PROCESOS POR LOTES**

Comprender la transferencia de calor en recipientes con o sin agitación y cómo aplicar técnicas de diseño para mejorar la eficiencia en la realización de procesos por lotes. 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: DISEÑO OPTIMIZADO DE EQUIPOS PARA LA CONDENSACIÓN DE VAPORES EN PROCESOS INDUSTRIALES.**

Proporcionar a los estudiantes los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para comprender el mecanismo de la condensación en diferentes tipos de equipos, y cómo aplicar algoritmos y técnicas de diseño para mejorar la eficiencia de estos procesos. 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: DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA EVAPORACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES**

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

### **UNIDAD 7 - DISEÑO Y APLICACIÓN DE HORNOS INDUSTRIALES EN PROCESOS**

Hornos de proceso. Utilización de los hornos. Elementos para el diseño o verificación de la capacidad de un horno. Técnicas y herramientas para el diseño eficiente de hornos en diferentes procesos y aplicaciones. Algoritmos y técnicas de diseño

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos tienen como objetivo consolidar las competencias profesionales de los estudiantes y generar aprendizajes de conocimientos, habilidades y actitudes a través de la experimentación en clases prácticas de laboratorio y planta piloto. En estas prácticas se evaluará el coeficiente global de transferencia de calor en una paila calefaccionada con vapor, las condiciones de operación de un evaporador de película descendente, entre otros experimentos relacionados con la transferencia de calor por conducción en sólidos y el diseño eficiente de intercambiadores de calor en procesos industriales. Además, se promoverá el trabajo en equipo y el desarrollo de la capacidad de expresión escrita mediante informes técnicos escritos por los estudiantes. Es importante destacar la necesidad de cumplir con las normas de seguridad en el laboratorio y planta piloto, y proporcionar charlas previas y material impreso sobre las normas de seguridad antes de comenzar la práctica para garantizar que los estudiantes trabajen de manera segura y eviten accidentes.

Se realizarán las siguientes prácticas de laboratorio y planta piloto: aislamiento térmico, evaluación del coeficiente global de transferencia de calor en paila calefaccionada con vapor, condensación de vapor puro, evaluación de la elevación del punto de ebullición en un alimento líquido: líneas de Duhring y evaluación de las condiciones de operación de un evaporador de película descendente.

Con estas prácticas se espera que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas para resolver problemas y desarrollar su criterio y capacidad de razonamiento, ubicándolos en su futura labor profesional, siempre manteniendo un enfoque en la seguridad en el trabajo en laboratorio y planta piloto.

## VIII - Regimen de Aprobación

Se realizarán en cada semana:

Talleres de Teoría (3.0 horas) para trabajar los conceptos fundamentales de operaciones de transferencia de calor con la participación activa de los estudiantes.

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

Prácticas de laboratorio y planta piloto que promueven el trabajo en equipo, la capacidad de autoaprendizaje, la responsabilidad y la capacidad de comunicación oral y escrita. La evaluación se realiza durante y después de las prácticas mediante informes.

Desarrollo de un proyecto grupal para integrar los conceptos del curso en un sistema específico. Esta actividad está destinada a aquellos estudiantes que busquen promocionar la asignatura. En resumen, se propone un plan de estudios que incluye talleres y prácticas de resolución de problemas, prácticas de laboratorio y planta piloto, y un proyecto grupal para integrar los conceptos del curso en un sistema específico. La evaluación se realiza a través de parciales y la entrega de informes

### 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

La evaluación de la asignatura se compone de dos partes:

Examen escrito de resolución de problemas, el cual se realizará a libro abierto. Este examen está diseñado para evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar los conceptos y técnicas aprendidos en la asignatura a situaciones problemáticas.

Examen sobre los fundamentos teóricos de la asignatura, que cubrirá los conceptos fundamentales de operaciones de transferencia de calor tal como se enseñaron en las clases y talleres. Este examen evalúa la comprensión de los estudiantes de los fundamentos teóricos de la asignatura.

Los exámenes serán congruentes con el programa analítico y se dividirán en unidades temáticas. Se espera que los estudiantes muestren un dominio completo de los conceptos y técnicas cubiertos en cada unidad.

- 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

En caso de que un alumno se encuentre en condición de libre, para aprobar la asignatura deberá cumplir con los siguientes requisitos:

-Aprobar un examen escrito que constará de un problema de aplicación y una actividad relacionada con las prácticas experimentales de laboratorio y/o planta piloto.

-Aprobar un examen que cubrirá los fundamentos teóricos de la asignatura, coincidiendo con las unidades temáticas del programa analítico.

Estos exámenes evaluarán la comprensión del alumno en relación a los conceptos y técnicas cubiertos en las distintas unidades temáticas de la asignatura.

#### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Primer parcial: 20 de septiembre( hasta unidad 3)

Segundo parcial: 8 Noviembre ( unidad 4,5 y 6)

Unidad 7: 15 noviembre

Practico Planta Piloto:3 y 10 de noviembre

### IX - Bibliografía Básica

[1] La bibliografía básica de la asignatura está disponible en la Biblioteca VM.

[2] [1] McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (2007). Operaciones unitarias en la ingeniería química (7.a ed.). McGraw

[3] Hill. Libro

[4] [2] Cao, E. (2006). Transferencia de calor en ingeniería de procesos. Nueva Librería. Libro

[5] [3] Kern, D. Q. (1999). Procesos de transferencia de calor. Compañía Editorial Continental S.A. Libro

[6] [4] Mafart, P., & Beliard, E. (1994). Ingeniería industrial alimentaria (Vol. I). Acribia. Libro

[7] [5] Geankoplis, C. (2008). Procesos de transporte y principios de procesos de separación. Grupo Editorial Patria. Libro

### X - Bibliografía Complementaria

[1] [1] Toledo, R. (1992). Fundamentals of food process engineering. Aspen Publishers.

[2] [2] Charm, S. (1971). The fundamentals of food engineering. The AVI Publishing Company Inc.

[3] [3] Saravacos, G. D., & Kostaropoulos, A. K. (2002). Handbook of food processing equipment. Kluwer Academic/Plenum

[4] Publishers.

[5] [4] Hewitt, G. F., Shires, G. L., & Bott, T. R. (1998). Process heat transfer. CRC Press.

[6] [5] Fraas, A. (1989). Heat exchanger design (2nd ed.). John Wiley & Sons. [6] Jajac, S., & Liu, H. (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

Fundamentos de Transferencia de Calor por Conducción

Diseño Eficiente de Intercambiadores de Calor para Optimizar la Transferencia Térmica en Procesos Industriales

Innovación en Intercambiadores de Calor: Superficies Extendidas Eficientes

Diseño Optimizado de Equipos para la Transferencia de Calor en Procesos por Lotes

Diseño Optimizado de Equipos para la Condensación de Vapores en Procesos Industriales

Diseño y Selección de Equipos para la Evaporación en Procesos Industriales

Diseño y Aplicación de Hornos Industriales en Procesos

### XIII - Imprevistos

Se especificará como se actuará en caso de imprevistos que alteren el normal desarrollo del curso

## XIV - Otros

### Aprendizajes Previos:

Se especificarán los conocimientos y competencias que los estudiantes deben haber aprendidos en cursos anteriores para comenzar este curso. Se deberán escribir en formato [Verbo]+ [Objeto de conocimiento]

Dominar los mecanismos de transferencia de calor, el principio termodinámico para la evaluación de entalpías y la mecánica de fluidos.

Poseer los conocimientos básicos de matemáticas y álgebra, así como desarrollar habilidades para solucionar problemas y diseñar algoritmos y técnicas de diseño.

Comprender los conceptos de transferencia de calor por conducción en sólidos y sus aplicaciones prácticas.

Resolver ecuaciones de balance energético para obtener soluciones óptimas.

Calcular el coeficiente de transferencia de calor para diversos materiales y situaciones.

Calcular la temperatura media entre dos fluidos para entender mejor su comportamiento.

Adquirir habilidades para obtener y correlacionar datos de las propiedades de transporte para uso en diferentes proyectos e investigaciones.

Solucionar situaciones problemáticas que involucren las ecuaciones de balance de materia y energía y los fenómenos de transporte para conseguir resultados efectivos.

Diseñar hojas de cálculo eficientes para resolver problemas de ingeniería.

Utilizar sistemas de medidas y unidades, así como comprender los órdenes de magnitud para entender los fenómenos involucrados en diferentes procesos.

Plantear y resolver situaciones nuevas a partir de principios generales para desarrollar habilidades en la resolución de problemas complejos.

Reconocer estrategias de lectura comprensiva en inglés para entender mejor la literatura técnica en esta lengua.

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.

Se deberán discriminar las horas totales con mayor detalle al explicitado en el cuadro inicial (Punto 3). La sumatoria de las horas deberá coincidir con el crédito horario total del curso explicitado en el campo “Cantidad de horas” del punto III.

Cantidad de horas de Teoría: 45 horas

Cantidad de horas de Práctico Aula: 30 horas (Resolución de prácticos en carpeta)

Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico: 15 horas (Resolución de prácticos en PC con software específico

propio de la disciplina de la asignatura)

Cantidad de horas de Formación Experimental: 30 horas (Laboratorios, Salidas a campo, etc.)

Aportes del curso al perfil de egreso:

Especificar las competencias definidas por el plan de estudio, a las cuales aporta el curso, de la siguiente manera:

[competencia]+[(Nivel de dominio – (si corresponde))]. Solo se deberán especificar aquellas a las que se realiza algún aporte y en los casos que corresponda con qué nivel de dominio.

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 2)

1.5. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado (Nivel 2)

2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación. (Nivel 2)

2.2. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. (Nivel 2)

2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. (Nivel 3)

2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. (Nivel 3)

2.5. Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados. (Nivel 1)

2.6. Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos. (Nivel 2)

3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 1)

3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica. (Nivel 2)

3.3. Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica. (Nivel 2)

3.4. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental

de su actividad en el contexto local y global. (Nivel 2)

3.5. Aprender en forma continua y autónoma. (Nivel 2)

3.6. Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo. (Nivel 1)

**ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA****Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: