



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 2023)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Operaciones Unitarias 3	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD N° 21/20 22	2023	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
MIRO, SILVIA MARCELA	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
MICCOLO, MARIA EUGENIA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
BLANCO, JUAN CARLOS AGUSTIN	Responsable de Práctico	JTP Simp	10 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	5 Hs	1 Hs	9 Hs

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

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2023	24/06/2023	15	135

IV - Fundamentación

Durante el cursado de la asignatura Operaciones Unitarias 3 se abordan temas referidos a las operaciones unitarias de transferencia de materia y transferencia simultanea de materia y energía entre fases. Estas operaciones tienen como objetivo la separación de uno o más componentes de una mezcla homogénea. Es posible esta separación cuando la mezcla homogénea se pone en contacto con una sustancia adecuada en otra fase o cuando se la somete a un cambio de fase por la modificación de la presión y/o temperatura del sistema. En este curso nos centraremos en las separaciones que pueden analizarse como procesos en etapa de equilibrio.

En la industria, en general, el porcentaje de capital invertido en instalaciones para el desarrollo de las operaciones de separación es muy elevado, llegando a alcanzar un 60 a 70 % en la industria del petróleo. Por lo tanto, el estudio de la transferencia de materia, y el de las operaciones unitarias que se basan en ella, afecta al equipo más costoso de la moderna industria química

En la realización de las actividades durante el cursado, mediante la aplicación de los fundamentos de la transferencia de materia y energía en etapas de equilibrio, equipos, criterios y métodos de cálculo de las operaciones estudiadas, la asignatura aporta al perfil de egreso en los siguientes aspectos:

- a) Identificar, formular y resolver problemas
- b) Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación.
- c) Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas.
- d) Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados.
- e) Evaluar críticamente órdenes de magnitud y significación de resultados numéricos.
- f) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- g) Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica.
- h) Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica.
- i) Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- j) Aprender en forma continua y autónoma.
- k) Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Que el alumno al finalizar el curso logre:

Aplicar los principios de las Operaciones Unitarias para el diseño de equipos de transferencia de materia y transferencia simultánea de materia y energía, bajo condiciones de equilibrio.

Seleccionar operaciones de separación para la separación de mezclas gaseosas, líquidas y sólidas, según la naturaleza del sistema.

Asociar las variables del proceso, el equilibrio del sistema y las condiciones de la operación de separación para el dimensionamiento del equipo, de acuerdo a las especificaciones de las materias primas y productos.

Dimensionar los equipos de separación y de sus accesorios a los fines del diseño o selección, aplicando los métodos de cálculo apropiados.

Analizar las dimensiones de los equipos para la evaluación de la influencia sobre los costos fijos y variables, de acuerdo a las condiciones límites de la operación de separación.

VI - Contenidos

Unidad 1.- Introducción a las Operaciones de Transferencia de Materia. Operaciones Unitarias de Transferencia de Materia, campos de aplicación, importancia económica. Fundamentos de la transferencia de materia por etapas de equilibrio. Operación, alimentación, agente de separación, productos. Tipos de etapas: mezcla, contracorriente, co-corriente, flujos cruzados. Factor de separación (inherente y global). Factor y eficiencia de la separación.

Unidad 2.- Absorción. Principios de la operación. Aplicaciones industriales. Elección del solvente. Factor de absorción. Absorción y desorción. Tipos de equipos de contacto gas-líquido y su selección. Torres de platos. Torres rellenas: Tipos de relleno. Cálculo de unidades de transferencia. Pérdida de carga de la torre. Cálculo del diámetro de la columna y altura del relleno. Concepto de eficiencia. Número de etapas teóricas y reales. Soluciones diluidas.

Unidad 3.- Humidificación. Principios de la operación. Aplicaciones industriales. Psicrometría. Diagramas. Temperatura de bulbo húmedo. Relación de Lewis. Sistema aire-agua. Operaciones Adiabáticas. Transferencia simultánea de energía y materia. Enfriamiento de agua con aire. Evolución de la temperatura del gas. Equipos. Torres de enfriamiento.

Unidad 4.- Destilación. Principios de la operación. Aplicaciones industriales. Destilación flash: Selección de condiciones de operación, equipos utilizados. Destilación diferencial: Destilación discontinua en sistemas binarios, ecuación de Rayleigh. Destilación continua en sistemas binarios: Descripción de los equipos usuales, cálculo del número de etapas ideales mediante el método de Ponchon – Savarit y el método de McCabe – Thiele. Relación mínima de reflujo. Número mínimo de etapas. Ubicación de la bandeja de alimentación, reflujo óptimo. Variantes: condensador total, condensador parcial, uso de vapor vivo, corrientes de alimentación múltiples.

Unidad 5.- Extracción Líquido Líquido: Principios teóricos en los que se basa la operación. Campo de aplicación.

Equilibrio entre fases. Selección del solvente. Operación en etapa única. Límites de operación. Operación en etapas múltiples: corriente cruzada, contracorriente sin y con reflujo. Equipos.

Unidad 6: Extracción Sólido Líquido: Principios de la operación. Aplicaciones industriales. Elección del solvente. Métodos de operación y cálculo. Etapa única. Multietapas, corrientes cruzadas, contracorriente. Equipos.

Unidad 7.- Secado. Principios de la operación. Aplicaciones industriales. Ensayos de secado. Curva de secado. Velocidad y mecanismo de secado por lotes. Movimiento de la humedad dentro del sólido; mecanismos: difusión del líquido y movimiento capilar. Cálculo del tiempo de secado. Secado por lotes. Secado continuo.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

En las clases de teoría el profesor introduce los fundamentos y principios de una operación de separación específica, presentación de equipos y sus principios de funcionamiento estimulando la participación de los alumnos y la discusión de los temas abordados.

La asignatura cuenta con la plataforma virtual Moodle, donde se pone a disposición del estudiante todo el material referido a guías de trabajos prácticos, material de apoyo y todo material que se considere de interés asociado tanto a la asignatura como a la carrera. La entrega de las actividades asignadas pueden realizarse en papel o a través de la plataforma.

Las clases de consulta se llevan a cabo bajo la modalidad presencial, y en algunos casos de modo virtual de manera sincrónica o asincrónica. Los horarios de consulta se encontrarán establecidos en la planilla de Horarios frente a alumnos, que podrán visualizar en la puerta del Box 8 y disponible en la plataforma Moodle.

Las clases prácticas se organizan de la siguiente manera: Trabajos prácticos de aula, trabajos prácticos de laboratorio, seminario y visitas a plantas industriales

1) Trabajos prácticos de aula: Consisten de la resolución de problemas basados en procesos específicos. Para su resolución es necesaria una comprensión de los conceptos que gobiernan la selección, comportamiento y cálculo de las operaciones de transferencia de materia y de transferencia simultánea de energía y materia.

Metodología: Los estudiantes dispondrán de una guía de trabajos prácticos donde se presentan problemas para resolver y que, además, incluye discusiones cualitativas con el fin de ampliar la comprensión de los conceptos básicos e incrementar la capacidad de interpretar y analizar las situaciones con éxito.

En cada clase se propondrá los problemas para resolver en el aula. Al inicio de cada clase práctica, el estudiante realizará un cuestionario para autoevaluar los conocimientos necesarios a fin de abordar los problemas propuestos. Los alumnos recopilarán las resoluciones de los problemas en una carpeta y presentarán la resolución de los problemas propuestos, para su corrección y correspondiente devolución. Esta retroalimentación tiene como objetivo reforzar y corregir los aspectos para alcanzar los resultados de aprendizaje.

Se implementará la resolución de algunos problemas con DWSIM

Las guías de trabajos prácticos de aula se organizan de la siguiente manera:

TP1: Absorción

TP2: Humidificación

TP3: Destilación Flash

TP4: Destilación discontinua

TP5: Destilación binaria continua

TP 6: Extracción Líquido Líquido

TP 7: Extracción Sólido Líquido

TP 8: Secado

Evaluación: El desempeño de los estudiantes se evalúa por heteroevaluación formativa continua, durante la realización de los trabajos prácticos propuestos, mediante la presentación de los problemas solicitados y mediante dos exámenes parciales en que el alumno abordará la resolución de problemas que contemplan los temas desarrollados hasta una semana antes de la fecha de la evaluación. La modalidad del parcial es a libro abierto y la evaluación se realizará mediante rúbricas, con los siguientes criterios de evaluación:

1. Manejo de conceptos y formulación del planteo

2. Manejo de unidades
3. Manejo de información
4. Cálculo numérico y/o analítico
5. Capacidad para la producción escrita

Fechas tentativas de los exámenes parciales

Primer parcial 28/04/2023. Primer recuperatorio 05/05/2023. Segundo recuperatorio 12/05/2023

Segundo parcial 09/06/2023. Primer recuperatorio 16/06/2023. Segundo recuperatorio 23/06/2023

La comunicación del resultado se realizará de manera individual, otorgando al alumno una instancia de reflexión sobre la metodología utilizada y los resultados obtenidos.

2) Seminario: Se realizara en una clase mediante la exposición de los alumnos. De manera individual o grupal, según amerite el número de alumnos

Metodología: El alumno propondrá un tema de investigación referido a equipos, accesorios, materiales utilizados como agentes de extracción, fabricantes de equipos, sirviéndose de los recursos disponibles (bibliografía, sitios web, catálogos, revistas, material audio-visual, etc.). La investigación debe estar enfocada al análisis crítico del tema propuesto, será de carácter individual y guiada por el docente. La tarea deberá ser presentada en formato digital e impreso en no más de 3 (tres) páginas y mediante una presentación oral de 10 minutos ante sus pares y docentes.

Evaluación: Heteroevaluación formativa, empleando como instrumento de evaluación una lista de chequeo la cual será presentada a los estudiantes con antelación.

3) Trabajos prácticos de laboratorio: En la primera clase del curso se realiza una visita al Laboratorio para que los alumnos se interioricen con las normas de seguridad y el equipamiento. Los trabajos Prácticos de laboratorio consisten de actividades en el Laboratorio de Transferencia de Masa, relacionadas con la unidad en estudio, para la aplicación de los fundamentos y objetivos de la actividad. Para su ejecución es necesaria la comprensión de los conceptos que gobiernan la selección, comportamiento y cálculo de las operaciones de separación basadas en transferencia de materia y en transferencia simultánea de energía y materia.

Metodología: Las actividades a realizar se presentan en guías de trabajos prácticos de laboratorio, en algunos casos en idioma inglés. Estas actividades requieren haber realizado la guía de problemas correspondiente y una lectura minuciosa sobre la ejecución del práctico propuesto. Los estudiantes se organizan en grupos de 3 integrantes, deberán seguir los lineamientos indicados en estas guías y deberán proponer el plan de trabajo, las funciones de cada uno en la tarea y el tratamiento de los datos para abordar a las conclusiones. Luego de cada experiencia, el estudiante debe presentar un informe que contemple los siguientes ítems: breve introducción sobre el tema ejecutado en el laboratorio, materiales y métodos empleados, resultados (numéricos, gráficos) y análisis de resultados, conclusión. Este informe deberá ser presentado una semana después de la práctica de laboratorio.

Se propone el desarrollo de los siguientes prácticos de laboratorio:

- Enfriamiento de agua en torre de enfriamiento
- Extracción sólido-líquido batch en lazo abierto
- Secado de un material y construcción de una curva de secado

Evaluación: El desempeño de los estudiantes se evalúa mediante heteroevaluación, formativa continua, empleando como instrumento de evaluación una rúbrica, la cual será presentada a los estudiantes con antelación. Cada informe tendrá una oportunidad de corrección, es decir que será corregido con la correspondiente devolución para una presentación final.

4) Visitas a plantas industriales: Siempre y cuando la situación sanitaria y posibilidad económica lo permitan, se realizaran visitas a plantas en que su proceso productivo involucre las operaciones de separación tratadas en esta asignatura. Estas visitas apuntan a que el estudiante tome conocimiento y criterio de referencia sobre las características reales a escala industrial en cuanto a dimensiones, condiciones operativas del proceso, volumen procesado, normas que regularizan la actividad, etc.

Metodología: Las visitas a planta se realizaran al final del cursado de la asignatura. El estudiante deberá preparar con antelación una serie de preguntas oportunas a la visita.

Evaluación: Heteroevaluación, donde se evaluará la participación activa del estudiante durante la visita y su informe correspondiente, presentado en tiempo forma. Cada informe tendrá una oportunidad de corrección, es decir que será corregido con la correspondiente devolución para una presentación final.

VIII - Regimen de Aprobación

A - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO

A los fines de regularizar el curso, el alumno debe cumplir con al menos el 80% de asistencia a las clases de práctica de aula, participación activa en el seminario, asistencia al 100% de las prácticas de laboratorio, asistencia a las visitas a plantas industriales realizadas. Se justificara la inasistencia si mediaran razones de salud.

Además el alumno debe aprobar

- Dos evaluaciones parciales, con al menos 70 puntos
- Los problemas resueltos solicitados
- Los informes de laboratorio
- El seminario
- Los informes de visitas a plantas industriales, si las hubiera.

B – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL

La aprobación del curso se regirá según el artículo 35 de la Ordenanza CS 13/03-Regimen Académico.

El examen final constará de una parte práctica (escrita), que consistirá en la resolución de un problema con los temas del Programa Analítico (que incluyen resolución de problemas), cuya aprobación será imprescindible para acceder a la evaluación oral. La evaluación del examen escrito será del tipo sumativa empleando las siguientes rúbricas

1. Manejo de conceptos y formulación del planteo
2. Manejo de unidades
3. Manejo de información
4. Cálculo numérico y/o analítico
5. Capacidad para la producción escrita

La evaluación oral consistirá en la exposición de las Unidades de Examen sorteadas (dos), correspondientes al Programa de Examen.

La aprobación del examen final se basa en una evaluación sumativa entre el examen final escrito, la exposición oral y el desempeño del estudiante durante la cursada.

Programa de Examen

- Unidad de Examen 1.- Corresponde a las Unidades 2 y 1
- Unidad de Examen 2.- Corresponde a las Unidades 3 y 1
- Unidad de Examen 3.- Corresponde a las Unidades 4 y 1
- Unidad de Examen 4.- Corresponde a las Unidades 5 y 1
- Unidad de Examen 5.- Corresponde a las Unidades 6 y 1
- Unidad de Examen 6.- Corresponde a las Unidades 7 y 1

C – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL

El curso no contempla régimen de promoción

D- RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

El curso no contempla régimen de aprobación para estudiantes libres

IX - Bibliografía Básica

- [1] Treybal R, Operaciones de Transferencia de Masa, Mc Graw – Hill, 1980. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, ocho.
- [2] King C. J., Procesos de Separación, Editorial Reverté, 1980. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, dos.
- [3] Henley E y Seader J. Operaciones de Separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química (2e), Editorial REVERTE, 1998. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, ocho.
- [4] Wankat P, Ingeniería de procesos de Separación, Editorial Pearson Educación (edición segunda), 2008. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, tres.
- [5] Perry R Edición 5e, 6e, 7e y 8e, Manual del Ingeniero Químico, Editorial Mc Graw – Hill. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, doce.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Schweitzer P, Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers 3e, Editorial McGraw- Hill, 1996. Un Ejemplar disponible en Biblioteca VM.

- [2] J. Patrick Abulencia and Louis Theodore. Open-Ended Problems A Future Chemical Engineering Education. 2015 by Scrivener Publishing LLC. All rights reserved. Co-published by John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, and Scrivener Publishing LLC, Salem, Massachusetts. Disponible en formato digital en el drive de la asignatura.
- [3] Holland Ch, Fundamentos de destilación de mezclas multicomponentes 3e, Editorial LIMUSA, 1988.
- [4] Van Winkle M, Distillation, Editorial McGraw Hill, 1967. Un ejemplar disponible en Biblioteca VM.
- [5] Sherwood T, Pigford Robert y Wilke Charles, Transferencia de masa, 1979. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, tres.
- [6] Foust A. y otros, Principios de Operaciones Unitarias, Editorial John Wiley, 1985. Ejemplares disponibles en Biblioteca VM, cuatro.
- [7] Costa Novella E y otros, Ingeniería Química - 5 Transferencia de materia. 1ra Parte, Editorial Alhambra, 1988. Un Ejemplar disponible en Biblioteca VM.
- [8] Ruthven D (Editor) - Kirk-Othmer Encyclopedia-, Encyclopedia of Separation, Editorial John Wiley and Sons, 1997. Un ejemplar disponible en Biblioteca VM.
- [9] Marcilla Gomis A., Introducción a las Operaciones de Separación Contacto Continuo, Editorial Textos Univeristarios, 1999. Ejemplar disponible en la asignatura
- [10] Marcilla Gomis A., Introducción a las Operaciones de Separación Cálculo por etapas de equilibrio, Editorial Textos Universitarios, 1998. Ejemplar disponible en la asignatura
- [11] Martínez de la Cuesta PJ., Operaciones de Separación en Ingeniería Química. Métodos de Cálculo, Editorial Prentice Hall, 2004. Un ejemplar disponible.
- [12] Ludwig E, Applied process design for chemical and petrochemical plants, Editorial Houston Gulf Pub, 1984. Un Ejemplar disponible en Biblioteca VM.

XI - Resumen de Objetivos

Aplicar los principios de las Operaciones Unitarias para el diseño de equipos de transferencia de materia y transferencia simultánea de materia y energía

Seleccionar operaciones de separación para la separación de mezclas líquidas o gaseosas

Asociar las variables del proceso, el equilibrio del sistema y las condiciones de la operación de separación

Dimensionar los equipos de separación y de sus accesorios a los fines del diseño o selección

Analizar las dimensiones de los equipos para la evaluación de la influencia sobre los costos fijos y variables de operación

XII - Resumen del Programa

Unidad 1.- Introducción a las Operaciones de Transferencia de Materia

Unidad 2.- Absorción

Unidad 3.- Humidificación

Unidad 4.- Destilación

Unidad 5.- Extracción Líquido-Líquido

Unidad 6.- Extracción Sólido-Líquido

Unidad 7.- Secado

XIII - Imprevistos

XIV - Otros

APRENDIZAJES PREVIOS

Comprender los conceptos básicos de transferencia de materia y energía

Plantear y resolver problemas

Aplicar cálculo diferencial e integral, herramientas de álgebra lineal y métodos numéricos

Utilizar software de cálculo

Reconocer y utilizar unidades apropiadas a las magnitudes involucradas

Conocer y buscar propiedades termodinámicas de líquidos y gases

Elaborar diagramas de equilibrio entre fases y de solubilidad

Plantear balances de materia y energía, en estado estacionario y no estacionario
Seleccionar y calcular coeficientes de transferencia de materia y de energía
Elaborar de informes de laboratorio
Realizar búsqueda bibliográfica
Comunicarse con el lenguaje apropiado
Interpretar textos técnicos en inglés
Trabajar en equipo

HORAS DE INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA

Las horas de practica se pueden clasificar en
Resolución de problemas: 60 h
Prácticas de laboratorio: 10 h
Visitas a planta industrial: 5 h
Seminario, Autoevaluaciones y Evaluaciones: 10 h
Resolución Problemas de Ingeniería con utilización de software específico: 5 h

APORTES DEL CURSO AL PERFIL DE EGRESO

- 1.1. Identificar, formular y resolver problemas: La resolución de los trabajos prácticos de aula requieren la aplicación de conocimientos previos y nuevos (Nivel 2)
- 1.2. Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos: Se aplica en la resolución de problemas abiertos (Nivel 2)
- 1.6. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad, impacto ambiental y eficiencia energética: El alumno debe analizar con espíritu crítico las posibilidades disponibles de las operaciones estudiadas y evaluar la aplicación de las que impliquen un menor riesgo de contaminación (Nivel 2)
- 2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación: Para la resolución de problemas se utilizan las técnicas estudiadas, el software genérico y específico y se procura que el alumno utilice lo programado en diferentes instancias (Nivel 2)
- 2.2. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas: El alumno comprende que Las operaciones de transferencia de materia estudiadas son de amplia aplicación en la industria y su relación con los costos que conllevan (Nivel 2)
- 2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad: En la resolución de problemas se aplican criterios par el buen funcionamiento de los equipos y se plantean situaciones en las que se deben indicar modificaciones del proceso para optimizar la operación.
- 2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas: Se aplican en los fundamentos teóricos y en la resolución de problemas (Nivel 2)
- 2.5. Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados: Se aplica en las actividades de laboratorio propuestas (Nivel 2)
- 2.6. Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos: Se aplica en la resolución de problemas, en los que se debe elegir uno u otro método, según las características del sistema. Además del análisis de los resultados obtenidos (Nivel 2)
- 3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios: Se aplica en los trabajos grupales de laboratorio y presentación de problemas (Nivel 2)
- 3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica: Se procura en las clases de teoría y de práctica estimulando la participación. Se solicitan informes escritos de laboratorio y de resolución de problemas (Nivel 2)
- 3.3. Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica: Los alumnos deben interpretar un instructivo de uso del equipamiento de laboratorio y otras instancias, en idioma inglés (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: Los alumnos deben cumplir normas de trabajo, con responsabilidad y puntualidad para la presentación de lo que se requiera (Nivel 2)
- 3.5. Aprender en forma continua y autónoma: Se aplica en la realización de instancias de autoevaluación (Nivel 2)
- 3.6. Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo: Se estimula el trabajo grupal en las prácticas de laboratorio y resolución de problemas (Nivel 2)