



**PROGRAMA ANALÍTICO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO: TECNOLOGÍA QUÍMICA
CARRERA: INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES
PLAN DE ESTUDIO: 2023 VERSIÓN: 2
MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL
ORIENTACIÓN: NO POSEE**

ASIGNATURA: OPERACIONES UNITARIAS

CÓDIGO: 6674

DOCENTE RESPONSABLE

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Juan José Torres	Doctor en Ciencias Químicas	Profesor Adjunto	Semi-Exclusiva

EQUIPO DOCENTE

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Juan José Torres	Doctor en Ciencias Químicas	Profesor Adjunto	Semi-Exclusiva
Federico Raúl Yrastorza	Ingeniera Químico	Ayudante de Primera	Exclusiva

AÑO ACADÉMICO: 2025

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 4TO. AÑO

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
6628	6632

DURACIÓN: 15 semanas

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Carga horaria semanal: 5 h	Carga horaria total: 75 h	RTF: 6,25
Teóricas: 15 h	Prácticas: 15 h	Teórico-prácticas: 45 h

Distribución de las actividades de formación práctica	Resolución de problemas tipo	30 h
	Problemas de ingeniería	35 h
	Laboratorio	5 h
	Proyecto integrador	5 h
	Trabajo de campo	... h
	Práctica socio-comunitaria	... h
	Práctica profesional	... h



FUNDAMENTACIÓN

Operaciones Unitarias es un espacio curricular ubicado en primer cuatrimestre del 4° año de la carrera Ingeniería en Energías Renovables. Los contenidos de esta materia se ordenan en el trayecto orientado en producción de biogás y el trayecto orientado en procesamiento termoquímico de la biomasa del programa de la carrera. La misma pertenece al área de ciencias de aplicación del Departamento de Tecnología Química de la FI.

Los temas se orientan a un contenido general del funcionamiento de los equipos destinados a transferencia de cantidad de movimiento, cantidad de masa y calor o sus combinaciones. Cada eje temático será abordado desde una perspectiva revisionista o funcionamiento general de los procesos unitarios, pero al mismo tiempo se ponderarán consideraciones teóricas para el cálculo y/o estimación de los equipos a ser usados en condiciones de procesos industriales. Para ello se considera como requisito que el/la estudiante cuente con una holgada formación en física, termodinámica, transferencia de masa y energía, mecánica de fluidos y/o fenómenos de transporte.

La metodología a implementar está sustentada en la comprensión de los modelos predictivos aplicando los conceptos de transferencia de cantidad de movimiento, calor y masa para cada operación unitaria, enfatizando las variables operativas fundamentales de cada proceso. Para llevar adelante esta estrategia se trabajará en la exposición de los fundamentos teóricos, la resolución de problemas teórico-prácticos, y la generación de instancias de problemas de diseños y/o cálculo de operaciones reales. Además, se planifica efectuar trabajos prácticos usando equipos disponibles para discutir y consolidar los conocimientos.

OBJETIVOS PROPUESTOS:

Que el alumno interprete los aspectos teórico-prácticos de las operaciones unitarias relevantes para los procesos industriales asociados a su especialidad. Los procesos seleccionados a ser estudiados serán presentados bajo los fundamentos de transferencia de cantidad de movimiento, transferencia de masa y energía y/o sus combinaciones.

Objetivos Específicos:

- Que el alumno identifique la operación unitaria requerida para una un proceso particular y adquiera herramientas de selección preliminar de equipos y accesorios para esa operación.
- Que el alumno identifique e interprete el proceso unitario en el proceso global y logre abordar la vinculación entre ellos.
- Que el alumno adquiera una metodología de trabajo acorde la identificación de variables operativas en las operaciones unitarias estudiadas.
- Que el alumno pueda analizar y resolver inconvenientes en el funcionamiento de un equipo o de un sistema de separación.
- Reconocer el material bibliográfico de consulta para consolidar los contenidos presentados que no hayan sido profundizados.



COMPETENCIAS GENÉRICAS

Competencia genérica	Capacidades asociadas	Capacidades componentes
1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	1. b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.	1. b.2. Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.
2. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería	2. a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.	2. a.3. Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.
3. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	3. b. Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.	3. b.4. Ser capaz de comprender la dinámica del debate, efectuar intervenciones y tomar decisiones que integren distintas opiniones, perspectivas y puntos de vista.
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.	4. a. Capacidad para actuar éticamente.	4. a.1. Ser capaz de comprender la responsabilidad ética de sus funciones.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Actividades reservadas/Alcances	Competencias específicas
1. Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia; e instalaciones de control y de transformación de emisiones energéticas, efluentes líquidos, residuos sólidos y emisiones gaseosas.	1.1 Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordajes, utilizando diseños experimentales cuando sea pertinente, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos más apropiados para establecer realizaciones y sistemas.
	1.2 Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios



2. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso y estado de lo mencionado anteriormente.	2.1 Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente, y seguridad e higiene.
---	--

PROPÓSITO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Contribuir a que el estudiante reconozca los equipos de transferencia de cantidad de movimiento; intercambio de calor, intercambio de calor y masa e intercambio de masa empleados en la industria de procesos y sea capaz de seleccionar, verificar, realizar aproximaciones al diseño y la optimización, como así también facilitar las etapas para la puesta en marcha, funcionamiento, parada y mantenimiento basándose en pautas de eficacia, economía, seguridad, higiene e impacto ambiental.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA1: [Calcular] [pérdidas de carga en sistemas de conducción de fluidos incompresibles de procesos y/o de servicios] [para reconocer, representar y describir los equipos de procesos que involucren Operaciones de Transferencia de cantidad de movimiento (TCM), transferencia de calor (TC), transferencia de masa (TM) y simultáneos (TS)], [con sus principales características constructivas y operativas, así como sus accesorios más comunes].

RA2: [Comprender y aplicar] [las ecuaciones y mecanismos de diseño de equipos de TCM y de TM], [teniendo en cuenta su interrelación con otros equipos, así como la seguridad, economía de la operación e impacto ambiental].

RA3: [Analizar] [el material bibliográfico útil para los temas de la materia, las normas constructivas y de diseño involucradas e interpretar las hojas de especificaciones de equipos de TCM, TC, TM y TS] [para especificar y seleccionar adecuadamente los equipos y sistemas más convenientes], [en base a ventajas y desventajas que ofrecen y a las alternativas viables].

CONTENIDOS

CONTENIDOS MÍNIMOS

- Sistemas de cañerías y accesorios
- Pérdidas de carga. Selección de equipos para movimiento de fluidos
- Generación de vapor. Equipos principales y auxiliares. Calefacción industrial.
- Vapor y redes de distribución. Aislación térmica. Líquidos calientes
- Agitación. Molienda. Separación centrífuga.
- Flujo en lechos porosos y filtración.
- Sedimentación libre e impedida. Secado. Absorción. Adsorción. Destilación. Separación con membrana.



CONTENIDOS ANALÍTICOS

Los contenidos de la asignatura se han organizado en *tres ejes temáticos estructurantes*. Cada eje temático se ordena de acuerdo a los contenidos descriptos en los capítulos.

Eje temático 1: Mecánica de fluidos

1.1 Flujo de fluidos

- 1.1.1 Repaso de Balances macroscópicos de masa, cantidad de movimiento y energía.
- 1.1.2 Repaso de cálculos de Perdida de carga en sistemas de cañerías. Análisis y métodos de estimación.
- 1.1.3 Cañerías y accesorios. Descripción, usos, caracterización y selección.
- 1.1.4 Diámetro económicamente óptimo: concepto y evaluación
- 1.1.5 Caudalímetros. Descripción y usos.
- 1.1.6 Descripción y selección de equipos para transferencias de fluidos incompresibles. Bombas. Trabajo, potencia y rendimientos. Cavitación y NPSH. Selección y especificación de bombas.

1.2 Operaciones Unitarias con transferencia de cantidad de movimiento y masa.

- 1.2.1 Agitación
- 1.2.2 Sedimentación libre e impedida y separación centrífuga.
- 1.2.3 Flujo en lechos porosos y filtración.
- 1.2.4 Molienda. Tipos de molinos. Usos y aplicaciones.

Eje temático 2: Transferencia de calor industrial

2.1 Generación de Vapor y calefacción industrial

- 2.1.1 Calderas de vapor. Descripción, clasificación, rendimientos, combustibles y equipos auxiliares. Tratamiento y control de calidad del agua. Régimen de operación y control de variables operativas.
- 2.1.2 Redes de distribución de vapor. Ubicación y selección de accesorios. Aislación térmica. Materiales aislantes. Determinación de espesor en geometría plana y cilíndrica. Elementos auxiliares.
- 2.1.3 Vapor flash. Trampas de vapor. Objetivos de uso. Clasificación. Funcionamiento. Trampas de balde invertido, flotador, termostáticas, bimetálicas, disco. Selección de trampas. Líneas de condensados.



2.1.4 Combustibles. Eficiencia térmica, disponibilidad, origen y emisiones.

Eje temático 3: Operaciones Unitarias con transferencia de masa y calor.

3.1 Operaciones de transferencia de masa y calor

3.1.1 Introducción a los fenómenos de transferencia de masa.

3.1.2 Secado.

3.1.3 Absorción.

3.1.4 Adsorción.

3.1.5 Destilación.

3.1.6 Membranas sintéticas: principios y usos.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

La materia es cuatrimestral y la carga horaria semanal es cinco horas. El dictado presencial se desarrolla a través de clases teóricas (2-3 horas semanales) y clases prácticas (2-3 horas semanales). Estas últimas incluyen la resolución de problemas, trabajos prácticos experimentales en modalidad individual o grupal. Los contenidos de la materia se compartirán en aula virtual de la FI-UNRC, y los canales de comunicación mediante el SIAL.

Las clases teóricas se desarrollan según una metodología coloquial, mediante presentaciones multimedia, alternando la exposición con preguntas planteadas al estudiante sobre asuntos aun no expuestos, de modo de lograr una aproximación a los problemas en base al conocimiento previo. Se exhibirán folletos, fotos, videos y catálogos disponibles en la web y de producción propia del docente. En las clases prácticas se trabaja con guías de problemas representativos. Además, se realizarán dos visitas a la planta piloto del DTQ para la realización de tres trabajos prácticos y la presentación de un desafío cuyo principal objetivo es realizar un relevamiento de una planta de procesos, lo que implicará realizar la descripción de los procesos unitarios y un análisis de las variables críticas de los mismos a desarrollarse en forma oral. Los detalles de estas actividades se encuentran en el cronograma adjunto.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Dos exámenes parciales y sus correspondientes recuperatorios, trabajos prácticos grupales, laboratorios y coloquio integrador en caso de promoción.

FORMACIÓN PRÁCTICA

Actividad	Eje	Tema	Tipo	Entrega y evaluación
Relevo en planta piloto del DTQ	1,3	Reconocimiento de bombas, accesorios de cañerías e instrumental de medición de presión, temperatura y caudal. Relevo de molinos	Visita	Sin evaluación



Tiempo de mezclado	1	Agitación de fluidos, determinación de tiempo de mezclado en tanque agitado	Trabajo práctico	Informe con evaluación
Puesta en marcha de caldera	2	Conocer los componentes del equipo, relevar los accesorios de seguridad, discutir las variables operativas	Visita	Sin evaluación
Destilación	4	Realizar destilación de solución etanólica en agua en torre rellena discontinua	Trabajo práctico	Sin evaluación
Resolución de guías de problemas	1,2, 3,4	Efectuar cálculos para dimensionado preliminar de equipos.	3 guías de problemas	Sin evaluación

PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS
N/C

CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES, PARCIALES y ACTIVIDADES DE FORMACIÓN PRÁCTICA

Semanas	Miercoles	Jueves
1 Semana 11-15/03	Presentación de contenidos. Capítulo 1. Repaso mecánica de fluidos.	Capítulo 1. Deducción de factores de fricción en tuberías. Régimenes v cálculo.
2 Semana 18-22 /03	Capítulo 1. Pérdida de carga en tuberías y accesorios	Capítulo 1 TP. Visita a planta piloto. Resolución de problemas.
3 Semana 25-29 /03	Capítulo 1. Caudalímetros y bombas. Sistemas de transporte de fluidos. Resolución de problemas	Capítulo 1. Agitación de fluidos.
4 Semana 01-05 /04	Día del Veterano y de los Caídos en la Guerra de Malvinas	Capítulo 2 TP. Agitación de fluidos. Práctico de tiempo de mezclado.
6 Semana 08-12 /04	Capítulo 2. Sedimentación libre e impedida. Separación centrífuga	Capítulo 2. Flujo en lechos porosos, Filtración
7 Semana 15-19 /04	Primer Parcial (Capítulos 1 y 2) - 16 Abril	Jueves Santo Festividad Cristiana
8 Semana 22-26 /04	Capítulo 3. Generación de Vapor y calefacción industrial. Calderas. Calidad del agua de alimentación y condensado. Pretratamiento, variables operativas.	Capítulo 3. Combustibles. Eficiencia térmica, disponibilidad, origen y emisiones
9 Semana 29/04-03/05	Capítulo 3. Estimación de consumos. Redes de distribución de vapor y retornos de condensados	Feriado Día del Trabajador
10 Semana 06-10/05	Capítulo 3. Redes de distribución de vapor y retornos de condensados. Resolución de problemas	Capítulo 3 TP. Visita a planta piloto. Puesta en marcha de caldera. Presentación de proyecto-desafío
11 Semana 13-17/05	Capítulo 4. Repaso de conceptos de transferencia de masa	Capítulo 4. Repaso de conceptos de transferencia de masa
12 Semana 20-24/05	Capítulo 4. Molienda, Secado	Capítulo 4. Absorción, Aplicaciones
13 Semana 27-30/05	Capítulo 4. Adsorción	Capítulo 4. Adsorción, Aplicaciones
14 Semana 02-07/06	Capítulo 4. Destilación	Capítulo 4. Destilación. Ejemplos y resolución de problemas
15 Semana 10-14/06	Capítulo 4. Destilación: resolución de problemas.	Capítulo 4. Principios de funcionamiento de Membranas Sintéticas. Aplicaciones.
16 Semana 17-21/06	TP. Defensa de desafío.	Segundo Parcial (Capítulos 3 y 4) - 19 Junio
17 Semana 24-28/06	Recuperatorio 1 - 25 Junio	Recuperatorio 2 - 26 Junio



**BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN BÁSICAS Y DE CONSULTA
ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:**

Básica

Título	Autores	Año, Edición, Editorial	Ejemplares disponibles	Eje temático			
				1	2	3	4
Fenómenos de transporte	Bird, Robert Byron - Stewart, Warren E. - Lightfoot, Edwin N.	2da Ed. 2012	5	X	X	X	X
Operaciones unitarias en ingeniería química	McCabe, Warren Lee - Harriott, Peter - Smith, Julian C.	7ma Ed. 2007	2	X	X	X	X
Operaciones unitarias en ingeniería química	McCabe, Warren Lee - Harriott, Peter - Smith, Julian C.	6ta Ed. 2002	6	X	X	X	X
Flujo de fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia - v.1	Coulson, John Metcalfe - Richardson, J.F.	1era. Ed. 1984	1	X	X	X	X

De consulta

Título	Autores	Año, Edición, Editorial	Ejemplares disponibles	Eje temático			
				1	2	3	4
Manual del ingeniero químico	Perry, Robert H. - Chilton, Cecil H.	2da Ed. 1982	2	X	X	X	X
Mecánica de Fluidos. Fundamentos y Aplicaciones	Çengel, Y. Cimbala, J.	1era Ed. 2006	2	X	X		
Introduction to Fluid Mechanics	Whitaker, Stephen	1st Ed. 1	1	X			
Chemical engineering Fluid flow, heat transfer and mass transfer - v.1	Coulson, John Metcalfe - Richardson, J.F.	6th Ed. 1999	3	X		X	
Internal flow systems. Volume 5 in the BHRA Fluid Engineering series	Miller, D.S.	1st Ed. 1978	NC	X			
Particle classification	Heiskanen, K.	1 Ed. 1993	2	X	X	X	
Liquid Filtration	Cheremisinoff, N.	2Ed. 1988	NC			X	
Bioreaction engineering Vol. 2	Schügerl, K.	1 Ed. 1990	NC	X		X	
Steam generators and Waste Heat Boilers For	Ganapathy, V.	1Ed. 2015	NC				X



Process and Plant Engineers							
Efficient Boiler Operations Sourcebook	Payne, W	4Ed. 1996	1				X

HORARIOS DE CLASES

DIA	HORARIO	LUGAR
Miércoles	14-17 hs	Aula 1 del DTQ
Jueves	11-13 hs	Aula 109, Pabellón 2

HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS

DIA	HORARIO	LUGAR
Miércoles	11-12	Of. 13 DTQ
Martes	16-17	Of. 5 DTQ

AULA VIRTUAL: <https://cursos.ing.unrc.edu.ar/cursos/course/view.php?id=171>

REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

Las condiciones requeridas para alcanzar ya sea la condición regular como promocional se ajustan a lo establecido en el anexo I de la Res. CS. N° 120/17 y a la Res. CD N° 138/18, Res. CD N° 121/19 y Res. CD N° 259/22, estableciéndose los siguientes requisitos:

Requisitos generales:

- Asistencia al 80% de la totalidad de las clases prácticas y teóricas desarrolladas.
- Asistencia al 100% de la totalidad de las clases de laboratorio desarrolladas.
- Aprobación de trabajos grupales.
- Aprobación de cada informe de práctico de laboratorio en acuerdo a condiciones establecidas, pudiendo estar complementada esta instancia con una evaluación oral o escrita integradora de contenidos de las prácticas de laboratorio desarrolladas. En el caso de una instancia escrita la misma podrá estar incluida en la parte práctica de las evaluaciones parciales.

Requisitos para alcanzar la regularidad:

- Obtener una calificación mayor o igual a 5 (cinco) puntos en cada una de las dos (2) evaluaciones parciales de contenido teórico-práctico.
- El estudiante podrá recuperar cada una o todas las instancias evaluativas correspondientes para cumplir con las dos últimas condiciones expuestas.

Requisitos para alcanzar la promoción:

- Obtener una calificación promedio mayor o igual a 7 (siete) puntos en dos evaluaciones parciales de contenido teórico-práctico.
- No registrar instancias evaluativas con notas inferiores a 5 (cinco) puntos.

Instancias de evaluación previstas:

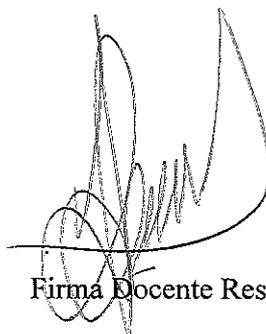
Dos exámenes parciales y sus correspondientes recuperatorios, trabajos prácticos grupales, laboratorios y coloquio integrador en caso de promoción.



CARACTERÍSTICAS Y MODALIDAD DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES

EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Parcial	Teórico-Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Recuperatorio	Teórico-Práctico	Escrito	1 semana	1 semana
Laboratorio	Teórico-Práctico	Escrito y Oral	1 semana	1 semana
Coloquio de Promoción	Teórico-Práctico	Oral	1-2 h	1-2 h

EXAMENES FINALES	
Alumnos en condición regular	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Práctico	Escrito
Teórico-práctico	Oral
Alumnos en condición libre	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Práctico	Escrito
Teórico-práctico	Oral


Firma Docente Responsable


Firma Secretario Académico