



"2024 – Año de la defensa de la vida, la libertad y la propiedad"

Ministerio de Capital Humana  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Córdoba

CÓRDOBA, 01 de marzo de 2024

**VISTO**, la solicitud del Director del Departamento de Ingeniería Química, de aprobación de Planificación de la asignatura curricular "DISEÑO, SIMULACIÓN, OPTIMIZACIÓN Y SEGURIDAD DE PROCESOS", de la Carrera Ingeniería Química, Plan 2023, Ordenanza N° 1875; y

**CONSIDERANDO**

Que las Planificaciones deben ser aprobadas por el Consejo Directivo para ponerlas a disposición de los docentes y estudiantes.

Que, evaluado el tema por la Comisión de Enseñanza, esta aconseja su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones conferidas por el Estatuto Universitario en vigencia

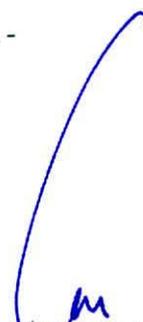
**EL CONSEJO DIRECTIVO  
DE LA FACULTAD REGIONAL CORDOBA  
en su Primera Reunión Ordinaria del día 01/03/2024  
RESUELVE**

**ARTICULO 1º: APROBAR** la Planificación de la asignatura "DISEÑO, SIMULACIÓN, OPTIMIZACIÓN Y SEGURIDAD DE PROCESOS" que corre agregada en el Anexo I de la presente Resolución y que consta de trece (13) fojas. -

**ARTICULO 2º:** Regístrese, Comuníquese, Cumplido, Archívese. -

**RESOLUCIÓN N°: 23/24**

Intervino
G.A.D

  
Ing. HÉCTOR R. MACAÑO  
Decano

  
Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretario Académico

## Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Diseño, Simulación, Optimización y Seguridad de Procesos  
Planificación a partir del Ciclo Lectivo 2023

1. Datos administrativos de la asignatura			
Nivel en la carrera	4	Duración	Cuatrimestral
Plan	2023		
Bloque curricular:	Tecnologías Aplicadas		
Carga horaria presencial semanal (hs. cátedra):	8	Carga Horaria total (hs. reloj):	96
Carga horaria no presencial semanal (hs. reloj) (si correspondiese)	-	% horas no presenciales (hs. reloj) (si correspondiese)	-

## 2. Presentación, Fundamentación

La orientación prevalescente de la carrera de Ingeniería Química dentro de la UTN es hacia los procesos. El aprendizaje del diseño de procesos químicos seguros es una tarea compleja que requiere de la integración de conocimientos y competencias adquiridas por parte de los estudiantes en diversas asignaturas previas, y en este caso, se busca focalizar la enseñanza en procesos que sean rentables, amigables con el medio ambiente, y seguros para los trabajadores y la comunidad. Una herramienta poderosa para predecir el comportamiento de estos procesos químicos antes de su implementación, es la simulación. En esta asignatura, los estudiantes aprenden a utilizar el Software Unisim Design para modelar, simular y optimizar operaciones unitarias y procesos químicos, lo que les permite analizar funcionamiento de una planta hipotética. Es decir, permite considerar y evaluar diferentes escenarios para tomar decisiones informadas sobre cada proceso. Entonces poder llevar adelante estas decisiones, es necesario aprender algunos conceptos relacionados:

- Optimización de procesos: para mejorar la eficiencia y el rendimiento de los procesos químicos, maximizando la producción, minimizando los costos y reduciendo los impactos ambientales. Asimismo, les permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora en los procesos existentes para optimizar su rendimiento.
- Seguridad (intrínseca) de procesos: es un aspecto crítico en la industria química, ya que los accidentes pueden tener consecuencias graves para la salud humana y el medio ambiente. Por lo tanto, es fundamental que los estudiantes aprendan a identificar los riesgos asociados a los procesos químicos y a implementar medidas preventivas para minimizarlos.
- Intensificación de procesos: que consiste en el desarrollo de equipos y técnicas innovadoras que ofrecen mejoras sustanciales en el proceso productivo, mediante

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretario Académico

la disminución del volumen del equipo, consumo de energía y generación de residuos, dando lugar a tecnologías/ procesos más baratos, seguros y sostenibles. Esta asignatura busca formar ingenieros químicos capaces de diseñar, implementar y controlar procesos con un enfoque en la eficiencia y la seguridad; y que puedan contribuir al desarrollo sustentable a través del diseño y optimización de procesos más eficientes y amigables con el entorno, siendo capaces de enfrentar los desafíos actuales y futuros del campo laboral.

### 3. Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

En la tabla siguiente se establece la relación de la asignatura con las competencias de egreso: Específicas, Genéricas Tecnológicas y Genéricas Sociales, Políticas y Actitudinales de la carrera. Se incluyen las competencias de egreso a las que tributa, aportes reales y significativos de la asignatura, y en qué nivel (no aporta, bajo, medio, alto).

Competencias	Nivel
<b>Competencias genéricas tecnológicas (CG):</b>	
CG.1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	No aporta
CG.2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	Alto
CG.3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.	No aporta
CG.4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	Alto
CG.5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	No aporta
<b>Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG)</b>	
CG.6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	No aporta
CG.7. Comunicarse con efectividad.	No aporta
CG.8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Alto
CG.9. Aprender en forma continua y autónoma.	No aporta
CG.10. Actuar con espíritu emprendedor.	No aporta
<b>Competencias Específicas de la carrera</b>	
CE.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 de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	Alto

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO A. MUÑOZ  
Secretario Académico

CE.2. Diseñar, calcular y proyectar 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 de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.	Alto
CE.3. Planificar y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo 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 de emisiones gaseosas utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos.	No aporta
CE.4. 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.	No aporta
CE.5. Proyectar y dirigir acciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones tendientes a la construcción, operación y mantenimiento de procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios referido a la higiene y seguridad en el trabajo y al control y minimización del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las normativas vigentes nacionales e internacionales.	Alto
CE.6. Optimizar 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 de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones, aplicando el modelo más adecuado, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social y ambiental.	Alto
CE.7. Peritar y/o arbitrar procesos, sistemas, instalaciones, elementos complementarios, construcción, operación y/o mantenimiento 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 seleccionando y utilizando técnicas y herramientas contempladas en las prácticas recomendadas y en las Normativas vigentes Nacionales e Internacionales.	No aporta
CE.8. Asesorar y/o capacitar a organizaciones, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, productos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento, 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.	No aporta
CE.9. Diseñar, asesorar y/o implementar sistemas de gestión en organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación,	No aporta

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. NUÑEZ  
Secretaría Académica

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.	
CE.10. Realizar y/o presentar ante autoridades de aplicación estudios de impacto ambiental correspondientes a procesos e instalaciones, 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.	No aporta
CE.11. Realizar análisis de riesgo, asesorar y/o implementar diseño seguro para organismos, empresas, organismos públicos o privados respecto de procesos, instalaciones, construcción, operación, mantenimiento 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.	Alto

#### 4. Contenidos Mínimos

- Ingeniería de Procesos: Análisis, definición.
- Diseño seguro de procesos.
- Tipos de simuladores y lógica de funcionamiento.
- Optimización de procesos.
- Intensificación de procesos.
- Seguridad intrínseca en el diseño.

#### 5. Objetivos establecidos en el DC

- Plantear el diseño, simulación y optimización para su aplicación a la ingeniería de procesos en la industria química.
- Aplicar criterios de seguridad intrínseca para el diseño de procesos industriales.
- Reconocer la importancia de la intensificación de procesos para el desarrollo sostenible de los mismos.

#### 6. Resultados de aprendizaje

Los siguientes resultados de aprendizaje se promueven en el desarrollo de la asignatura

Identificador de RA	Redacción
RA1	Implementar criterios de seguridad intrínseca para el diseño de procesos industriales teniendo en cuenta los principios, los factores que la representan y su aplicación en el diseño seguro de procesos químicos.
RA2	Elaborar el diseño, simulación y optimización de procesos químicos para su aplicación en la industria química teniendo en cuenta criterios y

	metodologías para el diseño de procesos, la seguridad y el diseño económico.
RA3	Reconocer la importancia de la intensificación de procesos para el desarrollo sostenible de los mismos teniendo en cuenta los principios de la intensificación, las metodologías y las propiedades de seguridad y control.

## 7. Relación de los RA y las competencias

En la tabla siguiente se indica con X la tributación de cada Resultado de Aprendizaje con las competencias de egreso: específicas, genéricas tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de la carrera.

RA	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	CE11	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10
RA1	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-
RA2	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-
RA3	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-

## 8. Asignaturas correlativas previas

Para cursar y rendir debe tener cursadas:

- Asignatura/s:  
Balances de Masa y Energía  
Matemática Superior Aplicada

Para cursar y rendir debe tener aprobada:

- Asignatura/s:  
Sistemas de Representación  
Fundamentos de Informática  
Introducción a Equipos y Procesos  
Análisis Matemático II  
Inglés II

## 9. Asignaturas correlativas posteriores

Indicar las asignaturas correlativas posteriores:

- Asignatura/s:  
Control Automático de Procesos  
Proyecto Final

## 10. Programa analítico

Este programa analítico contempla los contenidos mínimos, previstos en el DC vigente, y aquellos que se consideran necesarios para desarrollar los resultados de aprendizaje propuestos.

Unidad N°:1

Título: DISEÑO SEGURO DE PROCESOS QUÍMICOS.

Contenidos: Riesgo. Definición y clasificación. Interpretación de parámetros de medición y criterios de tolerabilidad. Accidentes de la industria química. Teoría de accidentes. Grandes accidentes de la industria química. Procedimientos deficientes. Cargas estáticas. Fugas de líquidos. Espacios confinados. Capacitación deficiente. Explosiones: de polvo, BLEVEs. Almacenamiento y fuga de sustancias combustibles: líquidos y gases.

Carga horaria por unidad: 24 h

Unidad N°:2

Título: SEGURIDAD INTRÍNSECA

Seguridad intrínseca en el diseño. Principios de seguridad intrínseca. Factores que representan la seguridad intrínseca. Índices de seguridad intrínseca. Análisis de riesgo: Árbol de fallas. HAZOP. Identificación de peligros.  
Carga horaria por unidad: 16 h

Unidad N°:3

Título: INGENIERÍA DE PROCESOS - DISEÑO Y SIMULACIÓN.

Desarrollo y evaluación de procesos. Localización de planta. Materiales, productos y su manipulación y transporte. Layout. Criterios para el diseño de procesos. Metodología de diseño.

Simulación. Tipo de simuladores. Interfaz con el usuario. Programas de ejecución. Características del simulador: Base de datos de propiedades físico – químicas. Paquetes de propiedades termodinámicas. Subrutinas de operaciones unitarias.

Tamaño de la base de datos. Orden de cálculo. Servicios auxiliares de proceso y de planta. Principales servicios auxiliares de proceso: agua, vapor, otros fluidos térmicos, energía eléctrica, refrigeración. Requerimientos y obtención. Insumos. Simulación de un proceso con UNISIM.

Carga horaria por unidad: 32 h

Unidad N°:4

Título: INGENIERÍA ECONÓMICA.

Diseño económico de procesos químicos. Etapas. Evaluación de costos directos e indirectos. Flujo de caja. Rentabilidad del emprendimiento: valor neto actual – tasa interna de retorno. Aplicación a casos.

Carga horaria por unidad: 8 h

Unidad N°:5

OPTIMIZACIÓN E INTENSIFICACIÓN DE PROCESOS

Optimización y su importancia. Características principales de los problemas de optimización. Solución de problemas. Ejemplos de aplicación (optimización de procesos desde el punto de vista técnico y del económico).

Intensificación. Generalidades y principios de la intensificación. Dispositivos y equipos en intensificación. Metodologías. Propiedades de seguridad y control. Principales inconvenientes para la implementación de la intensificación. Ejemplos de aplicación.

Carga horaria por unidad: 16 h

**Carga horaria por tipo de formación práctica de toda la asignatura**

Tipo de formación práctica	Horas reloj
Formación experimental	0

Carrera: Ingeniería Química

Asignatura: Escriba el nombre de la asignatura.

Ing. ROBERTO M. MUÑOZ  
Secretaría Académica

Análisis y resolución de problemas de ingeniería y estudios de casos	20 h
Formulación, análisis y desarrollo de proyectos.	10 h

**Bibliografía Obligatoria:**

Sinnot, R. y Towler, G. (2012). *Diseño en Ingeniería Química*. Editorial Reverté S.A

Douglas, J. (1988). *Conceptual design of chemical processes*. McGraw-Hill.

Ulrich, g.D. (1986). *Procesos de Ingeniería Química*. Ed. Interamericana.

Peters, M.; Timmerhaus, K. (1978) *Diseño de plantas y su evaluación económica para Ingenieros Químicos*. Editorial Géminis.

Glandt, Klein, Edgar. *Optimization of chemical processes*. (2° Ed.). McGraw-Hill – Chemical Engineering Series.

**Bibliografía optativa y otros materiales a utilizar en la asignatura:**

Heikkila A. M. (1999) *Inherent Safety in Process Plant Design*. Technical Research Centre of Finland.

Kletz, Trevor. (2001). *Learning from Accidents*. Gulf Professional Publishing.

*Casos de Estudio de la Chemical Safety Board (CSB) – Estados Unidos.*

Roy Sanders. (2004). *Chemical Process Safety - Learning from Case Histories*. (2ª Ed.). Elsevier - Butterworth Heinemann.

## 11. Metodología de enseñanza

*Lección Magistral Participativa:* en todas las unidades del programa analítico de la asignatura, las docentes exponen los conceptos teóricos correspondientes promoviendo la interacción con las/los estudiantes a través de preguntas, discusiones y actividades prácticas, alentándolos a aportar ideas y participar de debates relacionados con el tema de estudio. Las clases se desarrollan mediante presentaciones en PowerPoint y con el uso del Software UniSim Design.

*Estudio de casos:* se prevé analizar casos de estudio relacionados con accidentes en la industria química, ya que de los mismos se pueden obtener valiosas conclusiones para la realización de un diseño seguro de proceso, la prevención de accidentes e implementación de medidas de seguridad más efectivas fortaleciendo la gestión de riesgos en la industria química.

*Taller:* en las unidades relacionadas con seguridad, se proponen actividades grupales dentro del aula en las que las/los estudiantes deben analizar algún caso planteado por las docentes, sacar las conclusiones correspondientes para finalmente debatir con la clase.

*Resolución de problemas:* posterior a la Lección Magistral Participativa de la unidad N°3 se plantea la resolución de problemas de simulación de procesos mediante la utilización del Software UniSim. Cada estudiante debe presentar un trabajo práctico que consta de la simulación de una torre de destilación de platos.

## 12. Recomendaciones para el estudio

Se recomienda la asistencia a clases de las/los estudiantes con una participación activa que permita la interacción con las docentes y el resto de la clase, a través de las actividades y ejercicios propuestos. Realizar una lectura periódica del material de cada clase y de la bibliografía propuesta ayuda a procesar los contenidos con mayor claridad y en caso de surgir dudas, poder ser abordadas durante el transcurso de la asignatura.

La cátedra propone la utilización de un Software para realizar ejercicios de simulación de procesos, por esta razón, se recomienda la práctica y familiarización con el mismo con el objetivo de desarrollar las actividades y ejercicios propuestos de manera exitosa.

## 13. Metodología de evaluación

El modelo de enseñanza basado en competencias implica la aplicación de metodologías e instrumentos de evaluación que permiten conocer, a docentes y estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias que aborda la asignatura.

La evaluación de los resultados de aprendizaje propuestos consiste en dos exámenes parciales a través del Aula Virtual (UV) con preguntas aleatorias tanto de autocorrección como descriptivas, siendo estas últimas, evaluadas por las docentes en forma particular. También se solicita la entrega de un trabajo práctico individual que consiste en el cálculo de una torre de destilación de platos para la separación de una mezcla dada multicomponentes con el Software UniSim Design y un trabajo final grupal en el que los estudiantes deben presentar la simulación de un proceso químico que incluya el análisis de rentabilidad económica del mismo. En todos los casos planteados, no solo se evalúan los conceptos técnicos de la materia sino también la ortografía y redacción de los mismos.

A continuación, se detallan todos los Resultados de Aprendizajes con sus contenidos a desarrollar para alcanzarlos, la mediación pedagógica, metodologías y estrategias de evaluación, tiempo en horas reloj.

Resultados de Aprendizaje	Contenidos según programa	Mediación Pedagógica	Metodología y Estrategias de Evaluación	Tiempos en hora reloj
RA 1	Unidad 2	Lección magistral participativa. Taller. Resolución de problemas.	Cuestionario en aula virtual.	32 h
RA 2	Unidad 1, 3, 4 y 5	Lección magistral participativa. Resolución de problemas Taller. Estudio de casos	Cuestionario en aula virtual. Presentación individual de diseño de torre de destilación de platos en Software UniSim. Trabajo final integrador.	64 h
RA 3	Unidad 5	Lección magistral participativa.	Cuestionario en aula virtual.	16 h

Ing. ROBERTO A. TORRES  
 Secretario Académico

## 14. Condiciones de aprobación

### Condiciones de APROBACIÓN DIRECTA y REGULARIDAD

La escala de valoración es lineal en la cual el 40% es 4 (cuatro) y 60% es 6 (seis), y los promedios se redondean al entero más próximo.

Se considerará en condición de **REGULAR (aprobación de cursada)**, aquel alumno/a que haya asistido al menos al 75% de las clases y obtenido una calificación mayor o igual a 4 (cuatro) en:

- Nota de los dos exámenes parciales.
- Nota del trabajo práctico individual de diseño de columnas de destilación con software.
- Nota del trabajo práctico grupal final de simulación de un proceso con análisis de rentabilidad económica.

Se considerará en condición de **APROBACIÓN DIRECTA**, aquel alumno/a que cumpliendo los requisitos de aprobación de cursada, hayan obtenido una calificación mayor o igual a 6 (seis) en cada una de las instancias de evaluación.

Recuperatorios: El/la alumno/a podrá recuperar uno de los dos parciales con fecha posterior al último parcial. Los trabajos prácticos individual y grupal no se podrán recuperar por lo que el alumno/a deberá lograr la aprobación del mismo antes de finalizar el dictado de la asignatura en el ciclo lectivo correspondiente. El no aprobar en la recuperación implica la no regularización de la asignatura.

Cada una de las notas por trabajos prácticos individuales o grupales y evaluaciones parciales tendrá un peso o ponderación, a modo de factor de ajuste, que luego se usará para calcular el promedio ponderado y obtener la nota final de aprobación (NA). En éste caso, el factor de ajuste de cada nota es un valor de porcentaje

NA = Nota de Regularidad  
 $f_{a_k}$  = peso, ponderación o factor de ajuste asignado a la nota  $c_k$   
 $c_k$  = calificación obtenida en evaluación, trabajo práctico, etc.  
 $n$  = cantidad de notas por evaluaciones o trabajos prácticos.

(%) otorgado según el peso de cada actividad. El promedio ponderado (que es la nota final, NA) es la suma de los productos de cada nota por su factor de ajuste, dividiendo el resultado por la suma de ajustes. A modo de ejemplo:

$$NA = \frac{\sum_1^n (c_k \times f_{a_k})}{\sum_1^n f_{a_k}}$$

Las evaluaciones aportarán a cada alumno una nota entre 1 y 10 (la evaluación no entregada, será registrada con nota 1 (uno). Todos los trabajos evaluables deben ser entregados en **TIEMPO Y FORMA** de acuerdo a las pautas y fechas que se estipuladas en cada caso.

Nº	Actividad a evaluar	Formato	Tipo de actividad	% de Ponderación
1	<i>Evaluación parcial - primera</i>	Cuestionario Virtual	Individual	30
2	<i>Cálculo Torre de Destilación</i>	Archivo (PDF + USC)	Individual	10
3	<i>Evaluación Parcial – segunda</i>	Cuestionario Virtual	Individual	30
4	<i>Trabajo Final Integrador</i>	Archivo (PDF)	Grupal	30
Total (NR)				100

Para todos los casos en que los estudiantes deban entregar archivos, tienen disponible en la UV de la materia, los formatos correspondientes.

## 15. Modalidad de examen

En el examen final se debe presentar el proceso que las/los estudiantes realizaron en el trabajo final integrador junto con dos modificaciones del mismo. Posterior a la revisión por parte de las docentes, las/los estudiantes deberán realizar una presentación oral / coloquio explicando y defendiendo el trabajo presentado.

El examen final se aprueba con nota mínima igual a 6.

El detalle se resume en el siguiente listado:

- las 3 simulaciones (en formato unisim / hysys y también los 3 flowsheets en un sólo PDF).
- los 3 flujos de caja respectivos (en excel).
- el archivo descriptivo original del proceso (que presentaron con el grupo al final del cursado).
- cuadro / tabla comparativa de balances de masa y cajas negras de energía.
- análisis de las modificaciones realizadas, comparando con la versión original. Es decir, resumen de las 2 modificaciones que se realizaron, analizando si mejoraron o no el **proceso en sí mismo** (rendimiento, pureza, conversión, reducción de residuos, mejora en la seguridad, etc.- pueden ser dos ó más de éstos parámetros) y en relación con los **flujos de caja** (cuál de los 3 procesos es mejor para llevarlo adelante). En word ó PDF.

## 16. Recursos necesarios

Proyector multimedia.  
Universidad Virtual (UV).  
Gabinete de informática.  
Software: UniSim Desing.  
Parlantes.  
Laptop.