



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**DEPARTAMENTO: TECNOLOGÍA QUÍMICA**

**CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA**

**ASIGNATURA: BALANCE DE MASA Y ENERGÍA**

**CÓDIGO: 9130**

**AÑO ACADÉMICO: 2019**

**PLAN DE ESTUDIO: 1994**

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 3ER.AÑO**

**MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL**

**DOCENTE A CARGO:** Dra. Ing. María del Carmen Pramparo – Profesora Asociada Exclusiva

**EQUIPO DOCENTE:** Dra. Ing. María del Carmen Pramparo – Profesora Asociada Exclusiva  
Dra. Ing. María Fernanda Gayol – Profesora Adjunta Exclusiva  
Dra. Ing. Lorena Tarditto – Ayudante de Primera Exclusiva  
Ing. Leisa Magallanes – Colaboradora (Becaria CONICET)  
Ing. Aylen Di Tocco - Adscripta  
Estudiante Pablo Fiezzi – Ayudante de Segunda

**RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:**

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
9127	9129
-	0407

**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Semanales: 5 hs

Totales → Teóricas: 25 hs.  
          → Prácticas → Resolución de problemas: 25 hs.  
                      → Laboratorio de simulación: 20 hs.  
                      → Proyecto: -  
                      → Trabajo de campo: trabajo en planta piloto: 5 hs

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:** Obligatoria





### **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:**

- Introducir al alumno en una forma de razonamiento hacia la creación y valoración de alternativas de diseño de procesos, utilizando procedimientos sistemáticos de síntesis y análisis de los mismos, manejando correctamente los balances de materia y energía y analizando los grados de libertad de un sistema.

### **CONTENIDOS:**

#### **TEMA I: Introducción al Diseño De Procesos**

##### **Objetivos Específicos**

- Introducir al alumno en el diseño de un proceso utilizando procedimientos sistemáticos, a la vez que sepa identificar y diferenciar las variables de proceso y de diseño.

##### CONTENIDOS ANALÍTICOS

1.1. Procesos: sistemas y subsistemas. Clasificación de sistemas. Diagrama de flujo. Recirculación, derivación y purga. Variables de proceso. Variables de diseño. Grados de libertad. Operaciones convencionales: separaciones y mezclado - intercambio calórico - reacciones químicas.

1.2. Análisis de los sistemas y toma de decisiones. Factibilidad técnica y económica. Batch vs continuo. Jerarquía de las decisiones. Integración energética. Tren de destilación. Sistema de recuperación de vapor.

1.3. Diagrama de flujo simplificado. Procedimiento de descomposición de procesos existentes.

1.4. Información de entrada. Estructura de entrada-salida, estructura de reciclo, estructura de recirculación.

#### **TEMA II: Balances de masa y energía en Estado Estacionario**

##### **Objetivos Específicos**

- Que el alumno sea capaz de identificar el problema, analizar los grados de libertad y aplicar los balances de materia y energía en estado estacionario, mediante el uso de las ecuaciones correspondientes.

##### CONTENIDOS ANALÍTICOS

2.1. **Balances de masa y energía. Sistemas no reaccionantes.**

2.1.1. *Balances de masa.* Ecuación general del balance de masa. Balances sobre procesos continuos en estado estacionario. Diagramas de flujo. Variación de escala y base de cálculo. Grados de libertad. Análisis de grados de libertad en problemas de balance de masa. Información necesaria. Estrategia





de resolución. Unidades múltiples. Actualización de los grados de libertad. Balances por componentes vinculantes (base seca). Resolución gráfica de balances de masa.

2.1.2. *Balances de energía.* Formas de energía. Ecuación general de conservación. Balances sobre sistemas cerrado y abierto en estado estacionario. Propiedades de la ecuación de balance de energía. Análisis de grados de libertad. Estrategia de resolución. Sistemas de unidades múltiples. Balances sobre procesos sin reacción química: balances de energía mecánica, balances en equipos flash isotérmicos y adiabáticos, balances en operación de humidificación y secado utilizando cartas psicrométricas, balances en procesos de mezclado y disolución.

## 2.2. **Balances de masa y energía. Sistemas reaccionantes .**

2.2.1. *Balances de masa.* Sistemas con reacción química única y múltiples. Velocidad de reacción. Reactivo limitante y conversión. Análisis de grados de libertad. Independencia lineal de las reacciones químicas. Balances elementales.

2.2.2. *Balances de energía.* Balances sobre procesos con reacción química. Calores de reacción. Balances de energía con reacción química única y con reacciones químicas múltiples. Análisis de grados de libertad. Sistemas de unidades única y múltiples.

## TEMA III: Balances de masa y energía. Estado no Estacionario

### Objetivos Específicos

- Que el alumno sea capaz de identificar el problema y de aplicar los balances de materia y energía en estado no estacionario, mediante el uso de las ecuaciones correspondientes.

### CONTENIDOS ANALÍTICOS

3.1. *Balances de masa.* Balances diferenciales e integrales. Sistemas sin y con reacción química.

3.2. *Balances de energía.* Balances sobre sistemas con y sin reacción química.

### Trabajo práctico de planta piloto

#### Objetivos Generales:

- que el alumno se familiarice con el manejo de equipos de procesos.
- que el alumno verifique los resultados teóricos obtenidos mediante balances de masa y energía, elaborados bajo ciertos criterios y suposiciones, con datos experimentales a escala piloto, generados por él mismo.

#### Objetivos Específicos:

- que el alumno desarrolle y discuta procesos alternativos para la solución de un problema propuesto
- que el alumno analice y compare las condiciones de proceso en estado estacionario y no estacionario.



- que el alumno determine mediante balances de masa y energía los caudales y temperaturas óptimas de trabajo.

### Trabajo práctico de simulación

#### Objetivos Generales:

- que el alumno tome conocimiento de las herramientas existentes para la simulación.
- que el alumno se familiarice con el manejo de un simulador de procesos de uso comercial.
- que el alumno verifique los resultados teóricos obtenidos mediante balances de masa y energía, con resultados obtenidos desde un simulador de procesos.

#### Objetivo Específico:

- adquirir destreza en los procedimientos de resolución de balances de masa y energía mediante simulación en computadora usando Provisión (Pro II 8.1).

#### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

Para que los alumnos logren los objetivos generales y específicos propuestos se adopta la modalidad de clases teóricas y prácticas. En el transcurso de las primeras se exponen los conceptos teóricos fundamentales, incentivando al alumno a participar del análisis y discusión de los temas, efectuando en las segundas, la resolución de problemas planteados en guías de trabajos prácticos, con resolución manual y/o por computadora. El análisis y resolución de estos ejercicios normalmente se efectúa en forma individual, si bien siempre se promueve una discusión en general de conclusiones y resultados. Las guías mencionadas constan de problemas para resolver en clase, en donde se plantean situaciones típicas con grados de complejidad graduales y de problemas propuestos, con el objeto de permitir una mayor ejercitación y profundización al alumno que procure resolverlos.

Para que los alumnos logren una mejor comprensión de los temas tratados, se desarrollaran clases de Simulación de Procesos por computadora, donde deberán abordar las diferentes alternativas de un dado proceso, despertar un sentido crítico y analítico de los problemas, y que aprendan a aprovechar el potencial de la simulación como herramienta de desarrollo práctico permitiendo acercarlos a situaciones y problemas reales.

En cuanto a la práctica en planta piloto, se lleva a cabo la comprobación de balances de masa y energía para el calentamiento y concentración por evaporación de una solución de sacarosa, utilizando para ello un tanque mezclador y calefactor y un intercambiador de tubo y coraza.

#### MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Para la evaluación de los resultados conseguidos se establece un régimen de regularidad y promoción de la materia que se detalla a continuación:

##### **A) Asistencia**

Se considera obligatoria la asistencia al 75% de las clases.

##### **B) Modalidad de evaluación**

##### Regularización:

- Se tomarán dos evaluaciones escritas a libro cerrado sobre resolución de problemas y conceptos teóricos. Se exigirá la presentación de informes de laboratorio de simulación por computadora.
- Existirán dos exámenes recuperatorios, uno para cada examen parcial.



Promoción:

-Se contempla la posibilidad de promoción total de la materia. Para ello deberá obtener una calificación promedio de 7 puntos (sin registrar instancias evaluativas de aprobaciones con notas inferiores a 5 puntos). Un estudiante que no hubiere alcanzado la nota mínima de cinco puntos, tendrá derecho a recuperar cada instancia evaluativa, definida como requisito para la obtención de la promoción, cualquiera sea la calificación obtenida. (Resol. C.S. n° 120/17). No se otorgará promoción de trabajos prácticos solamente.

Examen Final:

-El alumno que regularice la materia deberá rendir un examen final para la aprobación definitiva. Dicho examen constará de una parte escrita, en donde se evaluará el grado de asimilación de los conceptos teóricos así como la capacidad de resolver problemas, y en caso de que se susciten dudas referentes al mismo, el alumno será evaluado en un examen oral.

-El alumno que rinda como libre deberá rendir el examen de alumno regular, más un escrito sobre tareas prácticas de planta piloto y/o resolución de problemas por computadora.

-El alumno que obtenga promoción total de la materia, no rendirá ningún tipo de examen final.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:**

De cada uno de los temas, se da una clase de LABORATORIO DE SIMULACIÓN por semana

Clase	Modalidad	Tema/Problemas
1	T-P	INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE PROCESOS. Clasificación. Diagrama de flujo. Jerarquía de las decisiones BALANCES EN ESTADO ESTACIONARIO <u>Balace de masa</u> . Base de cálculo. Factor de escala.
2	P	Resolución de Problemas
3	T-P	Diseño de procesos: Información de entrada. Estructuras de entrada – salida. Estructura de reciclo. Estructura de separación. Balances de masa: Unidades Múltiples. Análisis de grados de libertad
4	P	Resolución de Problemas
5	T	Componentes vinculantes./// Resolución gráfica
6	P	Resolución de Problemas
7	T	<u>Balace de Energía</u> . Ecuación general. Análisis de grados de libertad- Bal. energía mecánica
8	P	Resolución de Problemas
9	T	Mezclado y disolución. Psicrometría.
10	P	Resolución de Problemas
11	T	Flash isotérmico y adiabático
12	P	Resolución de Problemas
13		Clase de Consulta
14		PRIMER PARCIAL
15	T	<u>Balace de masa</u> : con reacción química única . Con reacciones múltiples. Especificaciones independientes.
16	P	Resolución de Problemas
17	T	Balances elementales. <u>Balace de energía</u> : con reacción química.
18	P	Resolución de Problemas
19	T	Unidades múltiples





20	P	Resolución de Problemas
21	T	BALANCES EN ESTADO NO ESTACIONARIO. Balance de masa Con y sin reaccion qca
22	P	Resolución de Problemas
23	T	Balances en estado no estacionario. Balance de energía. Con y sin reaccion qca.
24	P	Resolución de Problemas
25		Trabajo en Planta Piloto
26		Clase de Consulta
27-28		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>
29-30		Clase de Consulta RECUPERATORIOS

T:teórico; P:práctico; T-P: teórico-práctico

**HORARIOS DE CLASES:**

Martes de 16 a 18 h.  
Miércoles de 14 a 15.30 h.  
Jueves de 14 a 15.30 h.

**HORARIOS DE CONSULTA:**

Lunes y Miércoles de 10 a 12 h. (M. PRAMPARO)  
Lunes de 10 a 12 h. (M. GAYOL)  
Lunes y Miércoles de 10 a 12 h. (L. TARDITTO)  
Martes de 10 a 12 h. (L. MAGALLANES y A. DI TOCCO)

**BIBLIOGRAFÍA:**

\*En biblioteca \*\*en la cátedra, en papel \*\*\*en la cátedra, en pdf

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles
Modeling and simulation for chemical engineers: theory and practice	SIMMANT R, UPRETIKLAITI	John Wiley & Sons.	2017	1**
Simulación de procesos en ingeniería química	DOMINIC CH. Y. FOO	Elsevier	2017	1**
Fluid Mechanics	FOX R. McDONALD A. MITCHELL J.	John Wiley & Sons	2016	1*
Elementary Principles of Chemical Processes	FELDER, R. - ROUSSEAU, R.	John Wiley & Sons 4th ed.	2015	1**
Fluid mechanics	WHITE F.	Editorial McGraw-Hill	2015	1**
Ejercicios de clase y problemas de examen resueltas en mecánica de fluidos	DE CASTRO HERNANDEZ E.	Parainfo Ed.	2014	1**
Basic principles and calculations in chemical engineering	HIMMELBLAU D, RIGGS J.	International Edition Addison-Wesley 8th ed.	2012	1**
Fluid mechanis	GRANGER R.	Dover Publications Inc.	2012	1**



Perry's Chemical Engineer's Handbook.	PERRY, R Green D	Editorial McGraw-Hill. 8° ed.	2008	1***
Chemical Process Equipment (Second Edition)	JAMES R. COUPER, W. ROY PENNEY, JAMES R. FAIR AND STANLEY M. WALAS	Elsevier	2005	1*
Chemical Engineering: Visions of the World	DARTON R.C., PRINCE R.G.H., WOOD D.G.	Elsevier	2003	1**
Diseño de procesos en Ingeniería Química	GUTIÉRREZ A. J.	Reverté,	2003.	1**
A Critical Review and Annotated Bibliography for Heat Exchangers Networks Synthesis in the 20 <sup>th</sup> Century	FURMAN K.C., SAHINIDIS N.V.	Dep. of Chemical Eng. University of Illinois, Urbana, Champaign	2001	1**
Modelado, simulación y optimización de procesos químicos	Scenna N.	UTN , Rosario	2001	1**
Problem Solving in Chemical Engineering with Numerical methods	MICHAEL B. CUTLIP AND MORDECHAI SHACHAM	Prentice Hall	1999	1**
Introduction to Pinch Technology	LINNHOF B.	March International	1998	1**
Process Design Principles	SEIDER W., SEADER J., LEWIN D.	John Wiley & Sons	1998	1**
Systematic Methods of Chemical Process Design",,	BIEGLER L.T., GROSSMANN I.E., AND WESTERBERG A.W	Prentice Hall	1997.	1**
Batch processing systems engineering : fundamentals and applications for chemical engineering	REKLAITIS, GINTARAS V.; SUNOL, AYDIN K.; RIPPIN, DAVID W.T.; HORTACSU, ONER	Springer	1996	1*
Basic principles and calculations in chemical engineering	HIMMELBLAU D.	Prentice Hall	1996	1*
Batch Distillation. Simulation, Optimal and Design Control	DIWEKAR U.	Series Chemical and Mechanical Engineering, Taylor & Francis Publishers	1996	1**
Chemical Process Design	SMITH R.	Mc Graw Hill	1995	1**
Simulation Model Design and Execution	FISHWICK P.	Prentice Hall International Series in Industrial and Systems Engineering	1995	1**
Batch Process Simulation Why and How	BARTON P. I.	Dep. of Chemical Engineering, Massachusetts Institute of Tech.	1994	1**
Chemical Engineering Dynamics. Modelling with PC Simulation	INGHAM J., DUNN I., HEINZLE E., PRENOSIL J.	VCH, Weinheim	1994	1**
Simulation Modeling and Analysis	LAW A., KELTON W.	Mc Graw Hill	1991	1**
Process Modeling. Simulation and Control for Chemical Engineers	LUYBEN L.	Mc Graw Hill	1990	1**
Conceptual design of chemical processes.	DOUGLAS, J. -	Editorial McGraw-Hill.	1988	1*



"Optimization of Chemical Processes"	EDGAR T.F. AND HIMMELBLAU D.M.	McGraw Hill	1988	1*
Recent Developments in Chemical Process and Plant Design	LIU Y., MCGEE H., EPPERLY W.	John Wiley & Sons	1987	1**
Balances de Materia y Energía	REKLAITIS G. - SCHNEIDER D.	Interamericana	1986	1***
Chemical Process Simulation	HUSAIN A.	John Wiley & Sons	1986	1**
Computer Simulation and Modelling	NEELANKAVEEL F.	John Wiley & Sons	1986	1**
Perry's Chemical Engineer's Handbook.	PERRY, R Green D.	Editorial McGraw-Hill. 6° ed.	1984	1*
Introduction to material and energy balances.	REKLAITIS, G.V. - SCHNEIDER, D.	John Wiley & Sons.	1983.	1*
Optimal Engineering Design. Principles and Application	SIDDAL J.	Dekker	1982	1**
Principios básicos de los procesos químicos.	FELDER, R. - ROUSSEAU, R.	Editorial El Manual Moderno S.A.	1981	4*
Principios de los procesos químicos.	HOUGEN, O. - WATSON, K. - RAGATZ, R.	Editorial Reverté.	1980	1*
Process Flowsheeting	Westerberg A., Hutchison H., Motard R., Winter P.	Cambridge University Press	1979	1**
Curso latinoamericano de diseño de procesos por computadora. Tomo I: Simulación de procesos por computadora	Cerro R.L., Arri L. E., Chiovetta M.G., Perez G.	UNL - INTEC	1978	1**
Modeling and Simulation	Gordon G.	Prentice Hall	1978	1**
Análisis y simulación de procesos	Himmelblau D., Bischoff K.	Reverté	1976	1**
"Estrategia en Ingeniería de Procesos"	RUDD D.F. AND WATSON CH.C.	Alhambra,	1976	1*
Modeling and Simulation in Chemical Engineering	Franks R.	John Wiley & Sons	1972	1**
Plant Design and Economics for Chemical Engineers	Peters M., Timmerhaus K.	Mc Graw Hill	1968	1**
Strategy of Process Engineering of Chemical Processes	Rudd D., Watson Ch.	John Wiley & Sons	1968	1**

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico