



PROGRAMA DE OPERACIONES UNITARIAS II

1. Carrera/s: INGENIERIA QUIMICA - INGENIERIA EN INDUSTRIAS DE LA ALIMENTACION

2. Año de Vigencia: 2010

3. Carga horaria: 105 HORAS

4. Equipo de cátedra: Mgter. Ing. Armando Asenjo – Profesor Titular

Ing. Laura Lucero – Auxiliar de Primera

5. Objetivos del Espacio Curricular.

Adquirir los conocimientos básicos para el diseño de Operaciones en donde es necesario modificar la composición de soluciones y mezclas, mediante métodos que no impliquen reacciones químicas, basados principalmente en los fenómenos de transferencia de masa, o transferencia de calor y masa en forma simultánea. Para ello es necesario:

- Adquirir solvencia en el planteo de los balances de materia y energía en estado estacionario, aplicados al diseño de Operaciones Unitarias.
- Deducir ecuaciones de diseño para ser aplicadas al dimensionado de equipos, de acuerdo a las fases que se pongan en contacto.
- Aplicar los objetivos puntualizados a la resolución de problemas de destilación, absorción de gases, lixiviación, extracción, humidificación, secado y cristalización.
- Adquirir solvencia en el uso del simulador HY-SYS.

6. Contenidos a desarrollar en el Espacio Curricular

Unidad Temática	Bibliografía
Nº 1 – Operaciones de Transferencia de Masa <u>Objetivos de la Unidad:</u> Interpretar qué son las operaciones de transferencia de materia y cuál es su finalidad. <u>Contenidos:</u> Descripción general. Clasificación. Consideraciones generales sobre los pasos a seguir en el diseño de equipos. Procesos en equicorriente y contracorriente. Balance de materia. Línea de operación. Procesos en estado estacionario. Etapas.	Obligatoria: 1 ¹ Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7
Nº2 – Destilación <u>Objetivos de la Unidad:</u> Adquirir los conocimientos básicos para modificar la concentración de una fase líquida. <u>Contenidos:</u> - Equilibrios. - Destilación de equilibrio cerrada (flash). - Destilación de equilibrio abierta (diferencial).	Obligatoria: 1 Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7

¹ Ver Referencia Bibliográfica.-



Unidad Temática	Bibliografía
<p>Nº2 – Destilación (Continuación)</p> <ul style="list-style-type: none">- Rectificación. Método de Sorel y Lewis. Método de McCabe-Thiele. Método de Ponchón y Savarit. Balances de Entalpía- Destilación de multicomponentes: Equilibrios. Componentes clave. Método de Lewis y Matheson. Método de Gilligan.- Destilación por arrastre de vapor.- Destilación azeotrópica o extractiva.- Aplicación del simulador HYSYS a cálculos de destilación.	
<p>Nº3 – Destilación – Diseño de una Columna</p> <p><u>Objetivos de la Unidad:</u> Adquirir los conocimientos necesarios para realizar los cálculos básicos para el diseño de una torre de destilación.</p> <p><u>Contenidos:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Diseño hidráulico de la torre.- Determinación del diámetro de la columna.- Diseño de platos: Tipos de platos; diseño de platos perforados; diseño de platos con campana de burbujeo. Conducto de bajada de plato a plato.- Diseño del conducto de salida de vapores de la torre.- Eficacia.	<p>Obligatoria: 1</p> <p>Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
<p>Nº4 – Absorción de Gases</p> <p><u>Objetivos de la Unidad:</u> Conocer los principios que rigen los procesos de transferencia de materia entre una fase líquida y otra gaseosa y aplicarlos al diseño de operaciones.</p> <p><u>Contenidos:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Consideraciones generales. Equilibrios.- Concepto de HTU y NTU. Cálculos.- Cálculo altura: Caso soluciones diluidas; caso sol. concentradas. Ecuación de diseño.- Carga. Inundación. Variaciones de temperatura.- Características constructivas de las torres: Torres rellenas; materiales de construcción; cálculo del diámetro.- Destilación en torres rellenas. Concepto de HETP.	<p>Obligatoria: 1</p> <p>Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
<p>Nº 5: Extracción sólido – líquido</p> <p><u>Objetivos de la Unidad:</u> Adquirir los conocimientos necesarios para interpretar un proceso de lixiviación y aplicarlos para diseñar operaciones.</p> <p><u>Contenidos:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Consideraciones generales. Equilibrios.- Cálculo del número de etapas: retención constante y retención variable. Métodos de Cálculo: McCabe-Thiele; Ponchón-Savarit.- Equipos.	<p>Obligatoria: 1</p> <p>Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>



Unidad Temática	Bibliografía
<p>Nº 6 - Extracción líquido-líquido <u>Objetivos de la Unidad:</u> Adquirir los conocimientos necesarios para interpretar dichos procesos y aplicarlos para diseñar operaciones.</p> <p><u>Contenidos:</u> - Consideraciones generales. Equilibrios. Diagramas triangulares. Diagrama de Ponchón y Savarit. - Cálculo del número de etapas de contacto. - Concepto de HTU. - Procesos continuos. Extracción continua en contracorriente con reflujo. - Equipos.</p>	<p>Obligatoria: 1 Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
<p>Nº 7 – Humidificación <u>Objetivos de la Unidad:</u> Adquirir los conocimientos necesarios para interpretar y diseñar procesos de humidificación.</p> <p><u>Contenidos:</u> Generalidades. Equilibrios. Definiciones. Diagrama psicrométrico. Temperatura de termómetro húmedo. Saturación adiabática. Humidificación. Deshumidificación. Torres de enfriamiento de agua. Equipos. Cálculos.</p>	<p>Obligatoria: 1 Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
<p>Nº 8 - Secado. <u>Objetivos de la Unidad:</u> Interpretar los mecanismos de secado y proceder al diseño de procesos.</p> <p><u>Contenidos:</u> - Consideraciones generales. - Cálculos de tiempo de secado. Curvas de velocidad de secado. - Tipos de secaderos: de bandejas, de túnel, rotativos. - Cálculos.</p>	<p>Obligatoria: 1 Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>
<p>Nº 9 - Cristalización. <u>Objetivos de la Unidad:</u> Adquirir los conocimientos necesarios para interpretar los fenómenos de cristalización.</p> <p><u>Contenidos:</u> Consideraciones generales. Equilibrios. Rendimiento. Balances de entalpía. Sobresaturación. Nucleación. Características y cálculo de equipos.</p>	<p>Obligatoria: 1 Complementaria: 2, 3, 4, 5, 6, 7</p>

Referencia Bibliográfica:

- (1) - McCabe, W.L., Smith, J.C., y Harriot, P., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ta. ed., Madrid, España, Mc Graw-Hill, 1991.
- (2) - Perry, R.H., Gree, D.W., Manual del Ingeniero Químico, 6ta. ed., México, Mc Graw-Hill, 1992.
- (3) - Badger, W.L., Banchemo, J.T., Introducción a la Ingeniería Química, México, Mc Graw-Hill, 1970.
- (4) - Treybal- Operaciones de transferencia de Masa.
- (5) - Vian, A., Ocon, J., Elementos de Ingeniería Química, Madrid, España, 5ta. ed., Aguilar, 1979.



- (6) - Ocon, J., Tojo, G., Problemas de Ingeniería Química, Tomo II, Madrid, España, Aguilar, 1977.
(7) - Coulson, J.M., Richardson, J.F. Ingeniería Química, 3era. ed., Reverté, 1979

7. Descripción de Actividades de aprendizaje.

El conjunto de tareas que se plantean han sido seleccionadas con la finalidad de que el alumno aplique para su resolución los contenidos que se discutirán en las clases teóricas. Básicamente se programa la resolución de problemas por parte de los alumnos, en forma grupal o individual, y la discusión de los mismos en clase, con la finalidad de extraer conclusiones sobre la utilidad de los distintos métodos de cálculo aplicados a la resolución de problemas específicos y al diseño de procesos.

Con la finalidad de que los alumnos tomen conocimiento de las distintas herramientas que se encuentran a disposición de un ingeniero para la resolución de problemas, se introduce a los alumnos en el empleo del simulador HYSYS, pretendiéndose que comparen los resultados hallados por distintos métodos.

Se ha programado además la realización de actividades en Planta Piloto y la visita a empresas del medio con el fin de que los alumnos vean en la práctica los conceptos estudiados.

A continuación se realiza un detalle de las posibles actividades a desarrollar.

Nº DEL TRABAJO	TEMA
1	OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA <u>Descripción:</u> Trabajo de Aula – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> Se busca que los alumnos analicen cómo afecta la concentración al número de etapas necesarias para un proceso de transferencia de masa.
2	Destilación 1º Parte: <u>Descripción:</u> Trabajo de Aula – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> - Aplicación del método de Sorel y Lewis al diseño de un proceso de destilación. - Aplicación del método McCabe – Thiele. - Aplicación del método Ponchón – Savarit 2º Parte: <u>Descripción:</u> Trabajo con Simulador – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> - Se pretende que los alumnos resuelvan los problemas del Trabajo Práctico N° 2 mediante la aplicación del simulador HY-SIS y contrasten los resultados obtenidos por ambas vías.
3	Destilación <u>Descripción:</u> Trabajo de Planta Piloto <u>Objetivos:</u> - Se pretende que los alumnos vean en la práctica el funcionamiento de una torre de destilación de escala piloto, analicen las variables que influyen en el proceso y simulen el proceso en HYSYS.
4	Absorción <u>Descripción:</u> Trabajo de Aula – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> Se busca que los alumnos apliquen los conocimientos adquiridos a la resolución de un problema de absorción y analicen los distintos parámetros que afectan al mismo.



N° DEL TRABAJO	TEMA
5	<p>Extracción sólido – líquido / Extracción líquido – líquido <u>Descripción:</u> Trabajo de Aula – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> Se plantea que los alumnos resuelvan la separación de una mezcla por dos medios distintos: método McCabe-Thiele y método Ponchón-Savarit, y comparen los resultados obtenidos para cada uno de ellos.</p>
6	<p>Humidificación 1° Parte: <u>Descripción:</u> Trabajo de Aula – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> - Aplicación de los conceptos estudiados a la resolución de un problema planteado por la cátedra. 2° Parte: <u>Descripción:</u> Trabajo de Planta Piloto <u>Objetivos:</u> - Determinación Experimental de Coeficiente de Transferencia de Materia por medio de un equipo de Planta Piloto consistente en una Columna de Pared Mojada.</p>
7	<p>Secado 1° Parte: <u>Descripción:</u> Trabajo de Aula – Resolución de Problemas <u>Objetivos:</u> Se plantea que los alumnos resuelvan un proceso de secado planteado por la cátedra, mediante la aplicación de los conceptos estudiados. 2° Parte: <u>Descripción:</u> Trabajo de Investigación <u>Objetivos:</u> Se plantea que los alumnos preparen un informe sobre una aplicación puntual del método de secado a alguna industria, acorde a la carrera que cada uno curse.</p>

8. Descripción de Actividades de Extensión y/o Vinculación con el Sector Productivo de la Cátedra

NOMBRE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	REQUISITOS PARA LA PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

9. Descripción de Actividades de Investigación de la Cátedra

NOMBRE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	REQUISITOS PARA LA PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDIANTES



10. Procesos de intervención pedagógica.

La asignatura se imparte utilizando la modalidad de clases magistrales dictadas por los docentes de la cátedra, que se centran fundamentalmente en el desarrollo teórico de los temas y la resolución de problemas tipo para cada uno de los temas a desarrollar. Se busca profundizar el conocimiento en los distintos temas por medio de la discusión y extracción de conclusiones en forma conjunta con los alumnos. Como apoyo visual para el dictado de las clases la cátedra ha preparado presentaciones en Power Point de cada uno de los temas. Es fundamental para la profundización de los temas, que el alumno en forma independiente realice revisiones bibliográficas que serán definidas en el transcurso de la asignatura.

Los alumnos cuentan con material preparado por la cátedra donde se realiza un desarrollo teórico de cada uno de los temas, acompañado por una serie de problemas resueltos, característicos de cada tema². Este material disponible para los alumnos se revisa, actualiza y corrige anualmente.

En cuanto a la resolución de problemas mencionada, se trata de casos tipo, seleccionados por ser representativos de las posibles problemáticas a encontrar en la industria. Posteriormente, en el desarrollo de los trabajos prácticos planteados por la cátedra, los alumnos resuelven dichos problemas a los que se introducen diversas variaciones con la finalidad de que comparen resultados para un mismo problema cuando se cambian parámetros tales como concentración de alimentación, concentración de productos a obtener, etc., y extraigan conclusiones.

Se plantea además la realización de actividades de planta piloto, donde el alumno puede observar el comportamiento de los parámetros involucrados en procesos definidos. Además se acerca al alumno al uso de simulador para la resolución de los problemas, buscando que al final del cursado puedan integrar los conocimientos teóricos y las distintas herramientas, tales como métodos gráficos, métodos analíticos, uso de simulador, etc., a la resolución de distintas problemáticas.

11. Organización por comisiones

De acuerdo a las necesidades de la cátedra, se requiere la organización por comisiones únicamente para el trabajo en Planta Piloto, donde no es aconsejable que trabajen más de 15 alumnos por comisión. La cantidad de comisiones dependerá del número total de alumnos.

	Teóricas	Actividades Áulicas	Laboratorio y Planta Piloto	Tareas de Campo
cantidad e comisiones				
cantidad de alumnos por comisión				

12. Condiciones de regularización:

Para la regularización de la materia es necesario:

- a) cumplir con el 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas,
- b) la aprobación de los exámenes parciales teórico-prácticos o sus recuperaciones, y
- c) aprobación de carpetas de trabajos prácticos con informes de problemas, prácticos de planta piloto e informes de visitas a instalaciones.

² Ver en ANEXO: PROGRAMA DE PROBLEMAS BASICOS.-



13. Evaluación

Durante el desarrollo del programa habrá dos instancias de evaluación parcial a través de un examen escrito con recuperatorio en fecha prevista y acordada. La evaluación final se realizará por medio de un examen que constará de una parte escrita que incluye la resolución de problemas y una parte oral que abarca el desarrollo de fundamentos teóricos de la materia.

14. Temporalización de las Actividades

Nº Clase	Fecha	Unidad	Tema	Actividad
1	22-03-10	1	Op.de transferencia masa – descripción general, clasificación	Clase teórica
2	24-03-10	Feriado		
3	25-03-10	1	Procesos en equi y contracorriente; balances; etapas	Clase teórica
4	29-03-10	1	Op. de transferencia de masa	Resolución de Problemas
5	31-03-10	1	Op. de transferencia de masa	Trabajo Práctico Nº 1
6	01-04-10	Feriado		
7	05-04-10	2	Equilibrios; Dest. cerrada y abierta; Rectificación;	Clase Teórica
8	07-04-10	2	Met. Sorel y Lewis	Clase teórica – Resolución Problemas de aplicación
9	08-04-10	2	Met. McCabe-Thiele; Met. Ponchón-Savarit	Clase teórica – Resolución Problemas de aplicación
10	12-04-10	2	Destilación - Métodos de Cálculo	Trabajo Práctico Nº 2 – 1º Parte
11	14-04-10	2	Dest. Multicomponentes	Clase teórica – Resolución Problemas de Aplicación
12	15-04-10	2 y 3	Destilación - Métodos de Cálculo	Trabajo Práctico Nº 2 – 2º Parte (Aplicación HYSYS)
13	19-04-10	3	Destilación – Diseño de una columna	Clase teórica
14	21-04-10	3	Destilación – Diseño de una columna	Trabajo Práctico Nº 2 – 1º Parte (Continuación)
15	22-04-10	2 y 3	Destilación - Métodos de Cálculo	Trabajo Práctico Nº 2 – 2º Parte (Aplicación HYSYS)
16	26-04-10	4	Absorción: Equilibrios; conceptos NTU y HTU; Carga; Inundación	Clase teórica
17	28-04-10	4	Cálculo de Altura, distintos casos; Ecuación de Diseño	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
18	29-04-10	2 y 3	Destilación	Trabajo Práctico Nº 3 – Planta Piloto
19	03-05-10	4	Absorción, características de	Clase Teórica



			los equipos; aplicación	
20	05-05-10	4	Destilación en Torres Rellenas – Concepto de HETP	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
21	06-05-10	4	Absorción	Trabajo Práctico N° 4
22	10-05-10	5	Extracción Sólido-líquido: Consideraciones grales.; equilibrios	Clase Teórica

N° Clase	Fecha	Unidad	Tema	Actividad
23	12-05-10	5	Retención constante y variable. Métodos de Cálculo: McCabe-Thiele; Ponchón-Savarit.	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
24	13-05-10	4	Absorción	Resolución problemas utilizando HYSYS
25	17-05-10	5	Retención constante y variable. Métodos de Cálculo: McCabe-Thiele; Ponchón-Savarit.	Trabajo Práctico N° 5
26	19-05-10	5	Retención constante y variable. Métodos de Cálculo: McCabe-Thiele; Ponchón-Savarit.	Trabajo Práctico N° 5 - Repaso para el 1° Parcial
27	20-05-10		1° Examen Parcial	
28	24-05-10	6	Extracción líquido-líquido: Consideraciones generales. Equilibrios. Diagramas triangulares. Diagrama de Ponchón y Savarit.	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
29	26-05-10	6	Cálculo del número de etapas de contacto. Concepto de HTU. Métodos de Cálculo	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
30	27-05-10	6	Extracción líquido-líquido	Trabajo Práctico N° 5 (Continuación)
31	31-05-10	7	Humidificación: Generalidades. Equilibrios. Definiciones. Diagrama psicrométrico. T° de termómetro húmedo. Saturación adiabática.	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
32	02-06-10	7	Humidificación. Deshumidificación. Torres de enfriamiento de agua. Equipos. Cálculos.	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
33	03-06-10	7	Humidificación	Trabajo Práctico N° 6 – 1° Parte: Resolución de Problemas
34	07-06-10	7	Humidificación	Trabajo Práctico N° 6 – 2° Parte:



				Trabajo de Planta Piloto
35	09-06-10	8	Secado: Consideraciones Generales; tipos de secaderos; aplicaciones	Clase Teórica
36	10-06-10	8	Cálculos de tiempo de secado. Curvas de velocidad de secado. Cálculo de Longitud de Secadero.	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
37	14-06-10	8	Secado	Trabajo Práctico N° 7
38	16-06-10	9	Cristalización: Consideraciones generales; características y cálculos	Clase Teórica – Resolución problemas de aplicación
39	17-06-10		2° Examen Parcial	
40	21-06-10		<i>Feriado</i>	
41	23-06-10		Instancias de Recuperación	
42	24-06-10		Visita a Empresa	

15. Distribución de la carga horaria.

Actividades	Horas
1. Teóricas	65
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	30
3. Trabajo Integrador	
4. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)	10
5. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	10
Total de Horas de la Actividad Curricular	105



ANEXO
PROGRAMA DE PROBLEMAS BASICOS

Año 2010

UNIDAD 1: TRANSFERENCIA DE MATERIA Y SUS APLICACIONES

Problema 1: Cálculo Nro. Etapas teóricas. : Harriot pág. 539, ejemplo 17.1

Problema 2: Cálculo Nro. etapas teóricas: McCabe Smith (primera parte ej. 21-2 pág. 682 y ejem. 217 pag. 699)

UNIDAD 2 Y 3: DESTILACION

Problema 1: Destilación flash: Mc Cabe Smith pag. 510, ejemplo 17-1

Problema 2: Equilibrio sistema heptano-octano: Ocon-Tojo, pag.283 ejemplo 5-1.

Problema 3: Equilibrios sistema benceno tolueno: Mc Cabe Smith pag. 563, ejemplo 19-1

Problema 4: Método de Sorel-Lewis: Ocon y Tojo pag. 313 ejem. 5-14

Problema 5: Método Mc Cabe Thiele: Mc Cabe Smith pag 587, ejemplo 19-4

Problema 6: Mét. Ponchón Savarit:Mc Cabe Smith pag 602, ejemplo 19-7

Problema 7: Mét. Ponchón Savarit – Ejemplos 6.3 y 6.4 Badger - Bancharo

Problema 8: Bal. entalpia en rectificación: Mc Cabe Smith Harriot pag.586, ejem 18-5.

Problema 9: Cálculo del diámetro columna: Badger pag.315 ejem 6-8.

Problema 10: Eficacia: Badger pag.319, ejemplo 6-9.

DESTILACIÓN DE MEZCLAS MULTICOMPONENTES



Problema 1: Calc. Nro. platos ideales dest. multicom.- Mét. Lewis- Matheson: Coulson- Richarson pag. 594 - ejemplo 11-9.

Problema 2: Equilibrios destilación multicomponentes: Harriot pag.653 ejemplo 20-1

Problema 3: Dest. flash multicomponentes: Harriot, ejem. 20-2 , pag. 655

Problema 4: Cal. Nro mínimo platos para dest. multicom-Harriot pag. 659- Ejem 20-3.

Problema 5: Calc. reflujo mínimo para dest. multicom.- Harriot pag. 666 ejemplo 20-4 parte a.

Problema 6: Calc. Nro platos ideal. dest. multicom-Mét. Gilligan- Harriot pag.673, Ejem20-5.

Problema Integrado 1

Problema Integrado 2

UNIDAD 4: ABSORCION

Problema 1: Equilibrio sistema SO₂-aire-agua:Mc Cabe Smith pág. 516, ejemplo 17-2

Problema 2: Equilibrios sistema NH₃-H₂O:Ocon y Tojo pag.5 ejemplo 6-1

Problema 3: Cálculo del diámetro: Mc Cabe Smith pág. 570, ejemplo 21-1

Problema 4: Cálculo altura: Mc Cabe Smith pág. 682, ejemplo 21-2

Problema 5: Cálculo de la altura de relleno – McCabe Simth – pág. 689, ejemplo 21-4.

Problema 6: Cálculo del número de platos teóricos – McCabe Smith, pág. 699, Ejemplo 21-7

Problema 7: Cálculo de NTU: Harriot, pag.733 ejemplo 22-2

Problema 8: Cálculo altura: Harriot pag. 745 ejem. 22-4

Problema 9: Cálculo de HETP: Harriot pag.759 ejemplo 22-6

Problema 10: Cálculo del diámetro y pérdida de presión: Harriot pág. 723, ejemplo 22-1

UNIDAD 5: LIXIVIACION

Problema 1: Retención constante: Mc Cabe Smith pag.740 ejemplo 23-1

Problema 2: Retención variable: Harriot pág. 624, ejemplo 19.2

Problema 3: Retención variable: Mc Cabe Smith pag. 746, ejemplo 23-2

UNIDAD 6: EXTRACCION LIQUIDO-LIQUIDO

Problema 1: Equil. Sist. Acet.-agua- MIK :Mc C.Smith pag. 523 a 528, fig 17-14 a 17-19.

Problema 2: Contacto sencillo: Harriot pag 640

Problema 3: Extracción: Met. Ponchón-Savarit :Mc Cabe Smith pag. 762, ejemplo 23-4

Problema 4: Extracción. Met. Mc Cabe Thiele , Harriot pag. 641ejemplo 19.3

UNIDAD 7: HUMIDIFICACION

Problema 1: Cálculo del coef. transf. de masa aire-agua- Badger pag. 384 ejem 8-1

Problema 2: Aplicación ecuación psicrometría: Badger pag. 396, ejemplo 8-3

Problema 3: Aplicación gráfico humedad a cálculos específicos: Badger pag. 399, ejemplo 8-4

Problema 4: Cálculos de interacción aire-agua: Badger, Ejemplo 8-5.

Problema 5: Cálculo de torre de enfriamiento de agua: Badger pag. 417, ejemplo 8-6

Problema 6: Calculo de humidificador adiabático: Harriot pag.792 ejemplo 23.2

UNIDAD 8: SECADO

Problema 1: Construcción de curvas de velocidad de secado: Badger pag. 509, ejemplo 10-11

Problema 2: Cálculo sec.rotativo: Met. convencional Badger pag. 524, ejem. 10-3

Problema 3: Cálculo de secadero con recalentamiento: Badger pag. 530, ejemplo 10-4



Problema 4: Cálculo de secadero con recirculación: Badger pag. 532, ejemplo 10-5

Problema 5: Cálculo de sec. rotativo: Método Simplificado. Badger pag. 524, ejem. 10-3

Problema 6: Cálculos de secado: Harriot, pág 835, ejemplo 25.1.

UNIDAD 9: CRISTALIZACION

Problema 1: Equilibrios: Badger Pág.550 ejemplo 11-1

Problema 2: Cálculo de cristalizador Swenson Walker: Badger pag.552 ejemplo 11-2