



Universidad Nacional de Salta  
**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 - 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 - FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

Salta, 11 de Julio de 2008

511/08

Expte. N° 14.233/06

VISTO:

El nuevo Régimen de Evaluación de Materias de los Planes de Estudio 1999 de las carreras de Ingeniería, con vigencia a partir del período lectivo 2008; teniendo en cuenta que el Ing. Héctor José Solá Alsina, mediante Nota N° 214/08, eleva para su consideración el nuevo Programa Analítico, Bibliografía y Reglamento Interno de la asignatura **Operaciones Industriales** del Plan de Estudio 1999 modificado de la carrera de Ingeniería Industrial; atento que la presentación tiene la anuencia de la Escuela de Ingeniería Industrial y de la Comisión de Asuntos Académicos, ésta última mediante Despacho N° 214/08; y en uso de las atribuciones que le son propias,

EL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
(En su VI sesión ordinaria del 21 de Mayo de 2008)


### RESUELVE

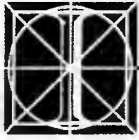
ARTICULO 1°.- Aprobar y poner en vigencia a partir del período lectivo 2008, el **nuevo** Programa Analítico, Bibliografía y Reglamento Interno de la asignatura **OPERACIONES INDUSTRIALES (I-26)** del Plan de Estudio 1999 modificado de la carrera de Ingeniería Industrial presentado por el Ing. Héctor José SOLA ALSINA, Profesor a cargo de la asignatura, con los textos que se transcriben como **ANEXO I** y **ANEXO II** respectivamente, de la presente resolución.

ARTICULO 2°.- Hágase saber, comuníquese a Secretaría de Facultad, al Ing. Héctor José SOLA ALSINA, a la Escuela de Ingeniería Industrial y siga por la Dirección Administrativa Académica a los Departamentos Docencia y Alumnos para su toma de razón y demás efectos.

MV/sia

  
Dra. **MARIA ALEJANDRA BERTUZZI**  
SECRETARIA  
FACULTAD DE INGENIERIA

  
Ing. **JORGE FELIX ALMAZAN**  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERIA



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

- 1 -

**ANEXO I**  
Res. N° 511-HCD-08  
Expte. N° 14.233/06

**Materia : OPERACIONES INDUSTRIALES Código: I – 26**  
**Carrera : Ingeniería Industrial Plan de Estudios: 1999 mod.**  
**Profesor : Ing. Héctor José SOLA ALSINA**  
**Año : 2008**

**Ubicación en la currícula: Primer Cuatrimestre de Cuarto Año**  
**Distribución Horaria : 6 horas Semanales – 90 horas Totales**

### **PROGRAMA ANALITICO**

#### **A. CONTENIDO SINTÉTICO**

Aspectos básicos para el dimensionamiento y diseño de equipos. Acondicionamiento y transporte de fluidos, redes de cañerías. Acondicionamiento y transporte de sólidos. Procesos de separación. Operaciones con transferencia de calor. Operaciones con transferencia de materia. Operaciones con transferencia simultánea de calor y materia. Descripción y uso de máquinas y equipos para las operaciones y procesos estudiados.

#### **B. OBJETIVOS DE LA MATERIA**

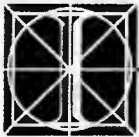
El alumno debe conocer los fundamentos y aplicaciones de las operaciones y procesos unitarios de naturaleza comunes en la industria que implican transferencia de cantidad de movimiento, materia y energía. Asimismo debe ser capaz de manejar los conceptos o principios fundamentales que rigen dichas ecuaciones y poder establecer en base a ellas la influencia de las variables de operación. También necesita conocer los principales métodos de cálculo aplicables en los problemas de dimensionamiento y verificación de la performance de los equipos más usados en dichas operaciones y procesos, que complementada con información específica útil, debe ser capaz de: analizar, resolver, comparar alternativas y seleccionar la opción más conveniente.

#### **Objetivos específicos de la asignatura son los siguientes:**

- Conocer y comprender las operaciones básicas para el transporte de fluidos y sólidos, y sus aplicaciones
- Conocer las diferentes operaciones con transferencia de calor y materia, sus modos de operación y posibles aplicaciones.
- Comprender los conceptos físicos que constituyen la base de cada operación estudiada.
- Plantear los métodos de cálculo habituales y resolver ejemplos ilustrativos
- Realizar el diseño básico de algunos equipos de separación
- Además de estos objetivos particulares, la asignatura pretende, junto al resto de las materias del primer cuatrimestre del cuarto año de Ingeniería Industrial, que el alumno desarrolle una serie de competencias genéricas:

#### **Competencias genéricas académicas**

- ✓ Integrar diferentes operaciones y procesos, alcanzando mejoras globales



**ANEXO I**

Res. N° 511-HCD-08

Expte. N° 14.233/06

- ✓ Realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados, incluyendo búsqueda de patentes, fuentes alternativas y contactos profesionales.
- ✓ Identificar las tecnologías emergentes y evaluar su posible impacto sobre los procesos actuales.
- ✓ Analizar y sintetizar alternativas de proceso

**Competencias genéricas personales**

- ✓ Comunicarse con claridad, en nuestro idioma nativo y buscando la mejora en el idioma inglés, tanto en reuniones, como en presentaciones y documentación escrita
- ✓ Adquirir una visión industrial de los procesos químicos más comunes en la región
- ✓ Planificar, ordenar y supervisar el trabajo en equipo

**Competencias genéricas profesionales**

- ✓ Tomar decisiones y ejercer funciones de liderazgo.
- ✓ Aplicar en cada situación los requerimientos y responsabilidades éticas y el código deontológico de la profesión.
- ✓ Cuantificar el impacto social de los proyectos de ingeniería.
- ✓ Adaptarse a nuevas situaciones
- ✓ Realizar y coordinar acciones de mejora e innovación tecnológica

**C. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

A partir de soluciones analíticas o numéricas particulares obtenidas por la aplicación de principios de conservación según las características de cada fenómeno físico, desarrolladas en la asignatura: Fundamentos de la Operaciones Industriales –correlativa anterior-, estudiamos el problema de dimensionamiento de equipos y/o verificación de su performance. Pero complementada con la experiencia práctica y con información específica que los alumnos pueden y deben buscarla de la bibliografía, de revistas, de folletos de fabricantes, de instalaciones similares, de internet, etc., para mostrar cómo técnica y económicamente las situaciones reales pueden resolverse, e incluso preparan las planillas de especificaciones del equipo.

Se pretende desarrollar en los estudiantes una metodología racional de análisis, transitando de lo general a lo particular, con una orientación hacia la conceptualización física de las operaciones, la representación fisicomatemática de las mismas, y la cuantificación e interpretación. Sobre esta base y el tratamiento de información específica útil, el estudiante: analiza, resuelve, compara alternativas y selecciona equipos en diferentes sistemas de flujo, procesos de separación, evaporación, secado y transporte de materiales. Esto se lleva a cabo mediante diferentes actividades pedagógicas que involucran:

- **Clases expositivas** donde se aplican los fundamentos teóricos asociados con las operaciones básicas en diferentes aplicaciones industriales,
- **Estudios dirigidos** para que los alumnos alcancen ciertas destrezas y conocimientos, analizando y resolviendo problemas, ejecutando actividades prácticas en laboratorios y planta piloto, utilizando programas computacionales para desarrollar algoritmos de cálculo, graficar los resultados e interpretarlos o seguir un estudio guiado de alguna operación básica.
- **Estudios centrados en los alumnos** mediante el planteo de situaciones reales para abordar un tema, buscando que ellos: integren sus conocimientos, perfeccionen sus exposiciones escritas u orales, interpreten artículos técnicos y busquen información bibliográfica.

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*



#### D. PROGRAMA ANALÍTICO

##### TEMA 1: ASPECTOS BÁSICOS DE LOS PROCESOS Y LAS OPERACIONES INDUSTRIALES.

- 1.1 El desarrollo histórico de los procesos químicos industriales. Impacto de los procesos industriales sobre el medio ambiente.
- 1.2 Flujo en paralelo, en contracorriente y cruzado. Clasificación de las operaciones básicas industriales.
- 1.3 Variables de Diseño de las operaciones unitarias. Cálculo del número de variables de diseño.
- 1.4 Aplicaciones de los Balances Macroscópicos de Materia y Energía en Operaciones y Procesos Industriales
- 1.5 Conceptos económicos y términos básicos
- 1.6 Análisis económico-financiero de una opción de proceso.
- 1.7 Aplicaciones: selección preliminar de una opción. Criterios simplificados

##### TEMA 2: TRANSPORTE Y ACONDICIONAMIENTO DE FLUIDOS.

- 2.1. Análisis y resolución de problemas en instalaciones para conducción de fluidos. Dimensionamiento de cañerías.
- 2.2. Análisis y selección de bombas.
- 2.3. Análisis y selección de válvulas.
- 2.4. Redes de cañerías.

##### TEMA 3: TRANSPORTE Y ACONDICIONAMIENTO DE SÓLIDOS

- 3.1. Caracterización de partículas sólidas. Transporte de sólidos.
- 3.2. Análisis y selección de transportadores de sólidos: transportadores a banda, roscas y elevadores.
- 3.3. Flujo a través de lechos rellenos y lechos fluidizados. Transporte neumático

##### TEMA 4: PROCESOS DE SEPARACIÓN GAS – LÍQUIDO Y LÍQUIDO – LÍQUIDO POR ETAPAS Y CONTINUO.

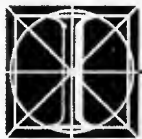
- 4.1. Relaciones de Equilibrio Vapor – Líquido.
- 4.2. Métodos simples de destilación. Destilación con reflujo.
- 4.3. Método McCabe – Thiele. Eficiencias. Método de Entalpía – Composición.
- 4.4. Destilación de Mezclas Multicomponentes.
- 4.5. Extracción Líquido – Líquido. Relaciones de equilibrio.
- 4.6. Equipos para extracción líquido - líquido.
- 4.7. Extracción continua en contracorriente y flujo cruzado.

##### TEMA 5: PROCESOS DE SEPARACIÓN GAS-LÍQUIDO POR ETAPAS Y CONTINUO.

- 5.1. Absorción de gases. Relaciones de equilibrio.
- 5.2. Transferencia de masa entre fases. Absorción de torres rellenas y de platos
- 5.3. Operaciones de Humidificación. Relaciones de equilibrio.
- 5.4. Cálculo de torres de enfriamiento de agua.

##### TEMA 6: CAMBIADORES DE CALOR

- 6.1. Diseño general para el equipo de transmisión del calor
- 6.2. Equipos cambiadores de calor
- 6.3. Análisis y resolución de problemas de dimensionamiento y verificación de intercambiadores de calor



**ANEXO I**

Res. N° 511-HCD-08

Expte. N° 14.233/06

6.4. Características, funcionamiento y aspectos económicos

**TEMA 7: EVAPORACIÓN**

- 7.1 Evaporación. Tipos de evaporadores.
- 7.2 Métodos de cálculo para evaporadores de un solo efecto.
- 7.3 Métodos de cálculo para evaporadores de efecto múltiple. Condensadores para evaporadores.
- 7.4 Evaporación mediante recompresión de vapor.

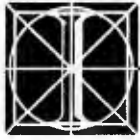
**TEMA 8: SECADO DE MATERIALES**

- 8.1 Secado de materiales. Equipos para secado.
- 8.2 Curvas de velocidad de secado.
- 8.3 Métodos para calcular el período de secado.
- 8.4 Ecuaciones para secadores.
- 8.5 Balances de materia y energía en secaderos.

**E. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

- BROWN, C.; "OPERACIONES BÁSICAS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA"; MARÍN, (1965); (FI: 660.28-B877)
- CHOPEY, N., HICKS, T.; "HANDBOOK OF CHEMICAL ENGINEERING CALCULATIONS"; MC GRAW HILL, 1993; (FI: 660.212 - C549)
- COSTA LÓPEZ, J.; "CURSO DE QUÍMICA TÉCNICA"; REVERTÉ, (1993); (FI: 660.2-C977)
- COULSON, J. M., RICHARSON, J. F.; "CHEMICAL ENGINEERING"; REVERTÉ (1981); I-C855; VOL. 3;
- FELDER, R., ROUSSEAU, R.; "PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LOS PROCESOS QUÍMICOS"; ADDISON- WESLEY IBEROAMERICANA, (1991); I-F312;
- GEANKOPLIS, C. J.; "PROCESOS DE TRANSPORTE Y OPERACIONES UNITARIAS"; CECOSA, 3ª EDICIÓN; (1998);
- HICKS, T.G.; "BOMBAS: SU SELECCIÓN Y APLICACIÓN"; CONTINENTAL, (1974); FI:621.6-H631
- HIMMELBLAU, D.; "PRINCIPIOS Y CÁLCULOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA QUÍMICA"; MÉXICO, CECOSA, (1970); (FI: 660.284-H658)
- HOLLAND, F.A.; "FLUJO DE FLUIDOS PARA INGENIEROS QUÍMICOS"; ED. GÉMINIS, 1980; I-H734F;
- HOLMAN, J.P.; "HEAT TRANSFER"; MC GRAW HILL, (1990); (FI: 621.402.2-H747)
- KEYE, R. B.; "INTRODUCTION TO INDUSTRIAL DRYING OPERATIONS"; THE PERGAMON PRESS, (1978); (INIQUI: K26);
- KERN; "HEAT TRANSFER PROCESS"; CONTINENTAL; (1980); (FI: 660.284.27-K39)
- LEVESPIEL, O.; "FLUJO DE FLUIDOS E INTERCAMBIO DE CALOR"; REVERTÉ, 1993; (INBEMI);
- LUDWIG, E.; "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS"; GULF PUBLISHING COMPANY, 1979; B-660.28-L948;
- MAZZOLLI, R.; "BOMBAS, APLICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO"; GEMINIS S.R.L., 1981; I-M476;
- MC CABE SMITHY HARRIOT " OPERACIONES BÁSICAS DE INGENIERÍA QUÍMICA"; MC GRAW HILL, (1991) 4ª EDICIÓN; (FI: 660.284.2-M121)

*Handwritten signatures and initials at the bottom left of the page.*



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

- 5 -

**ANEXO I**

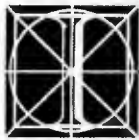
Res. N° 511-HCD-08

Expte. N° 14.233/06

- MILLS, A. F.; "HEAT AND MASS TRANSFER"; R. IRWIN, (1995); (FI:
- ROTSTEIN, E., FORNARI, R.; "TERMODINÁMICA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES. EXERGÍA Y CREACIÓN DE ENTROPÍA"; EDIGEM, (1984); (FI: 621.402.1-R849)
- SINGH, H.; "INTRODUCTION TO FOOD ENGINEERING"; ACADEMIC PRESS, INC, (1993); I-S617;
- STREETER, V. WYLIE, B.; "MECÁNICA DE LOS FLUIDOS"; MC GRAW HILL, (1988); (FI: 532-S915)
- TAGGART; "ELEMENTOS DE PREPARACIÓN DE MINERALES"; INTERCIENCIAS (1966); INBEMI;
- WALAS, S.; "CHEMICAL PROCESS EQUIPMENT – SELECTION AND DESIGN", BUTTERWORTH – HEINEMANN, (1990); (FI: 660.283 – W151)

Ing. Héctor José SOLA ALSINA  
Profesor Responsable

-- 00 --



Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

- 1 -

**ANEXO II**  
Res. N° 511-HCD-08  
Expte. N° 14.233/06

**Materia : OPERACIONES INDUSTRIALES Código: I – 26**  
**Carrera : Ingeniería Industrial Plan de Estudios: 1999 mod.**  
**Profesor : Ing. Héctor José SOLA ALSINA**  
**Año : 2008**

**Ubicación en la currícula: Primer Cuatrimestre de Cuarto Año**  
**Distribución Horaria : 6 horas Semanales – 90 horas Totales**

### REGLAMENTO INTERNO

#### ETAPA NORMAL DE CURSADO O PRIMERA ETAPA.

##### CONDICIONES NECESARIAS:

El estudiante deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener una asistencia a clases prácticas no menor al 80% del total que se imparte. La concurrencia a las clases prácticas requiere que el alumno tenga los conocimientos necesarios para la resolución de los problemas correspondientes, incentivándolos para que traten de resolverlos previamente.
- Tener aprobado el 100% de los Trabajos Prácticos y la monografía del Caso Real, valorándose los conceptos aprendidos así como una correcta y legible presentación.
- Tener un puntaje mínimo de cuarenta (40) puntos en cada examen parcial, o en su correspondiente examen recuperatorio, para continuar con el cursado normal de la materia.

Cualquier estudiante podrá presentarse a la recuperación de cada parcial, independientemente del puntaje obtenido en el mismo. La nota definitiva es la obtenida en la recuperación.

##### Puntaje Final

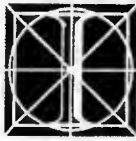
En el puntaje final se pondera cada aspecto de las evaluaciones mediante la siguiente fórmula:

$$PF = 0,60 * \text{Puntaje promedio de A} + 0,05 * B + 0,35 * \text{Puntaje promedio de C.}$$

**A: Exámenes Parciales:** Comprende dos evaluaciones (E1 y E2) de un conjunto de temas de la materia que versarán sobre aspectos teórico – prácticos, podrán usarse softwares específicos disponibles en la cátedra. Podrán ser escritas u orales. Las fechas se indican en el cronograma de la materia. Es requisito para presentarse a rendir estas evaluaciones, haber presentado todos los trabajos prácticos correspondientes.

Las evaluaciones E1 y E2 comprenden los temas 1 al 4 y 5 al 8, respectivamente tal como se indican en el cronograma y tienen el carácter de integradores.

Modalidad de la Evaluaciones: las evaluaciones o exámenes parciales, se rinden en los dos aspectos, teórico (ET) y práctico (EP). Cada parte del examen se aprueba con cuarenta (40) puntos sobre cien (100) o más. Un alumno puede recuperar la parte teórica o la práctica en forma independiente. Sólo se aprueba el parcial (o su recuperatorio) si se tienen aprobadas ambas partes.



La parte práctica tienen un peso ponderado mayor que la parte teórica: 0.6 para la práctica y 0.4 para la teórica. De allí:

$$E1 = 0.6EP1 + 0.4ET1$$

$$E2 = 0.6EP2 + 0.4ET2$$

El peso que tendrán los parciales es:  $A = (E1 + E2)/2$ .

La calificación responde a la Escala 0-100.

**B: Nota conceptual** está referido al cumplimiento del estudiante de los trabajos prácticos. Se evaluarán contenidos y plazo de presentación (fijado para la semana posterior a su tratamiento en clase), teniendo en cuenta su actitud, participación, responsabilidad, etc.

Factor de ponderación = 0.05. Es requisito tener presentados y aprobados los trabajos prácticos para rendir el examen parcial que comprende los temas de los mismos.

La calificación responde a la Escala 0-100.

**C: Otras evaluaciones** comprende:

Evaluaciones por temas, que se realizarán en horario de clases, con los temas correspondientes y que se indicarán en el cronograma.

Factor de ponderación = 0.15

Monografía de un caso real: búsqueda, análisis y resolución de un caso real grupal, que se desarrolla durante toda la asignatura, con informes de avance monitoreados por la cátedra y que se indicarán en el cronograma. El informe final del caso se presenta en forma escrita y luego se **evalúa su exposición oral**.

Factor de ponderación = 0.20

Los Trabajos Prácticos y el Caso Real al ser condición necesaria tienen que ser cumplidos por el estudiante

La calificación responde a la escala 0-100.

Los estudiantes que al finalizar el cursado de la materia hayan obtenido un puntaje mínimo de setenta (70) puntos **promocionan la materia**.

Los estudiantes que no hayan cumplido con las “**Condiciones Necesarias**” o hayan obtenido un puntaje comprendido entre cero (0) y treinta y nueve (39) puntos al finalizar el cursado de la materia en la etapa normal o primera etapa quedan **libres** en la materia.

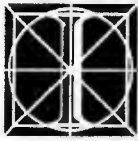
Los estudiantes que al finalizar el cursado de la materia hayan obtenido un puntaje entre cuarenta (40) y sesenta y nueve (69) pasan a la **Etapa de Recuperación o Segunda Etapa**.

### Calificación final

La calificación final será volcada a la Escala 1-10 vigente en esta Universidad, mediante la aplicación de la siguiente Tabla:

<b>Puntaje Final</b>	70 – 74	75 – 80	81 – 90	91 – 100
<b>Calificación Final</b>	7 (Siete)	8 (Ocho)	9 (Nueve)	10 (Diez)





Universidad Nacional de Salta

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 SALTA  
T.E. (0387) 4255420 – FAX (54-0387) 4255351  
REPUBLICA ARGENTINA  
E-mail: [unsaing@unsa.edu.ar](mailto:unsaing@unsa.edu.ar)

- 3 -

**ANEXO II**  
Res. N° 511-HCD-08  
Expte. N° 14.233/06

### ETAPA DE RECUPERACION O SEGUNDA ETAPA

#### Puntaje Final

Los estudiantes aprueban la fase Inicial de esta Etapa si obtienen un mínimo de sesenta (60) puntos, caso contrario pasan a la Fase Final de la Segunda Etapa, que consistirá en una evaluación integradora que se aprueba con un puntaje mínimo de sesenta (60) puntos.

El puntaje final resultará de promediar los puntajes obtenidos en ambas etapas (Primera y Segunda) y será volcado a la escala de Calificación Final que se detalla más adelante

$$PF = (\text{Puntaje de Primera Etapa} + \text{Puntaje de Segunda Etapa}) / 2$$

#### Calificación Final

<b>Puntaje</b>	81 – 85	77 – 80	72 – 76	66 – 71	61 – 65	56 – 60	50 – 55
<b>Nota</b>	10 (Diez)	9 (Nueve)	8 (Ocho)	7 (Siete)	6 (Seis)	5 (Cinco)	4 (Cuatro)

Ing. Héctor José SOLA ALSINA  
Profesor Responsable

-- 00 --