



# OPERACIONES UNITARIAS I

260 - 10

## PROGRAMA ANALÍTICO

PLAN DE ESTUDIOS 2005

ORDENANZA CSU. N° 1028

OBLIGATORIA

•

ELECTIVA

ANUAL

•

PRIMER CUATRIMESTRE

SEGUNDO CUATRIMESTRE

NIVEL / AÑO

IV

HORAS CÁTEDRA SEMANALES

4

### OBJETIVO GENERAL

Conocer, comprender, especificar y/ o calcular equipos y sistemas de operación física de fluidos y sólidos, y de la interacción de sólidos y líquidos.

### CONTENIDOS SINTÉTICOS

- Operaciones sin transferencia de calor.
- Tratamientos, operaciones y circulación de sólidos.
- Tratamiento y circulación de fluidos.
- Operaciones combinadas sólido-fluido.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS y CONTENIDOS ANALÍTICOS

UNIDAD TEMÁTICA 1 Objeto, Fundamento y Metodología.





### OBJETIVOS

- Comprender el significado de las Operaciones Unitarias y su importancia en la formación del Ingeniero Químico.
- Conocer sus orígenes, su evolución, estado actual y proyección futura.
- Explicar las dimensiones y sistemas de unidades aplicados en la Ingeniería Química.
- Analizar la metodología de estudio de la materia.

### CONTENIDOS

Definición de las Operaciones Unitarias. Evolución histórica. Clasificación: Operaciones continuas y discontinuas. Dimensiones y unidades. Revisión de conceptos fundamentales. Metodología de estudio de las Operaciones Unitarias.

TIEMPO ASIGNADO 4 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 2 Descripción de Sólidos Particulados.

#### OBJETIVOS

- Analizar la importancia de los sólidos finamente dividido en la industria de procesos.
- Conocer los principales métodos utilizados en la medición de tamaños y los límites de aplicación de cada uno de ellos.
- Calcular los diferentes diámetros medios utilizados en las ecuaciones de diseño.
- Estudiar el comportamiento de grandes masas de partículas, sus principales propiedades aplicables al almacenaje, transporte y dosificación.
- Calcular el volumen y la masa de lechos rellenos de equipos de procesos.

#### CONTENIDOS

Características principales. Métodos de medida para el tamaño de partículas. Factores de forma. Esfericidad. Diámetros medios y distribución de tamaños. Superficie específica y número específico de partículas. Modos de resantación: lechos estacionarios y fluidizados. Porosidad de los lechos. Ángulos de reposo y de deslizamiento. Densidad real y densidad aparente. Equipos para el almacenaje, el transporte y dosificación de sólidos particulados a granel.

TIEMPO ASIGNADO: 12 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 3 Separación de Sólidos por Tamizado.

#### OBJETIVOS





- Conocer la importancia de la separación de materiales sólidos particulados por rangos de tamaños y su relación con su utilización en procesos industriales, usos finales y valor comercial.
- Conocer los principales equipos industriales y sus aplicaciones específicas.
- Comprender la diferencia entre un tamiz ideal y otro real, causas del apartamiento.
- Calcular las eficiencias de un tamiz por métodos analíticos y gráficos.
- Extraer conclusiones a partir de las eficiencias.
- Identificar las variables que influyen sobre la capacidad de los tamices.
- Seleccionar el tipo de malla adecuado para un servicio dado.
- Entender las reglas básicas para seleccionar un equipo industrial.

#### CONTENIDOS

Objetivos de la separación de sólidos particulados por su tamaño. Tamizado por vía seca y vía húmeda. Principales equipos industriales: tamices fijos, vibratorios, oscilantes, rotativos, etc. Velocidades de rotación crítica y operativa. Cedazos giratorios (devanadoras). Teoría del tamizado: tamices ideales y reales. Diámetro de corte. Rendimiento de un tamiz. Representación gráfica de los análisis granulométricos de la alimentación, cernidos y rechazos. Estimación de la capacidad de un tamiz. Factores que influyen sobre su capacidad. Mallas utilizadas: materiales de construcción y caracterización según el tamaño de abertura y grosor de los alambres. Área libre. Selección de mallas. Ensayos de laboratorio y planta piloto.

TIEMPO ASIGNADO 10 horas

#### UNIDAD TEMÁTICA 4 Desintegración Mecánica de Sólidos.

##### OBJETIVOS

- Hacer conocer el equipamiento existente para la operación de molienda.
- Brindar los fundamentos sobre las leyes que caracterizan esta operación.
- Brindar criterios para la selección de equipos de molienda.
- Resolver problemas de aplicación.

##### CONTENIDOS

Introducción. Métodos de rotura. Mecanismos de rotura. Etapas en la reducción de tamaños. Reducción grosera de tamaños: quebrantadoras de mandíbulas de Blake y de Dodge. Quebrantadoras giratorias. Angulo de presa. Reducción fina de tamaños: de martillos, de rodillos, de bolas, de barras, etc. Molienda ultrafina. Consumo de potencia en las operaciones de molienda. Leyes de Rittinger, Kick y Bond. Procedimientos operativos por vía seca y vía húmeda. Molienda libre y estrangulada; en circuito abierto y en circuito cerrado. Reducción de tamaños en etapas decrecientes.

TIEMPO ASIGNADO 12 horas





Objeto. Fundamentos. Mecanismos de la retención de partículas. Tipos de filtros. Comparación con métodos alternativos de separación mecánica. Filtros de torta: Teoría de la filtración. Tortas compresibles e incompresibles. Cálculo de la velocidad de flujo operativa. Métodos de filtración: a caída de presión constante, a volumen de flujo constante, combinados. Filtración a presión, al vacío, centrífuga, etc. Continuos y discontinuos. Lavado de la torta. Empleo de ayuda filtrante. Medios filtrantes: materiales de fabricación, selección. Principales equipos para la filtración. Ventajas e inconvenientes.

TIEMPO ASIGNADO 14 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 7 Equipos para el Transporte, Agitación y Mezcla de Fluidos.

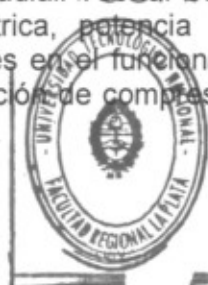
#### OBJETIVOS

- Comprender el funcionamiento de las principales máquinas para el transporte de fluidos la agitación de líquidos y el amasado de sólidos.
- Desarrollar la teoría de su funcionamiento y las leyes que interpretan el comportamiento de las variables que intervienen.
- Relacionar el significado de las curvas características de los sistemas y de los equipos.
- Fijar el conocimiento de las principales variables que limitan su funcionamiento y las causas de mal funcionamiento.
- Tener una clara idea de las distintas eficiencias que caracterizan a estas máquinas y las interrelaciones entre las mismas.
- Calcular las diversas alturas mediante a la aplicación de los balances de energía.
- Aplicar los conceptos desarrollados al cálculo de las variables propias de cada servicio particular y efectuar la selección del equipo que mejor se adapte técnica y económicamente a los requerimientos del proceso.

#### CONTENIDOS

Bombas para el desplazamiento de líquidos. Dinámicas, de desplazamientos positivos y especiales.

Teoría de las bombas dinámicas. Alturas de aspiración, de succión, impulsión y total. Curvas características de las bombas y de los sistemas. Punto de operación. Tipos de eficiencia, hidráulica, volumétrica, mecánica, total. Fenómeno de Cavitación. Cálculo del ANPA (NPSH) disponible del sistema. ANPA (NPSH) requerido por la bomba y su determinación experimental. Leyes de afinidad y semejanza. Regulación del caudal. Acoplamientos en serie y en paralelo. Tipos de impulsores y carcasas. Detalles constructivos más importantes: ejes, rodamientos, sellos mecánicos, acoplamientos, etc. Operación y mantenimiento corriente. Selección de bombas. Uso de las cartas de los fabricantes. Equipos para el transporte de gases: ventiladores, soplantes, compresores, etc. Compresores de desplazamiento positivo: alternativos y rotativos. Compresores de flujo axial y radial. Teoría. Cálculo de la potencia y de la eficiencia: rendimiento mecánico, eficiencia volumétrica, potencia politrópica, relación de compresión. Curvas de funcionamiento. Inestabilidades en el funcionamiento de los compresores dinámicos., Equipos, accesorios. Criterios de selección de compresores. Instalaciones Para la producción de vacío a



MARIA EUGENIA LAVORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCIÓN ACADÉMICA  
U.T.N. F.R.L.P.



### UNIDAD TEMÁTICA 5 Sedimentación Gravitacional y Centrifuga.

#### OBJETIVOS

- Diferenciar los campos de aplicación de la separación gravitacional.
- Conocer las leyes que gobiernan la separación de sólidos suspendidos en un gas o en un líquido.
- Reconocer las variables más importantes a tener en cuenta en el diseño y / o selección del equipo.
- Resolver problemas de aplicación, selección y diseño.

#### CONTENIDOS

Introducción. Teoría y fundamentos. Sedimentación continua y discontinua. Ensayos de asentamiento. Interpretación de los resultados. Cálculo de sedimentadores continuos a escala industrial. Sección transversal y profundidad de un espesador. Variables operativas. Clasificación hidráulica de partículas sólidas. Partículas equidescendentes. Aparatos: cribas hidráulicas, mesas vibratorias, células de flotación, etc. Criterios de Selección.

Sedimentación centrífuga. Objetivos y fundamentos. Teoría de la centrifugación. Diámetros mínimos de partícula. Diámetro de corte. Flujo volumétrico de alimentación. Rendimientos comparativos: concepto del Sigma de una centrífuga. Centrifugación líquido-líquido: posicionamiento de la interfase. Centrifugas continuas y discontinuas: descarga automática y manual de sólidos. Equipos: Centrifugas tubulares, de canasto, de discos, decantadoras, etc. Separadores ciclónicos gas / líquido, gas / sólido, líquido / sólido. Teoría simplificada. Diámetro mínimo de partícula. Eficiencia en vacío y bajo carga: Tipos de ciclones: flujo radial y axial. Conexiones en serie y en paralelo. Multiciclones. Principales aplicaciones. Bases para el diseño y la selección.

**Ensayo de Laboratorio TP N° 1 Sedimentación Gravitacional de Partículas Sólidas en un Medio Fluido.**

TIEMPO ASIGNADO 22 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 6 Filtración.

#### OBJETIVOS

- Analizar las distintas formas de operación de los filtros.
- Enseñar la teoría que caracteriza a la operación de filtros de torta.
- Conocer y comprender los distintos regímenes operativos.
- Calcular la superficie requerida de filtración.
- Obtención de información básica a partir de resultados experimentales.
- Explicar la selección del filtro óptimo para cada servicio de filtración.

#### CONTENIDOS







escala industrial: bombas mecánicas de vacío, eyectores de vapor de agua, aire, etc. Teoría de los eyectores vapor / aire. Relación de arrastre. Tipos de eficiencia. Cálculo, diseño y selección de un eyector. Principales causas de mal funcionamiento. Agitación y mezcla de líquidos. Definiciones. Tipos de agitadores. Modelos de flujo dentro del agitador. Geometría del agitador. Modelos de rodetes. Baffles cortacorrientes. Cálculo de la potencia requerida por un agitador. Cambios de escala. Mezcla de materiales sólidos y líquidos. Amasado de pastas. Equipos. Criterios de selección.

**Ensayo de Laboratorio TP N° 2 Bombas para el Desplazamiento de Líquidos.**

TIEMPO ASIGNADO 34 horas

### UNIDAD TEMÁTICA 8 Fluidización.

#### OBJETIVOS

- Comprender el funcionamiento de los lechos fluidizados.
- Analizar los distintos comportamientos del lecho fluidizado.
- Deducir la relación entre la velocidad del fluido y la pérdida de carga a través del mismo.
- Calcular las velocidades mínimas y máximas de fluidización.
- Establecer los criterios para predecir el modo de fluidización.
- Calcular y diseñar una grilla plana de distribución del fluido.

#### CONTENIDOS

Objeto de la fluidización de materiales sólidos finamente divididos. Tipos de fluidización: homogénea y heterogénea. Fluidización con líquidos y gases. Mecanismo de la fluidización: influencia de la velocidad del fluido. Pérdida de carga en el lecho fluidizado. Cálculo de la velocidad mínima de fluidización. Porosidad del lecho. Canalización y slugging. Formación de burbujas. Comparación entre lechos fijos y fluidizados. Ventajas e inconvenientes. Modelos de circulación de lechos fluidizados. Principales aplicaciones industriales.

TIEMPO ASIGNADO 10 horas

### BIBLIOGRAFÍA

Operaciones Básicas de la Ingeniería Química - McCabe, Smith y Harriot - Mc Graw Hill - 1993.

Ingeniería Química - Coulson y Richardson - Révère - 1981.

Principios de Operaciones Unitarias - Foust et al. - CECSA - 1964.

Manual del Ingeniero Químico - Perry J. Wiley and sons - 1992.



MARIA EUGENIA LAVORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCION ACADEMICA  
U.T.N. F.R.L.P.



Procesos de transporte y Operaciones Unitarias – Geankoplis – Continental – 1999.  
Ingeniería Química - Brown, J. – Marin – 1973.

## FORMACIÓN PRÁCTICA

FORMACIÓN EXPERIMENTAL: 9 HS

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA: 9 HS

ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO: 30 HS

## CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

### DESCRIPCIÓN

La actividad se distribuye en:

- Dictado de clases expositivas con apoyo de medios audiovisuales.
- Desarrollo de casos prácticos (resolución de problemas y diseño de equipos).
- Seminarios en los que los alumnos buscan información técnica.

### MODALIDAD DE LA ENSEÑANZA

La metodología didáctica empleada en la asignatura sigue en términos generales los lineamientos habituales de la clase expositiva que prevalece en el ámbito universitario en la cual se incorpora al alumno como sujeto activo del proceso de transferencia de conocimiento; Se estimula la participación en el debate, convirtiendo al docente en más de una oportunidad en el moderador de la clase, que guía y orienta privilegiando la formación sobre la información, contribuyendo al desarrollo del espíritu crítico.

En el desarrollo de la asignatura, se consideran los principios fundamentales que gobiernan las operaciones y las variables más importantes que intervienen. Se definen los contornos del equipo básico para facilitar su descripción matemática a través de modelos matemáticos.

Se resuelven problemas, se redactan informes, se da lectura a trabajos técnicos y se realizan exposiciones verbales.

Además se especifican, se diseñan y se seleccionan equipos, analizando las características.



MARIA EUGENIA LAVORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCIÓN ACADÉMICA  
U.T.N. F.R.L.P.



Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional La Plata



260-10

**EVALUACIÓN**

- Evaluación continua que tiene en cuenta el empeño y grado de dedicación del alumno.
- Dos evaluaciones parciales con sus recuperatorios.
- Evaluación final individual, escrita y/u oral.

Se considera la educación como parte del proceso educativo y no como sinónimo de prueba puntual.

DIRECCION ACADEMICA

ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL



MARIA EUGENIA LAHORATTO  
DIRECTORA  
DIRECCION ACADEMICA  
U.T.N. F.R.L.