

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE INGENIERIA - INSTITUTO DE METALURGIA
POSGRADO EN INGENIERIA DE MINERALES

MATERIA: MODELACION MATEMATICA Y SIMULACION DE
OPERACIONES UNITARIAS EN PROCESAMIENTO DE
MINERALES

CLAVE:

NUM. DE CREDITOS: 7

TIPO DE MATERIA:

PROPEDEUTICA []
BÁSICA []
BÁSICA DE LÍNEA []
OPTATIVA [X]

DURACION DEL CURSO:

64 horas/Semestre

HRS SEMANA DE TEORIA:

3 horas

HRS SEMANA DE LABORATORIO:

1 hora

MATERIAS ANTECEDENTES:

Procesamiento de Minerales

I. JUSTIFICACION:

El desarrollo tecnológico y el mayor incremento en la utilización de sistemas de computadoras en la industria minero metalúrgica crea la necesidad de preparar al estudiante de Ingenierías en el área de modelación matemática y simulación de operaciones unitarias en el procesamiento de minerales. Por esta razón se imparte esta asignatura en la cual se cubren las principales características de los modelos matemáticos y los requisitos necesarios para la optimización de procesos mediante la simulación de procesos industriales.

II. OBJETIVOS DEL CURSO:

Presentar y analizar los modelos matemáticos útiles para describir cuantitativamente las operaciones más importantes en Procesamiento de Minerales. Aplicación de modelos matemáticos por medio de computadoras para la optimización, simulación y diseños de operación de un circuito de trituración, molienda, clasificación y flotación. Al final del curso el alumno será capaz de entender el fundamento teórico de la modelación matemática y aplicar los conceptos para mejorar la eficiencia de circuitos industriales en términos de energía y recuperación.

III. TEMARIO DEL CURSO

TEMA 1. Introducción

6 horas

Objetivo: Dar a conocer al alumno los conceptos básicos para la modelación y simulación de procesos así como las diversas etapas involucradas en la presentación e implementación de un proyecto de optimización o diseño.

1.1. Conceptos básicos

- 1.1.1 Procesamiento de minerales
 - 1.1.1.1 Pruebas de rompimiento del mineral
 - 1.1.1.2 Pruebas de abrasión

1.2. Modelación matemática

- 1.2.1. Clasificación de los modelos
- 1.2.2. Consideraciones generales

1.3. Simulación en procesamiento de minerales

- 1.3.1. Conceptos generales
 - 1.3.1.1. Optimización de procesos
 - 1.3.1.2. Diseño de nuevos circuitos
- 1.3.2. Simuladores comerciales
- 1.3.3. Uso de Excel de Microsoft Office

1.4. Etapas para la simulación de procesos

- 1.4.1. Enfoque clásico y moderno

TEMA 2. Balance de materia

10 horas

(6 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: Proporcionar al alumno las herramientas para la colección y análisis de muestras de procesos industriales. El alumno deberá ser capaz de coleccionar datos de buena calidad de procesos industriales así como el análisis detallado de los datos de planta. 4 horas de prácticas de laboratorio se tienen programadas en este tema el cual contempla el uso de simuladores comerciales (MinProSim 2.0, Bilmat v8.1, JKSimMet v5.0 y Excel de Microsoft Office) para realizar balances de materia usando datos reales de plantas de procesamiento de minerales.

2.1. Introducción

2.2. Adquisición de datos de planta

- 2.2.1. Requisitos para colección de datos
- 2.2.2. Diseño de cortadores
- 2.2.3. Análisis preliminar de datos de planta

2.3. Balance de materia

- 2.3.1. Conceptos generales
- 2.3.2. Tipos de balance de materia
- 2.3.3. Programas comerciales de balance de materia

2.4. Aplicaciones

- 2.4.1. Circuitos de trituración, molienda y clasificación
- 2.4.2. Circuitos de flotación

TEMA 3. Modelación matemática

12 horas

Objetivo: Presentar casos específicos de modelación matemática en el procesamiento de minerales. Al finalizar este tema el alumno deberá ser capaz de seleccionar el modelo matemático que mejor describa el proceso.

3.1. Repaso de herramientas matemáticas

3.1.1. Representación matemática de procesos

3.2. Modelos de trituración

3.2.1. Quebradoras

3.2.2. Quebradoras de rodillo de alta presión

3.3. Modelos de molienda

3.3.1. Molino de rodillos y bolas

3.3.2. Molinos autógenos y semi-autógenos

3.3.2.1. Modelo de Leung

3.3.2.2. Modelo de velocidad variable

3.4. Modelos de clasificadores

3.4.1. Modelo básico

3.4.2. Cribas

3.4.3. Hidrociclones

3.5. Circuitos de flotación

3.5.1. Introducción

3.5.2. Modelos de flotación

3.5.2.1. Modelos básicos

3.5.2.2. Celdas convencionales

3.5.2.3. Celdas de flotación

TEMA 4. Uso de Computadoras Digitales para la Calibración de Modelos Matemáticos **12 horas**

(8 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: El alumno aprenderá el uso de simuladores comerciales para el desarrollo y calibración de modelos matemáticos que describan los procesos unitarios en el procesamiento de minerales. 4 horas de prácticas de laboratorio se tienen programas en este tema el cual contempla el uso de simuladores comerciales (MolyCop, JKSimMet v5.0, MinProSim 2.0) para el desarrollo y calibración de los modelos matemáticos de las operaciones unitarias en el procesamiento de minerales usando datos reales de planta.

4.1. Introducción

4.2. Calibración de modelos matemáticos

4.2.1. Selección de parámetros de ajuste

4.2.1.1. Quebradoras

4.2.1.2. Cribas

4.2.1.3. Molinos

4.2.1.4. Hidrociclones

4.2.2. Ajuste de parámetros

TEMA 5. Optimización en Procesamiento de Minerales

12 horas

(8 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: Diseñar estrategias generalizadas de optimización de procesos a partir de los modelos calibrados en el curso. Al finalizar este tema, el alumno deberá optimizar y diseñar una estrategia de optimización a partir de información de proceso obtenida por medios experimentales. 4 horas de prácticas de laboratorio se tienen programas en este tema el cual contempla el uso de simuladores comerciales (MinProSim, MolyCop, JKSimMet v5.0) para llevar a cabo la optimización de las operaciones unitarias en el procesamiento de minerales usando datos reales de planta.

5.1. Introducción

5.2. Proceso de optimización

5.2.1. Efecto de las variables del proceso

5.2.2. Pasos para una mejor optimización

5.3. Proceso de validación

5.3.1. Criterios

5.3.2. Método de sustitución

5.3.3. Efecto de los parámetros

5.4. Ejercicios

TEMA 6. Simulación y Diseño en el Procesamiento de Minerales

12 horas

(8 horas de teoría y 4 horas de laboratorio)

Objetivo: Determinar la ganancia requerida en un sistema del proceso para garantizar el cumplimiento de límites máximos de operación. Diseñar y/o simplificar un sistema de proceso para aplicaciones de mejora en el procesamiento de minerales. 4 horas de prácticas de laboratorio se tienen programas en este tema el cual contempla el uso de simuladores comerciales (MinProSim, MolyCop, JKSimMet v5.0) para llevar a cabo estudios de simulación y de diseño de las operaciones unitarias en el procesamiento de minerales usando datos reales de planta.

6.1. Introducción

6.1.1. Requisitos para la simulación

6.1.2. Validación de recomendaciones en planta

6.2. Pasos para la simulación de procesos

6.2.1. Ejemplos prácticos

IV. METODOLOGÍA

El curso será presentado mediante una interacción dinámica oral del profesor y el grupo sobre temas específicos, con sesiones de análisis, evaluación y resolución de problemas individual y grupal. Además se realizarán investigaciones teóricas-prácticas, en las cuales se evaluarán casos relacionados con los temas del curso.

V. FORMA DE EVALUACION

Aplicación de tres exámenes escritos u orales, asignación de investigaciones individuales y grupales, realización de tareas y exposiciones orales de temas complementarios.

Tareas, exposiciones y participación	40%
Exámenes (dos exámenes)	60%

V. BIBLIOGRAFIA.

1. Lynch, A. J. (1977). Mineral Crushing and Grinding Circuits. Elsevier, Amsterdam.
2. Napier-Munn, T. J., Morrell, S., Morrison, R. D., and Kojovic, T. (1996). Mineral Comminution Circuits – Their Operation and Optimisation. JKMRRC Monograph Series in Mining and Mineral Processing 2. Series Editor T. J. Napier-Munn, Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre, University of Queensland.
3. Gy, P. M. (1982). Sampling of Particulate Materials: Theory and Practice. 2nd Edition, Elsevier, Amsterdam.
4. “JKSimMet Steady State Metallurgical Simulator – User Manual” (1993). JKTech Ptd Ltd, Commercial Division, JKMRRC, University of Queensland.
5. “JKSimFloat Steady State Flotation Simulator – User Manual” (1993). JKTech Ptd Ltd, Commercial Division, JKMRRC, University of Queensland.