

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Procesos de Fabricación de Metales Ferrosos
Carrera: Ingeniería en Materiales
Clave de la asignatura: MAC – 0525
Horas teoría-horas práctica-créditos: 4 2 10

2.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Saltillo del 20 al 24 de Septiembre de 2004.	Representantes de las Academias de Ingeniería en Materiales de los Institutos Tecnológicos.	Reunión Nacional de Evaluación Curricular de la Carrera de Ingeniería en Materiales.
Institutos Tecnológicos de Chihuahua, Morelia y Saltillo.	Academias de la carrera de Ingeniería en Materiales.	Análisis y enriquecimiento de las propuestas de los programas diseñados en la Reunión nacional de evaluación curricular.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 28 de Febrero al 4 de Marzo de 2005.	Comité de Consolidación de la Carrera de Ingeniería en Materiales.	Definición de los Programas de Estudio de la Carrera de Ingeniería en Materiales.

3.- UBICACIÓN DE LA ASIGNATURA

a). Relación con otras asignaturas del plan de estudio

Anteriores	
Asignaturas	Temas
Seminario de Introducción a la Ingeniería en Materiales	Nuevos Materiales
Química Inorgánica	Compuestos químicos: Tipos, nomenclatura, reacciones e impacto económico y ambiental Estequiometría. Equilibrio químico.
Mineralogía y Procesamiento de Materiales	Mineralogía. Extracción. Trituración y molienda. Concentración.
Termodinámica	Primera ley de la termodinámica. Segunda ley de termodinámica. Energía libre.
Fisicoquímica I	Equilibrio químico en sistemas hom Equilibrio Químico en sistemas heterogéneos ogéneos. Termodinámica de Soluciones.
Fisicoquímica II	Diagramas de fase Fenómenos de superficie. Cinética química.

Posteriores	
Asignaturas	Temas

b). Aportación de la asignatura al perfil del egresado

- Controlar los procesos de obtención de hierro primario y de aceros.
- Participar en la investigación y desarrollo de nuevos procesos y aceros.
- Diseñar, controlar, innovar y simular los procesos de obtención del hierro y acero.

4.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Analizará e interpretará el comportamiento teórico de la obtención del hierro primario y del acero con el propósito de examinar los procesos de obtención.

5.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Materias primas para la producción de hierro y acero.	1.1 Minerales de hierro. 1.2 Beneficio de los minerales de hierro. 1.3 Principios teóricos del secado y equipo industrial. 1.4 Proceso de coquización 1.4.1 Control de la contaminación durante la coquización. 1.5 Calcinación. 1.5.1 Termodinámica y cinética. 1.5.2 Degradación del producto calcinado. 1.6 Principios de los procesos de aglomeración. 1.6.1 Sinterización. 1.6.2 Peletización. 1.7 Chatarra y su preparación.
2	Fundamentos de la reducción de los óxidos de hierro	2.1 Generalidades. 2.2 Termodinámica de la reducción de óxidos. 2.2.1 Reducción de óxidos de hierro por medio de monóxido de carbono. 2.2.2 Reducción de óxidos de

		<p>hierro por medio de hidrógeno.</p> <p>2.3 El alto horno.</p> <p>2.3.1 Reacción de Boudouard y reducción de óxidos de hierro.</p> <p>2.3.2 Eficiencia, balance térmico y perfil térmico del alto horno.</p> <p>2.3.3 Composición y tipos de hierro producido.</p> <p>2.4 Obtención de hierro esponja por medio de reducción directa (hierro prerreducido).</p> <p>2.5 Control de la contaminación en las operaciones de producción de hierro primario.</p>
3	Fundamentos de la refinación del hierro primario por medio de oxidación	<p>3.1 Introducción al proceso de refinación del hierro primario.</p> <p>3.2 Aplicación del estado estándar del 1% en peso al proceso de aceración.</p> <p>3.3 El baño metálico como una solución multicomponente y coeficientes de interacción.</p> <p>3.4 Aplicación de la teoría de escorias al proceso de aceración.</p> <p>3.4.1 Teoría molecular.</p> <p>3.4.2 Teoría iónica.</p>
4	Termodinámica de la aceración	<p>4.1 Oxidación del carbono.</p> <p>4.1.1 Relación de de equilibrio carbono-oxígeno.</p> <p>4.1.2 Cinética de la reacción de oxidación del carbono.</p> <p>4.2 Oxidación del silicio.</p> <p>4.3 Oxidación del manganeso.</p> <p>4.4 Análisis del mecanismo de eliminación del fósforo.</p> <p>4.4.1 Eliminación de acuerdo a la teoría molecular de las escorias.</p> <p>4.4.2 Eliminación de acuerdo a la teoría iónica de las escorias.</p>

		<p>4.5 Eliminación del azufre por medio de la escoria.</p> <p>4.6 Práctica de desoxidación del acero líquido.</p> <p>4.7 Procesos de aceración industriales.</p> <p>4.7.1 Convertidor básico al oxígeno (Proceso BOF).</p> <p>4.7.2 Horno de arco eléctrico.</p> <p>4.8 Control de la contaminación en la aceración.</p>
5	Colado del acero	<p>5.1 Aspectos generales del colado del acero.</p> <p>5.2 Colado en lingoteras.</p> <p>5.2.1 Lingoteras.</p> <p>5.2.2 Aplicación de mazarotas.</p> <p>5.2.3 Velocidad de colado del acero líquido.</p> <p>5.2.4 Tiempo de permanencia del lingote y deslingoteo.</p> <p>5.2.5 Tipos de lingotes en relación al mecanismo de solidificación.</p> <p>5.3 Colada continua.</p> <p>5.3.1 Descripción general del proceso de colada continua.</p> <p>5.3.2 Principios de la colada continua.</p> <p>5.3.3 Solidificación durante la colada continua.</p> <p>5.3.4 Defectos de aceros obtenidos por colada continua.</p>
6	Refinación secundaria	<p>6.1 Tratamiento del metal al vacío.</p> <p>6.2 Tratamiento del metal con escoria sintética.</p> <p>6.3 Inyección de gases inertes al metal líquido.</p> <p>6.4 Inyección de materiales en forma de polvo al metal líquido.</p> <p>6.5 Refinación mediante la aplicación de vacío.</p> <p>6.6 Métodos de refinación combinados.</p>

6.- APRENDIZAJES REQUERIDOS

- Técnicas de preparación mecánica y concentración de las menas de hierro.
- Fundamentos termodinámicos del equilibrio entre fases condensadas, la termodinámica de soluciones y la cinética de reacciones.
- Principios de fenómenos de superficie.

7.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Organizar sesiones grupales de discusión y análisis de conceptos y temas fundamentales.
- Investigación en temas relacionados con la innovación de procesos y el desarrollo de aceros.
- Resolver problemas relacionados con el análisis de la obtención del hierro y el acero.
- Utilizar software en la solución de problemas y el análisis de procesos.
- Visitas a empresas relacionadas con la industria siderúrgica.

8.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Evaluación de trabajos de investigación sobre temas de interés.
- Examen escrito.
- Participación en clase.
- Exposición en clase

9.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1.- Materias primas para la producción del hierro y del acero

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
El estudiante analizará las características y las propiedades de las materias primas. Analizará los procedimientos de acondicionamiento a que deben someterse las materias primas	<ul style="list-style-type: none">• Investigar y exponer las características principales de los minerales de hierro, así como los procesos de beneficio que se les aplican.• Analizar los principios teóricos del secado y calcinación con la finalidad de optimizar su aplicación.• Descripción del equipo industrial utilizado en dichas operaciones de acondicionamiento de materia prima.	1, 2, 4

para poder ser utilizadas de manera eficiente en los procesos de obtención del hierro y del acero.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar los fundamentos de los principales procesos de aglomeración de minerales de hierro para su manejo en el proceso. • Conocer las características que debe tener la chatarra para poder ser empleada en los procesos de aceración. • 1.6 Analizar el proceso de obtención del coque y las propiedades que debe tener para ser utilizado como agente reductor en el alto horno. 	
--	--	--

Unidad 2.- Fundamentos de la reducción de los óxidos de hierro

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Examinará la reducción de los óxidos de hierro aplicando los principios de la termodinámica, así como también los procesos para la obtención del hierro primario.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los fundamentos termodinámicos para analizar la reducción de los óxidos de hierro, utilizando como agente reductor el monóxido de carbono o el hidrógeno. • Analizar mediante la reacción de Boudouard la reducción de los óxidos de hierro con monóxido de carbono para comprender el mecanismo de reducción. • Conocer los procesos industriales: alto horno y reducción directa consultando diversas fuentes de información. 	1, 3, 4

Unidad 3.- Fundamentos de la refinación de hierro primario por medio de oxidación

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá los principios de la teoría de soluciones y de la teoría de escorias para analizar la refinación del hierro primario por medio de	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del estado estándar del 1% en peso con el propósito de analizar y calcular la concentración de las principales impurezas del hierro líquido en el equilibrio termodinámico. • Cálculo de las concentraciones de equilibrio de las impurezas del baño 	1, 3, 5

oxidación.	<p>metálico, considerando el metal líquido como una solución multicomponente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio y aplicación de la teoría molecular e iónica de las escorias al proceso de refinación del hierro primario. 	
------------	--	--

Unidad 4.- Termodinámica de la aceración

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
<p>Analizará los mecanismos de eliminación de las impurezas del hierro primario durante la aceración, aplicando para este propósito los fundamentos termodinámicos y cinéticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir la reacción de oxidación del carbono y su cinética para conocer el mecanismo de eliminación de esta impureza. • Analizar la reacción de oxidación del silicio y las condiciones que favorecen su eliminación. • Analizar la reacción de oxidación del manganeso y las condiciones que favorecen su eliminación. • Analizar el mecanismo de eliminación del fósforo por medio de la escoria, aplicando los principios de la teoría molecular e iónica de las escorias. • Analizar el mecanismo de eliminación del azufre por medio de la escoria, aplicando los principios de la teoría molecular e iónica de las escorias. • Analizar desde el punto termodinámico la práctica de desoxidación del acero líquido, así como también, estudiar las características de los desoxidantes del baño metálico. • Discusión en el aula de los procesos de aceración más importantes. 	<p>1, 2, 3</p>

Unidad 5.- Colado del acero

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Comprenderá la importancia de la práctica de colado del acero y la relacionará con las propiedades y la estructura de los aceros.	<ul style="list-style-type: none">• Estudiar y describir la práctica de colado del acero en lingoteras.• Analizar la obtención y las características de los tipos de lingotes de acero obtenidos en relación con el mecanismo de solidificación y su efecto en las propiedades.• Describir y discutir en forma grupal el proceso de colada continua.• Analizar la solidificación del acero durante la colada continua, así como la estructura de solidificación resultante y su efecto en las propiedades.• Identificar las causas que producen defectos en los aceros obtenidos por colada continua para su control.	2

Unidad 6.- Refinación secundaria

Objetivo Educativo	Actividades de Aprendizaje	Fuentes de Información
Conocerá las diferentes técnicas de refinación secundaria, considerándola como una alternativa para la obtención de aceros de calidad y aceros especiales.	<ul style="list-style-type: none">• Analizar los principios teóricos que rigen a las técnicas de refinación secundaria para mejorar su calidad mediante:<ul style="list-style-type: none">◦ Tratamiento del metal al vacío.◦ Tratamiento del metal con escoria sintética.◦ Inyección de gases inertes al metal líquido.◦ Inyección de materiales en forma de polvo al metal líquido.◦ Refinación mediante la aplicación de vacío.◦ Métodos de refinación combinados.	3

10.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Rosenqvist, Terkel. *Fundamentos de Metalurgia Extractiva*. LIMUSA.
2. Peters, A. T. *Producción Siderúrgica*. LIMUSA.
3. Kudrin, V. A. *Metalurgia del Acero*. Moscú: Mir.
4. Peacy, J. C. y Davenport, W. G. *El Alto Horno de Hierro. Teoría y Práctica*. LIMUSA.
5. Gaskell, David R. *Introduction to Metallurgical Thermodynamics*. McGraw – Hill Kogakusha, LTD.

11.- PRÁCTICAS

- 1 Aglomeración de concentrados de hierro por peletización.
- 2 Calcinación de la dolomita.
- 3 Ensayo de impacto.
- 4 Fabricación de aceros comerciales al carbono.
- 5 Fabricación de aceros de baja aleación.
- 6 Práctica de desoxidación del acero.
- 7 Colado del acero en molde metálico.