



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”**

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALURGICA

MODALIDAD PRESENCIAL

SÍLABO POR COMPETENCIAS

CURSO: SIDERURGIA

DOCENTE: Msc. ING. MINAYA HUAMÁN RAÚL

HUACHO 2025

I. DATOS GENERALES

Área curricular	FORMACIÓN PROFESIONAL ESPECIALIZADO
Línea de Carrera	METALURGIA DE TRANSFORMACIÓN
Semestre Académico	2026 - II
Código del Curso	454
Créditos	3
Horas Semanales	Horas Totales: 03 HTeoría: 03, HLaboratorio: 0
Ciclo	VIII
Sección	A
Apellidos y Nombres del Docente	MINAYA HUAMAN, RAUL
Correo Institucional	rminaya@unifsc.edu.pe
N° De Celular	946924556

II. SUMILLA

El curso pertenece al área de Formación Profesional Especializado, es de carácter teórico práctico. Se propone desarrollar en el estudiante competencias operacionales en Siderurgia. Abarca los siguientes temas:

I. Termodinámica y cinética de las reacciones de hierro y acero: Siderurgia, introducción, Fabricación del hierro en los altos hornos, termodinámica de la reducción.

II. Proceso de reducción directa operaciones de alto horno, propiedades químicas de fundentes, escorias y refractarios: materias primas y fabricación del Fe, Aglomeración de minerales de hierro, escorias de fabricación del acero, reducción directa del hierro.

III. Procesos de fabricación de acero en convertidor y horno eléctrico, tratamiento de desulfuración, oxidación, el gas inerte y el tratamiento de vacío. fundiciones continuas: Convertidor BOF, Horno de hogar abierto, horno de arco eléctrico, fundiciones continuas.

IV. Procesos de refinación secundaria incluyendo AOD, VAD, VOD, VAR, y ESR. Análisis de las nuevas y emergentes tecnologías de fabricación de acero. Control ambiental: Refinación secundaria del

acero, desgasificación del acero, aceros forjados, técnicas emergentes de fabricación del acero.

FUNDAMENTACIÓN DEL CURSO

El curso de Siderurgia tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión integral sobre los procesos de producción del acero, desde la extracción del mineral de hierro hasta la obtención de productos siderúrgicos de alta calidad. Se enfatiza el uso de tecnologías de la Industria 4.0 en la siderurgia moderna, así como la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO₂.

JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

El acero, debido a su naturaleza y diversidad de aplicaciones, es un material ampliamente utilizado en numerosas industrias a nivel global. Su fabricación se basa en la fusión de distintas cargas metálicas que contienen hierro, ferroaleaciones y carbono, elementos que determinan su estructura molecular. Sin embargo, este proceso es más complejo de lo que aparenta. Para comprenderlo mejor, se abordará el procedimiento de producción del acero y la comercialización de sus productos en el Perú.

La producción del acero puede iniciarse a través del uso de un alto horno, procesos de Reducción Directa o la Fragmentación de chatarra en la siderurgia semi-integrada. En el caso del Proceso de Reducción Directa, se elimina el oxígeno presente en el mineral de hierro, lo que permite obtener hierro esponja, un insumo de alta calidad empleado en la fabricación del acero.

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

- Comprender los procesos metalúrgicos involucrados en la siderurgia y su relación con la calidad del acero.
- Aplicar herramientas de simulación y modelado digital para la optimización de procesos siderúrgicos.

- Evaluar el impacto ambiental y las tecnologías de descarbonización en la siderurgia.
- Analizar datos en tiempo real a través de plataformas digitales industriales.
- Desarrollar habilidades para la toma de decisiones en el control de procesos siderúrgicos.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Aplicar y Analizar los principios de la termodinámica y cinética de las reacciones de hierro y acero	TERMODINÁMICA Y CINÉTICA DE LAS REACCIONES DE HIERRO Y ACERO	1-4
UNIDAD II	✓ Aplica los fundamentos en el proceso de reducción directa. ✓ Explica las operaciones de alto horno ✓ Analiza las propiedades químicas de fundentes, escorias y refractarios.	PROCESO DE REDUCCIÓN DIRECTA. OPERACIONES DE ALTO HORNO. PROPIEDADES QUÍMICAS DE FUNDENTES, ESCORIAS Y REFRACTARIOS	5-8
UNIDAD III	✓ Analizar los procesos de fabricación de acero en convertidor y horno eléctrico ✓ Aplica y analiza el tratamiento de desulfuración, oxidación de gas inerte y el tratamiento al vacío ✓ Define y ejecuta las fundiciones continuas.	PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ACERO EN CONVERTIDOR Y HORNO ELÉCTRICO. TRATAMIENTO DE DESULFURACIÓN, OXIDACIÓN, EL GAS INERTE Y EL TRATAMIENTO DE VACÍO. FUNDICIONES CONTINUAS	9-12
UNIDAD IV	✓ Ejecutar y analiza los procesos de refinación secundaria incluyendo AOD, VAD, VAR, Y ESR. ✓ Analiza las nuevas y emergentes tecnologías de fabricación de acero control ambiental	PROCESOS DE REFINACIÓN SECUNDARIA INCLUYENDO AOD, VAD, VOD, VAR, Y ESR. ANÁLISIS DE LAS NUEVAS Y EMERGENTES TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN DE ACERO. CONTROL AMBIENTAL.	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

N°	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Explica los conceptos y términos básicos de la metalurgia del acero (siderurgia)
2	Analiza las reacciones químicas que se producen en el alto horno
3	Analiza la termodinámica y la cinética de la reducción de los óxidos de hierro
4	Explica las características térmicas y químicas del proceso de fabricación del hierro en el alto horno
5	Identifica las materias primas de la fabricación del hierro en el alto horno.
6	Explica el proceso de aglomeración de minerales de hierro.
7	Analiza la importancia de las escorias producida en la fabricación del hierro en el alto horno.
8	Analiza el proceso de reducción directa de minerales de hierro
9	Explica el proceso de fabricación del acero en el convertidor BOF
10	Explica el proceso de fabricación del acero en el horno de hogar abierto.
11	Explica en procesos de fabricación del acero en el horno de arco eléctrico.
12	Analiza el proceso de fundición continua del acero líquido
13	Explica el proceso de refinación secundaria del acero líquido.
14	Analiza el proceso de gasificación del acero líquido
15	Analiza el proceso de obtención del acero forjado
16	Explica la importancia de las técnicas emergentes de la fabricación del acero

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS:

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: Termodinámica y cinética de las reacciones de hierro y acero: Siderurgia, introducción, Fabricación del hierro en los altos hornos, termodinámica de la reducción						
UNIDAD DIDÁCTICA I:	SE MA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	- Presentación del silabos - Historia y evolución de la siderurgia - Materias primas: mineral de hierro, carbón, caliza y aditivos - Fundamentos termodinámicos y cinéticos de la reducción del hierro	Revisa los conceptos y términos básicos en la fabricación del Fe Identifica los diferentes procesos de obtención del Fe Compara la situación actual de la siderurgia Identifica el impacto ambiental	- Propicia el interés por los aspectos básicos relacionados con la ingeniería de reacciones - Comparte información con sus compañeros de manera solidaria. - Valora la importancia de los conceptos aprendidos. - Muestra disposición cooperativa para la realización de ejercicios prácticos. - Muestra responsabilidad durante su aprendizaje. - Comparte con sus compañeros los resultados obtenidos - Coopera con sus compañeros de grupo en la solución de trabajos.	- Videoconferencias - Foros de discusión - Chat - Blogs - E-mail - E-learning - M-learning	Explica los conceptos y términos básicos de la metalurgia ferrosa. Identifica los diferentes procesos de fabricación del Fe.
	2	- Alto horno: principios, reacciones y subproductos - Reducción directa y alternativas al alto horno - Balance de masa del alto horno	Revisa los conceptos de fabricación de Fe en Alto Horno Determina las reacciones del proceso en el alto horno. Desarrollo: balance de materia y energía en el alto horno			
	3	Proceso Midrex, HyL SL/N, para la obtención del hierro esponja /Reacciones de reducción				Revisa termodinámica y cinética del proceso de reducción Identifica las reacciones y parámetros del proceso de reducción directa. Desarrolla.: Proceso operacional en la obtención del hierro esponja
	4	Evaluación parcial del módulo I				
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA						
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
	- Exámenes y cuestionarios - Tarea y Talleres		- Trabajos individuales y/o grupales - Soluciones a Ejercicios propuestos		Interacción y comportamiento en clase	

UNIDAD DIDÁCTICA II:	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: Analiza el comportamiento de los balances de cantidad de movimiento en procesos metalúrgicos					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	Tipos de Convertidores / Transformación del arrabio en acero /Obtención del acero inoxidable usando convertidores.	Desarrolla los procesos de aceración en hornos de aceración. Variables y parámetros del proceso.	- Valora la importancia de los conceptos aprendidos. - Muestra responsabilidad durante su aprendizaje. - Coopera con sus compañeros de grupo en la solución de trabajos. - Muestra interés por la unidad de aprendizaje - Presenta disposición a compartir lo aprendido con sus compañeros - Participa activamente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje.	- Videoconferencias - Foros de discusión - Chat - Blogs - E-mail - E-learning - M-learning	Reconoce, la termodinámica de la descarburación de aceros previos análisis.
	2	Procesos de aceración en convertidores al oxígeno a partir de arrabio líquido. Balance de masa/ Convertidores de soplo combinado.	Desarrolla el balance de masa. Identifica, las diferentes variables aplicados en los convertidores y obtener aceros de calidad.			Usar los diferentes tipos de reacciones en aceración para dar nuevas propiedades en los aceros.
	3	Procesos de aceración en hornos eléctricos. Operación y controles metalúrgicos.	Procesos de aceración en hornos eléctricos.			Organizar, las principales características del proceso y grado de oxidación de la escoria.
	4	Evaluación parcial del modulo II				Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		- Exámenes y cuestionarios - Tarea y Talleres		- Trabajos individuales y/o grupales - Soluciones a Ejercicios propuestos	Interacción y comportamiento en clase	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III. Analizar los procesos de fabricación de acero en convertidor y horno eléctrico. Aplica y analiza el tratamiento de desulfuración, oxidación de gas inerte y el tratamiento al vacío					
SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
	CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
1	Procesos de aceración en hornos eléctricos. Hornos de arco directo. Siderurgia semi-integrada	• Analiza, parámetros sobre la operación del EAF • Desarrolla los mecanismos y procedimientos en la obtención del acero.	▪ Valora la importancia de los conceptos aprendidos. ▪ Colabora con sus compañeros de grupo en la solución de problemas. ▪ Muestra disposición cooperativa para la realización de ejercicios prácticos. ▪ Comparte los conocimientos adquiridos. ▪ Propicia el interés por la búsqueda de distintas estrategias de solución. ▪ Colabora con sus compañeros para realizar sus tareas.	▪ Videoconferencias ▪ Foros de discusión ▪ Chat ▪ Blogs ▪ E-mail ▪ E-learning ▪ M-learning	• Calcula la carga de alimentación al EAF. • Utiliza los balances de materia y energía del EAF. • Aplica Los fundamentos básicos en el control metalúrgico del EAF.
2	Metalurgia del vacío. Desgasificación del acero líquido.	Controlar que se han realizado y estudiado procesos de afino del acero en cuchara con aplicación de vacío (VAD Desgasificación por Arco en Vacío).			• Identifica el mecanismo de desgasificación del acero. • Utiliza parámetros y controles metalúrgicos en la refinación del acero .
3	Procesos de colada continua y solidificación.	Desarrolla, y explica las variables para la fabricación del acero en coladas continuas modernas.			• Identifica los tipos de ceros obtenidos debido a las coladas continuas y tradicionales.
4	Evaluación parcial del modulo III				Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
	• Exámenes y cuestionarios • Tarea y Talleres		• Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos	• Interacción y comportamiento en clase	

UNIDAD DIDÁCTICA IV:	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: Ejecutar y analiza los procesos de refinación secundaria incluyendo AOD, VAD, VAR, Y ESR. Analiza las nuevas y emergentes tecnologías de fabricación de acero control ambiental.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	➤ Aceros Forjados ➤ Ferroaleaciones ➤ Principales ferroaleaciones	Aplica los conceptos de los aceros forjados y su aplicación Compara las diferencias de los aceros forjados y de fundición Desarrolla práctica virtual de un proceso de aceros forjados			Explica los procesos de desgasificación del acero Analiza la importancia de las ferroaleaciones en los aceros. Identifica las principales ferroaleaciones.
	2	Desgasificación del acero con aportación térmica ➤ Desgasificación en cuchara, ➤ Desgasificación en flujo ➤ Tipos de acero	Aplica los conceptos de los procesos de la desgasificación del acero líquido en la metalurgia secundaria Compara las características de los diferentes tipos de desgasificación del acero líquido Desarrolla un proceso de desoxidación del acero líquido.	▪ Valora la importancia de los conceptos aprendidos. ▪ Comparte con sus compañeros los resultados obtenidos ▪ Muestra responsabilidad durante su aprendizaje. ▪ Comparte los conocimientos adquiridos. ▪ Propicia el interés por la búsqueda de información. ▪ Colabora con sus compañeros para realizar un trabajo de manera organizada.	▪ Videoconferencias ▪ Foros de discusión ▪ Chat ▪ Blogs ▪ E-mail ▪ E-learning ▪ M-learning	Analiza los procesos de desgasificación del acero líquido Explica la importancia del de la desgasificación del acero líquido. Ejecuta cálculos termodinámicos del proceso de desgasificación
	3	Aplicaciones de la Industria 4.0 en la siderurgia Simulación de procesos metalúrgicos Internet de las Cosas (IoT) y Big Data en plantas siderúrgicas Inteligencia artificial en el control de procesos.	Aplica los conceptos de técnicas emergentes de fabricación del acero Compara diferencias entre las técnicas emergentes Realiza visita técnica a SIDERPERU -Chimbote			Explica la importancia de las técnicas emergentes del acero Analiza la problemática ambiental de la siderurgia. Identifica las formas de contaminación ambiental
	4	Evaluación parcial del módulo IV				Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
		• Exámenes y cuestionarios • Tarea y Talleres		• Trabajos individuales y/o grupales presentación final • Soluciones a Ejercicios propuestos		• Interacción y comportamiento en clase

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

1. METODOLOGÍA:

Se emplearán diversas metodologías activas de aprendizaje como:

- Clases magistrales interactivas con uso de simuladores y plataformas digitales.
- Prácticas de laboratorio con software de modelado de procesos siderúrgicos.
- Estudio de casos reales sobre innovaciones en la industria del acero.
- Desarrollo de proyectos aplicados a la optimización de procesos siderúrgicos.
- Visita técnica a una planta industrial y elaboración de informe técnico.

2. MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES

- Moodle: Entrega de material didáctico y evaluaciones.
- VRSim: Simulaciones virtuales de procesos siderúrgicos.
- Southern Lights: Software de modelado y optimización de procesos industriales.
- Plataformas IoT y Big Data para el análisis de datos en tiempo real.

3. MEDIOS INFORMATICOS:

- Computadora
- Tablet
- Celulares
- Internet

VII. EVALUACIÓN:

La Evaluación es inherente al proceso de enseñanza aprendizaje y será continua y permanente. Los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

1. Evidencias de Conocimiento.

La Evaluación será a través de pruebas escritas y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ello debemos ver como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica, etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra de dicha afirmación, expone sus argumentos contra las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valoraciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuesta a situaciones, etc.

En cuanto a la autoevaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y fortalezas para corregir o mejorar.

Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

2. Evidencia de Desempeño.

Esta evidencia pone en acción recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente la práctica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en torno a cómo se actúa en situaciones impredecibles.

La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

3. Evidencia de Producto.

Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto, no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.

La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y el trabajo final.

Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño el 30% de inasistencia inhabilita el derecho a la evaluación.

Como parte de la formación profesional INTEGRAL del estudiante se ha establecido una visita técnica a una empresa siderúrgica o de fundición importante, con la finalidad de complementar los conocimientos teóricos desarrollados en clases.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MÓDULOS
Evaluación de Conocimiento	30 %	El ciclo académico comprende 4
Evaluación de Producto	35%	
Evaluación de Desempeño	35 %	

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada módulo (PM1, PM2, PM3, PM4)

$$PF = \frac{PM1 + PM2 + PM3 + PM4}{4}$$

La nota mínima aprobatoria es once (11). Sólo en el caso de la nota promocional la fracción de 0,5 se redondeará a la unidad entero inmediato superior. (Art. 130).

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Libro básico:

- Siderurgia. Autor: Elard León Delgado, Editorial(es): UNMSM - Año de edición: 2017.
- Apraiz, B. (1978). "Fabricación de hierro, Aceros y Fundiciones". Tomos I y II: Ed. Ulmo; Bilbao, España.
- Ballester, A.; Verdeja, L.F.; Sancho, J.: "Metalurgia extractiva. Volumen I y II", Síntesis, 2000.

Libros complementarios:

- Lasheras, J. "Tecnología del acero". 3ra Ed.
- Peacey W. G. J. C. (1986). "El alto horno de hierro". Ed. Limusa, México.

8.2. Fuentes Electrónica

Curso sobre Metalurgia Extractiva del Hierro y el Acero - <https://www.edx.org>

Plataforma de Innovación en Siderurgia - <https://www.worldsteel.org>

Publicaciones sobre Industria 4.0 en Siderurgia - <https://www.sciencedirect.com>

Repositorio de documentos de SIDERPERU - <https://www.siderperu.com.pe>

Simulación de Procesos Siderúrgicos - <https://www.steeluniversity.org>

Huacho, agosto del 2026

INGENIERO METALURGISTA

MSC. ING. RAÚL MINAYA HUAMÁN
CIP. N° 130948