



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

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALURGICA

MODALIDAD PRESENCIAL

SÍLABO POR COMPETENCIAS

CURSO: METALURGIA FÍSICA II

DOCENTE: Msc. ING. MINAYA HUAMÁN RAÚL

I. DATOS GENERALES

Línea de Carrera	METALURGIA FÍSICA
Semestre Académico	2026 - II
Código del Curso	352
Créditos	03
Horas Semanales	Hrs. Totales: 11 Teóricas 02 Laboratorio 09
Ciclo	VI
Sección	A
Apellidos y Nombres del Docente	MINAYA HUAMAN, RAUL
Correo Institucional	rminaya@unifsc.edu.pe
N° De Celular	946924556

II. SUMILLA

El curso corresponde al área de Formación Profesional Especializado es de carácter teórico-práctico. Se propone desarrollar competencia y mejora de las propiedades de los metales y aleaciones mediante tratamientos térmicos. Comprende los siguientes aspectos:

- (I) Transformaciones de fases de los metales.
- (II) Tratamiento térmico de aleaciones ferrosas.
- (III) Tratamientos térmicos de las aleaciones no ferrosas.
- (IV) Tratamientos termoquímicos, tratamientos térmicos especiales.

Competencia: Selecciona y aplica los principios de las propiedades mecánicas que alteran la microestructura de los metales, para diseñar y emplear procesos de tratamiento de los metales, Proponiendo la participación individual y grupal en el proceso de aprendizaje con responsabilidad, respecto con el medio ambiente.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Comprende la importancia de la transformaciones de fases en los metales, analizando aspectos básicos y su comportamiento microestructural en las propiedades físicas de las aleaciones metálicas.	TRANSFORMACIONES DE FASES DE LOS METALES	1-4
UNIDAD II	Analiza el comportamiento de los diferentes tipos de tratamientos térmicos de las aleaciones ferrosas, para diseñar un determinado tratamiento térmico, establecer y obtener resultados adecuados.	TRATAMIENTO TÉRMICO DE ALEACIONES FERROSAS.	5-8
UNIDAD III	Clasifica los diferentes tipos de tratamientos térmicos de las aleaciones no ferrosas, identificando los aspectos básicos de diseño del tratamiento, para justificar su aplicación en la industria en general.	TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LAS ALEACIONES NO FERROSAS	9-12
UNIDAD IV	Comprende y valora la importancia de los tratamientos termoquímicos y los tratamientos térmicos especiales de los materiales y su desarrollo en incrementar la resistencia al desgaste y corrosión y de la función que desempeñará en la industria	TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS ESPECIALES	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

N°	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Comprende los aspectos básicos de la transformación de fases en los metals
2	Identifica los factores que afectan a la transformación de fases
3	Analiza datos cinéticos respect a la nucleación y crecimiento en la transformacion de fases
4	Aplica métodos numéricos para predecir y calcular la proporcion en la tranformación de fases
5	Reconoce los aspectos básicos de la tratamientos térmicos en las aleaciones ferrosas
6	Clasifica las diferentes tipos de tratamientos térmicos
7	Reconoce los mecanismos y fundamentos de los tratamientos térmicos
8	Diseña un proceso de un tratamiento térmico en función a su uso final.
9	Clasifica los diferentes tipos de tratamientos termicos aplicados a materiales no ferrosos.
10	Determina las variables y/o parámetros para un determinado tipo de tratamiento térmico.
11	Analiza conceptos teóricos para realizar y diseñar un determinado tratamiento térmico.
12	Realiza diseños y calculos para obtener resultados esperados en un determinado tratamiento térmico.
13	Clasifica los diferentes tipos de tratamientos termoquímicos y/o superficiales
14	Reconoce los aspectos básicos los tratamiento térmicos superficiales.
15	Analiza aspectos termodinamicos en los tratamientos superficiales.
16	Aplica un tratamiento térmico superficial en función a un analisis tecnico-económico

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS:

UNIDAD DIDÁCTICA I:	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: Comprende la importancia de la tranformaciones de fases en los metales, analizando aspectos básicos y su comportamiento microestructural en las propiedades físicas de las aleaciones metalicas.					
	SEMA NA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	1. Introducción al curso: Regla de fases de Gibbs. Regla de la Palanca. Diagrama de fases en equilibrio hierro-carbono, Diagramas de fases eutectico y eutectoide.	- Distingue los aspectos básicos de la regla de fases de Gibbs - Elabora cuadros y resúmenes de los diagramas de fases eutectico y eutectoide.	- 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	Valora la importancia de los diagramas de fases y su aplicación en los procesos de transformación de fases..
	2	2. Transformación de fases: Introducción. Nucleación y crecimiento. Ecuación de Avrami. Diagramas TTT y diagramas CCT	- Investiga los factores que afectan a la transformación de fases. - Desarrolla mecanismos de Nucleación y crecimiento - Establece diagramas TT y CCT			Identifica los parametros y variables de la transformación de fases de una aleación metálica.
	3	3. Transformación de fases: Difusionales y desplazativas. Mecanismos de difusión. Variables que afectan la transformación por difusión. Características de la transformación martensítica.	- Identifica los aspectos básicos de la ley de Fick. - Explica cuáles son los fenómenos involucrados en la tranformación diffusional y desplazativa.			Analiza los mecanismos de transformación de fases y reconoce las variables que afectan la transformación de fases difusional y desplazativa
	4	Evaluación parcial del modulo I				Aplica conceptos aprendidos en la resolucion 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 virtual y chat

UNIDAD DIDÁCTICA II:

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: Analiza el comportamiento de los diferentes tipos de tratamientos térmicos de las aleaciones ferrosas, para diseñar un determinado tratamiento térmico, establecer y obtener resultados óptimos.					
SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
	CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
1	1. Etapas de los tratamientos térmicos Elementos de aleación en el acero. Efectos del tratamiento térmico. Requisitos para el tratamiento térmico.	- Distingue las tres etapas de los TT - Identifica cuales son las elementos aleantes en los distintos tipos de aceros..	- 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	Valora la importancia de los fundamentos de los tratamientos térmicos y los efectos de los elementos de aleación.
2	2. Austenita y su Transformación: Productos de la transformación de austenita. Austenita retenida. Tamaño de grano de la austenita su control y efectos.	- Desarrolla la transformación austenítica y las microestructuras resultants en los TT - Establece las variables que afectan la transformación austenítica.			Determina las variables y parametros que afectan la transformación de la austenita en los procesos de tratamiento térmico.
3	3. Características generales de las aleaciones ferrosas. Clasificación y aplicaciones. Clasificación de los tratamientos termicos: Recocido, Temple y Revenido.	- Desarrolla los componentes de las aleaciones ferrosas - Desarrolla los tratamientos térmicos mas importantes aplicados en la industria.			Diseña un tratamiento térmico específico en función a los requerimientos de puesta en servicio de un componente mecanico.
4	5. Evaluación parcial del modulo II				Aplica conceptos aprendidos en la resolucion 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 virtual y chat	

UNIDAD DIDÁCTICA III:	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: Clasifica los diferentes tipos de tratamientos térmicos de las aleaciones no ferrosas, identificando los aspectos básicos de diseño del tratamiento, para justificar su aplicación en la industria en general.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	1. Clasificación de los Metales no ferrosos y sus aleaciones. Aleaciones de cobre, aluminio y Niquel. Aplicaciones.	▪ Clasifica a los diferentes grupos de aleaciones no ferrosos ▪ Define los aspectos básicos característicos de las aleaciones no ferrosas y sus aplicaciones.	▪ 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	Reconoce y valora la importancia de los usos de las aleaciones no ferrosas en las diferentes industrias.
	2	2. Tratamiento Térmico de las aleaciones no ferrosas: recocido, revenido.	▪ Establece las principales características de los tratamientos térmicos aplicados a las aleaciones ferrosas			Reconoce los parámetros y variables que afectan un tratamiento térmico en una aleación ferrosa
	3	3. Tratamiento térmico de endurecimiento por solubilización y envejecimiento	▪ Define los aspectos básicos del tratamiento térmico de endurecimiento por solubilización y envejecimiento.			Maneja adecuadamente el proceso de un tratamiento térmico de endurecimiento por solubilización y envejecimiento
	4	4. Evaluación parcial del modulo III				Aplica conceptos aprendidos en la resolucion 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 virtual y chat

UNIDAD DIDÁCTICA IV:	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: Comprende y valora la importancia de los tratamientos termoquímicos y los tratamientos térmicos especiales de los materiales y su desarrollo en incrementar la resistencia al desgaste y corrosion y de la función que desempeñará en la industria.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	1. Tratamientos térmicos y termoquímicos superficiales. Aceros aptos para temple superficial. Endurecimiento superficial con variación de la composición química superficial.	▪ Investiga y desarrolla conceptos de Tratamientos térmicos superficiales y termoquímicos.	▪ 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	▪ Explica los procesos y las aplicaciones industriales de los tratamientos termoquímicos
	2	2. Cementación en medios sólido, líquido y gaseoso. Capa cementada y mecanismos de cementación. Carbonituration y nitruración.	▪ Desarrolla el proceso de cementación y carbonitruración y los parámetros que intervienen en los tratamientos térmicos.			▪ Aprecia el desarrollo y la importancia de los tratamientos termoquímicos en la industria en general.
	3	3. Tratamientos térmicos de aceros especiales. Aceros para trabajo en caliente y trabajo en frío.	▪ Investiga y desarrolla los tratamientos térmicos especiales y su uso en la industria			▪ Reconoce la importancia de la industria de los tratamientos térmicos
	4	4. Evaluación parcial del modulo IV				Aplica conceptos aprendidos en la resolucion 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 virtual y chat	

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

1. METODOLOGÍA:

Se emplearán diversas metodologías activas de aprendizaje como:

- Clases expositivas con el apoyo de material multimedia.
- Uso de software especializado para simulaciones y análisis metalúrgico.
- Desarrollo de estudios de caso y resolución de problemas.
- Prácticas en laboratorio de metalografía y ensayos mecánicos.
- **Visita técnica** a una empresa metalúrgica para aplicación de conocimientos.
- Exposiciones y debates sobre tecnologías emergentes en la Industria 4.0.

2. MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES

- **Coursera** (Cursos de Metalurgia y Materiales de MIT, TU Delft, etc.).
- **edX** (Cursos en Ciencia de Materiales de universidades como Harvard y Stanford).
- **YouTube** (Canales educativos como "IOM3", "Materials Science", "Real Engineering").

3. MEDIOS INFORMATICOS:

- Computadora
- Tablet
- Celulares
- Internet
- Uso de AI (Inteligencia artificial)

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. Dentro del complemento a la formación profesional del estudiante se programará algunas visitas técnicas a empresas de fundición y tratamientos térmicos.

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 formación profesional del alumno se programará una visita técnica a una empresa importante, con la finalidad de complementar los conocimientos teóricos desarrollados en clases.

4. EVALUACIÓN

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

8.1. Fuentes Bibliográficas

- **Bibliografía Básica:**

- APRAIZ BARREIRO, J., Fundiciones. APRAIZ BARREIRO, J., Hierro, Aceros y Fundiciones. APRAIZ BARREIRO, J., Aceros Especiales y otras Aleaciones. - APRAIZ BARREIRO, J., Tratamientos Térmicos de los Aceros.
- ASKELAND, D. R., La ciencia e ingeniería de los materiales. AVNER, S. H., Introducción a la Metalurgia Física.
 - CALLISTER W. D., Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales.
 - COCA, P.; ROSIQUE, J. Ciencia de los materiales. Teoría, Ensayo y Propiedades -FLINN, R. A.; TROJAN P. K., Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones.
 - FERRER GIMÉNEZ, C. Metalurgia General I. RAMOS CARPIO, M. A., Ingeniería de los Materiales Plásticos.
 - SHACKELFORD, J. F., Ciencia de materiales para ingenieros.
 - SMITH, W. F., Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales

- **Bibliografía Complementaria:**

- Online resources on Industry 4.0 and metal digitalization.
- Molera S., (1991). Tratamientos térmicos de metales. España: Prouctica.
- Totten, G.E. y Howes M.A., (2006). Steel Heat Treatment Handbook. CRC Press
- Bryson, W., (2005). Heat Treatment, Selection, and Application of Tool Steels. Hanser Publications
- Rajan, T.V., Sharma, C.P y Sharma, A., (2013). Heat Treatment: Principles and Techniques. PHI Learning
- ASM Handbook, (1992). Heat Treating, vol. 4, ASM, USA.
- ASM Handbook, (1992). Alloy Phase Diagrams, vol. 3, ASM, USA.

8.2. Fuentes Electrónicas

https://aprendergratis.es/cursos-online/curso-sobre-fisica-metalurgica/#google_vignette

<https://www.udemy.com/course/metalurgia-de-basico-a-avanzado/?couponCode=ST11MT170325G1>

Huacho, Agosto del 2026



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