

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION
Formato estándar de sílabo por competencias



Facultad	:	Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela profesional	:	Ingeniería Química
Departamento	:	Ingeniería Química

I. DATOS GENERALES

Nombre	:	Concentración y Metalurgia Extractiva
Línea de Carrera	:	Ingeniería de Procesos Metalúrgicos y de Materiales
Código	:	35-05-353
Carrera (s)	:	Ingeniería Química
Semestre Académico	:	2026 – II
Sección	:	A - B
Tipo de asignatura	:	Presencial
Prerrequisitos	:	35-05-253 (Geología y Mineralogía)
Créditos	:	03
Número de Horas	:	Teóricas : 2 Practica : 0 Laboratorio : 2
Ciclo	:	V
Duración de la Asignatura	:	19-08-2026 al 02-12-2026
Coordinador de la Asignatura	:	
Docente	:	Dr. Luis Antonio Lino Flores llino@unjfsc.edu.pe
Nº Celular	:	984374438

II. Competencia(s)

Comprender, analizar, explicar y preparar las diversas operaciones que implica el tratamiento de un mineral desde el primer tratamiento hasta su separación macroscópica final.

III. Sumilla.

Preparación de muestras de minerales, caracterización de las muestras, densidad, molienda, reactivos para la flotación, sedimentación, filtración, secado, calcinación, tostación, y aglomeración

IV. Resultados de Aprendizaje.

UNIDAD DE APRENDIZAJE	INDICADOR DE DESEMPEÑO	RESULTADO DE APRENDIZAJE
Unidad 1: Muestra de Minerales y Caracterización del Chancado	ID1: Conocimiento y practica con muestras de minerales, características y caracterización para los procesos de conminación adecuado.	RA1: Resuelve problemas relacionados a la conminación de minerales durante el proceso de chancado.
Unidad 2: Molienda y Clasificación	ID2: Investiga, analiza e interpreta la conminución orientada a la molienda y clasificadores mecánicos e hidrociclones respectivamente.	RA2: Elige el proceso idóneo de molienda y usa los clasificadores adecuados usando los cálculos respectivos, para evitar que las partículas valiosas se pierdan en el proceso.
Unidad 3: Concentración, Sedimentación y Filtración	ID3: Fundamenta y explica los procesos de concentración, sedimentación y filtración usando los reactivos adecuados para cada uno.	RA3: Resuelve y toma decisiones frente a cualquier problema que surja dentro de la operación de concentrado, sedimentado y filtración de minerales.
Unidad 4: Secado, Calcinación y Aglomeración	ID4: Investiga, analiza e interpreta las diferentes formas de balance de materia para realizar las operaciones de secado, calcinación y aglomeración de minerales específicos.	RA4: Gestiona y aplica el balance de materia para los minerales mono metálicos y polimetálicos, realizando los procesos con la mayor recuperación del mineral deseado.

V. Contenido temático de la Asignatura

Semana	Temas	RA	Estrategias metodológicas o didácticas	Recursos	Logros de aprendizaje de la sesión
1	Conceptos de metalurgia y su relación con otra ciencia. Concepto y clases de minerales más comunes en Perú.	Conoce la ciencia metalúrgica y de los minerales	Clase magistral, discusión grupal. Visita al laboratorio de instrumentación	Presentaciones, pizarra, proyector	Aplicar los conocimientos para el procesamiento de los minerales en ingeniería metalurgia.
2	Planta concentradora, concepto, ubicación, etapas de la concentración de los minerales. Chancadoras, clases: primarias, secundarias y terciarias.	Esquematizar las etapas del procesamiento de minerales, y chancadoras.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, medición con instrumentos en campo.	Identifica las etapas más concretas para el procesamiento de minerales más comunes.
3	Diagramas de flujo sección chancado. Tolvas, cálculos	Desarrolla y describe las operaciones en los diagramas de flujo sección chancado.	Exposición docente, preguntas orales y debate dirigido.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT	Detalla los diferentes equipos en los diagramas de flujo de sección chancado.
4	Postulados empíricos sobre conminución. Zarandas vibratorias Fajas transportadoras. Exposición sobre Minerales.	Obtener información sobre los postulados empíricos sobre conminución., fajas y zarandas vibratorias.	Exposición de los Alumnos, preguntas orales y debate dirigido.	Presentaciones, pizarra, PPT	Explica las razones para usar las ecuaciones respectivas del postulado de Bond.

5	Molienda, concepto, molinos, clases, molino de bolas, molino de barras, partes de un molino.	Conoce y aprende los conceptos para usar los molinos adecuados para las operaciones.	Clase participativa, análisis comparativo	Pizarra, guías, PPT, videos. Trabajo de forjado	Identifica las diferentes partes del molino tanto de bolas como de barras.
6	Velocidad crítica de un molino elementos molturantes, dimensiones cálculos de carga a un molino.	Conoce y aprende los diferentes tipos de molinos con sus velocidades críticas y de operación.	Clase participativa, análisis comparativo	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, videos. Trabajo de forjado	Relaciona y compara las velocidades críticas con la de operación de los molinos, para obtener molienda.
7	Clasificación, definición, clasificadores, mecánicos y los hidrociclones, cálculos.	Identifica y describe los diferentes tipos de clasificadores usados en la industria.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, Trabajo de corte con sierra metálica.	Analiza los clasificadores más adecuados para obtener una pulpa mineral
8	Diagrama de flujo sección molienda, balance de materia en sección molienda, cálculos. Examen	Combina las operaciones de sección molienda en un dibujo, y hacer los balances de materia, para saber si la molienda está operando bien.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT. Trabajo de corte con amoladora.	Interpreta los diferentes diagramas de flujo de sección molienda, así como los resultados del balance de materia.
9	Flotación por espuma, definición, mecanismo de flotación, factores para una buena concentración.	Conceptualiza el fenómeno de la flotación y su evolución en el tiempo.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, videos.	Contrasta los factores para una buena flotación con el resultado final de los concentrados.
10	Reactivos de flotación, xantatos, espumantes, modificadores, diagrama de flujo de adición de reactivos.	Explica los diferentes tipos de reactivos de flotación y su aplicación.	Exposición docente, análisis de casos, debate dirigido.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, modelo Excel, videos.	Explica el uso de cada uno de los reactivos de flotación en cada operación particular.
11	Circuitos de flotación, tipos de flotación, cálculos celdas de flotación, acondicionamiento de pulpa, cálculos.	Compara y evalúa los circuitos de flotación, tipos de flotación y celdas de flotación.	Exposición docente, debate dirigido, preguntas orales.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, videos	Evalúa los diferentes circuitos de flotación de acuerdo al mineral particular procesado.
12	Exposición Grupal de Sedimentación, definición, espesadores, filtración definición, clases de filtros.	Conoce sobre el mecanismo de sedimentación y diseñar los espesadores y los filtros.	Exposición docente, debate grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, modelo Excel.	Propone el espesador más idóneo y el filtro más conveniente, para una operación de concentración particular.
13	Cálculos metalúrgicos para un mineral monometálico: un concentrado y un relave. Problemas	Determina los resultados de las diferentes operaciones de minerales monometálicos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT, modelo Excel.	Explica sobre cómo se obtiene datos de los diferentes cálculos metalúrgicos de minerales monometálicos existentes

14	Cálculos metalúrgicos para minerales polimetálicos: dos concentrados y un relave.	Determina los resultados de las diferentes operaciones de minerales polimetálicos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT,	Identifica que tipo de ensayos se aplicaran en el procesamiento de metales.
15	Cálculos metalúrgicos para minerales polimetálicos: tres concentrados y un relave.	Obtiene los resultados de las diferentes operaciones de minerales polimetálicos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT,	Compara las diferentes técnicas usadas para realizar los diferentes cálculos metalúrgicos de los diferentes minerales polimetálicos del Perú.
16	Secado, tostación y aglomeración de concentrados. Evaluación Final.	Identifica y estudia el comportamiento de los concentrados minerales en las operaciones de secado, tostación y aglomeración.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Presentaciones, pizarra, proyector, PPT,	Evalúa la calidad de los concentrados para su comercialización. Aprueba el examen sin complicaciones.

VI. Evaluación

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS O PRODUCTO DE APRENDIZAJE	PESOS (%)
RA1: Resuelve problemas relacionados a la conminación de minerales durante el proceso de chancado.	Introducción y evaluación oral,	4
	Esquematiza los diagramas de flujo de chancado	4
	Justifica la elección del proceso más adecuado para su trabajo.	5
	Exposición de trabajo grupal y evaluación oral individual	7
RA2: Elige el proceso idóneo de molienda y usa los clasificadores adecuados usando los cálculos respectivos, para evitar que las partículas valiosas se pierdan en el proceso.	Identifica las partes de un molino.	6
	Desarrolla practica de cálculos en molienda.	6
	Preguntas orales sobre clasificadores usados en la industria.	6
	Construye su cuadro comparativo de procesos y cual es mas rentable desde la óptica metalúrgica. Examen.	7
RA3: Resuelve y toma decisiones frente a cualquier problema que surja dentro de la operación de concentrado, sedimentado y filtración de minerales.	Preguntas orales sobre flotación.	5
	Formular una propuesta que tipo de flotación usaría para determinados minerales.	6
	Investigación sobre reactivos para flotación.	6
	Exposición grupal.	8
RA4: Gestiona y aplica el balance de materia para los minerales mono metálicos y polimetálicos, realizando los procesos con la mayor recuperación del mineral deseado.	Practica de Balance de materia para mineral monometálico.	7
	Practica de Balance de materia para mineral polimetálico	7
	Practica de Balance de materia para mineral polimetálico – tres concentrados	7
	Evaluación final.	9
	TOTAL	100
INDICADORES GENERALES		
a) Trabajo teórico-técnico fundamentado en bibliografía actualizada. b) Aplicación práctica mediante resolución de casos y talleres. c) Expresión crítica y argumentativa en informes y exposiciones. d) Propuesta integral con enfoque ético, social y ambiental.		

VII. Bibliografía

Bibliografía básica

José Manzaneda Cábalá, (2016) “Procesamiento de minerales”, Lima.
 Taggart A.F., (2015) “Elementos de procesamiento de minerales”.

Iván Quiroz Núñez, (2016)“Ingeniería metalúrgica”, Lima, Perú.
 Porras Castillo David, (2015)“Procesamiento de minerales”, Lima.
 Juan H. Rivera Zevallos,(2015) “Compendio de conminución”, CONCYTEC.
 Alexander Sutulov; (2014)“Flotación de minerales”, U. Concepción,Chile.
 Julio B. Rubinstein, (2016)“Flotación en columna: Proceso, diseño y práctica”,Ed.,Moscó.
 Fernando Concha A. PH D.,(2015) “Manual de filtración y separación”, CETEM, Concepción, Chile.
 Castro, S., & Laskowski, J. S. (2011). Froth flotation in saline water: A review. *Minerals Engineering*, 24(13), 1401-1408. doi.org
 Fuerstenau, M. C., & Raghavan, S. (2007). Mechanisms of flotation activation and deactivation. *International Journal of Mineral Processing*, 84(1-4), 210-218. doi.org
 Mellado, G. E., Cisternas, L. A., & Gálvez, E. D. (2009). An analytical model for heap leaching. *Hydrometallurgy*, 95(3-4), 292-298. doi.org
 Schlesinger, M. E. (2020). Thermodynamic properties of copper smelting slag systems. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 6(2), 185-194. doi.org
 Hernandez, L. (2016). Salud, movilidad, y calidad del aire

Bibliografía complementaria

<http://site.ebrary.com/lib/upnortes/detail.action?docID=10353048&p00=iriondo+martin>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Geodinamica>
 Senace (2018), “Preguntas frecuentes para el trámite de Clasificación de Estudios Ambientales”, tomado de <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2018/09/pub-preguntas-frecuentes-clasificacion.pdf>
 Jara, A. (2018), “Curso de Capacitación: “Comunicación Intercultural para la Certificación Ambiental”, Senace, tomado de <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2018/10/2-SEIA-y-EIA.pdf>
 Díaz, G. (2018), “Tema 1. SEIA y el Senace”, Senace, tomado de <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/Eventos-El-SEIA-y-el-Senace.pdf>
 Senace (2019), “Estrategia de Manejo Ambiental (EMA)”, Curso Taller: Comunicación Intercultural para la Certificación Ambiental”, tomado de <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2019/06/evento-9-Estrategia-de-Manejo-Ambiental.pdf>

VIII. Programa de actividades

Unidad 1: Muestra de Minerales y Caracterización del Chancado							
RA1: Resuelve problemas relacionados a la conminación de minerales durante el proceso de chancado.							
Sesión	Semana	Fecha	Hora	Contenido	Actividad de aprendizaje	Docente	Logros de aprendizaje esperados (objetivo de cada sesión)
1	Semana 1	19/08/2026	08:00	Conceptos de metalurgia y su relación con otra ciencia. Concepto y clases de minerales más comunes en Perú.	Clase magistral, discusión grupal. Visita al laboratorio de procesamiento de los metales.	Luis Antonio Lino Flores	Aplicar los conocimientos para el procesamiento de los minerales en ingeniería metalurgia.

2	Semana 2	26/08/2026	08:00	Planta concentradora, concepto, ubicación, etapas de la concentración de los minerales. Chancadoras, clases: primarias, secundarias y terciarias.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Identifica las etapas más concretas para el procesamiento de minerales más comunes.
3	Semana 3	02/09/2026	08:00	Diagramas de flujo sección chancado. Tolvas, cálculos	Exposición docente, preguntas orales y debate dirigido.	Luis Antonio Lino Flores	Detalla los diferentes equipos en los diagramas de flujo de sección chancado.
4	Semana 4	09/09/2026	08:00	Postulados empíricos sobre conminución. Zarandas vibratorias Fajas transportadoras. Exposición sobre Minerales.	Exposición docente, preguntas orales y debate dirigido.	Luis Antonio Lino Flores	Explica las razones para usar las ecuaciones respectivas del postulado de Bond.
Unidad 2: Molienda y Clasificación							
RA2: Elige el proceso idóneo de molienda y usa los clasificadores adecuados usando los cálculos respectivos, para evitar que las partículas valiosas se pierdan en el proceso.							
Sesión	Semana	Fecha	Hora	Contenido	Actividad de aprendizaje	Docente	Logros de aprendizaje esperados (objetivo de cada sesión)
5	Semana 5	16/09/2026	08:00	Molienda, concepto, molinos, clases, molino de bolas, molino de barras, partes de un molino.	Clase participativa, análisis comparativo	Luis Antonio Lino Flores	Identifica las diferentes partes del molino tanto de bolas como de barras.
6	Semana 6	23/09/2026	08:00	Velocidad crítica de un molino elementos molidores, dimensiones cálculos de carga a un molino.	Clase participativa, análisis comparativo	Luis Antonio Lino Flores	Relaciona y compara las velocidades críticas con la de operación de los molinos, para obtener molienda.
7	Semana 7	30/09/2026	08:00	Clasificación, definición, clasificadores, mecánicos y los hidrociclones, cálculos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Analiza los clasificadores más adecuados para obtener una pulpa mineral
8	Semana 8	07/10/2026	08:00	Diagrama de flujo sección molienda, balance de materia en sección molienda, cálculos. Examen	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Interpreta los diferentes diagramas de flujo de sección molienda, así como los resultados del balance de materia.

Unidad 3: Concentración, Sedimentación y Filtración							
RA3: Resuelve y toma decisiones frente a cualquier problema que surja dentro de la operación de concentrado, sedimentado y filtración de minerales.							
Sesión	Semana	Fecha	Hora	Contenido	Actividad de aprendizaje	Docente	Logros de aprendizaje esperados (objetivo de cada sesión)
9	Semana 9	14/10/2026	08:00	Flotación por espuma, definición, mecanismo de flotación, factores para una buena concentración.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Contrasta los factores para una buena flotación con el resultado final de los concentrados.
10	Semana 10	21/10/2026	08:00	Reactivos de flotación, xantatos, espumantes, modificadores, diagrama de flujo de adición de reactivos.	Exposición docente, análisis de casos, debate dirigido.	Luis Antonio Lino Flores	Explica el uso de cada uno de los reactivos de flotación en cada operación particular.
11	Semana 11	28/10/2026	08:00	Circuitos de flotación, tipos de flotación, cálculos celdas de flotación, acondicionamiento de pulpa, cálculos.	Exposición docente, debate dirigido, preguntas orales.	Luis Antonio Lino Flores	Evalúa los diferentes circuitos de flotación de acuerdo al mineral particular procesado.
12	Semana 12	04/11/2026	08:00	Exposición Grupal de Sedimentación, definición, espesadores, filtración definición, clases de filtros.	Exposición docente, debate grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Propone el espesador más idóneo y el filtro más conveniente, para una operación de concentración particular.
Unidad 4: Secado, Calcinación y Aglomeración							
RA4: Gestiona y aplica el balance de materia para los minerales mono metálicos y polimetálicos, realizando los procesos con la mayor recuperación del mineral deseado.							
Sesión	Semana	Fecha	Hora	Contenido	Actividad de aprendizaje	Docente	Logros de aprendizaje esperados (objetivo de cada sesión)
13	Semana 13	11/11/2026	08:00	Determina los resultados de las diferentes operaciones de minerales monometálicos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Explica sobre cómo se obtiene datos de los diferentes cálculos metalúrgicos de minerales monometálicos existentes
14	Semana 14	18/11/2026	08:00	Determina los resultados de las diferentes operaciones de minerales polimetálicos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Identifica que tipo de ensayos se aplicaran en el procesamiento de metales.

15	Semana 15	25/11/2026	08:00	Obtiene los resultados de las diferentes operaciones de minerales polimetálicos.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Compara las diferentes técnicas usadas para realizar los diferentes cálculos metalúrgicos de los diferentes minerales polimetálicos del Perú.
16	Semana 16	02/12/2026	08:00	Identifica y estudia el comportamiento de los concentrados minerales en las operaciones de secado, tostación y aglomeración.	Exposición docente, análisis de casos, discusión grupal.	Luis Antonio Lino Flores	Evalúa la calidad de los concentrados para su comercialización. Aprueba el examen sin complicaciones.
NOTA: Fechas ajustadas para iniciar el 19/08/2026 (miércoles) y cada sesión semanal a las 16:00 hasta 17:30 (A) – 18:00 hasta 19:30 (B)							



Dr. Luis Antonio Lino Flores
DOCENTE UNIVERSITARIO
DE LA U.N.J.F.S.C