



UNIVERSIDAD NACIONAL
“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”
VICERRECTOR ACADEMICO



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

MODALIDAD PRESENCIAL
SÍLABO POR COMPETENCIA
CURSO: METALURGIA EXTRACTIVA II

I. DATOS GENERALES.

Línea de Carrera	Metalurgia Extractiva I
Semestre Académico	2026 - I
Código del Curso	501
Créditos	3
Horas Semanales	Hrs. Totales: 5 Teóricas: 1 Practicas: 4
Ciclo	IX
Sección	A
Apellidos y Nombres del Docente	Dr. Ranulfo Flores Briceño
Correo Institucional	rflores@unjfsc.edu.pe
Nº De Celular	959171337

**II. SUMILLA.**

La asignatura es el curso que permite al estudiante conocer los procedimientos de extracción de los metales (de sus minerales) por la vía húmeda.

El curso corresponde al área de Formación Profesional Especializado, de carácter teórico-experimental. Se propone desarrollar los fundamentos de la hidrometalurgia para la obtención de metales. Abarca los aspectos siguientes: (I) Introducción a Hidrometalurgia.

(II) Lixiviación ácidos. Lixiviación alcalina. (III) Lixiviación con iones férricos y cúpricos. Otros procesos de lixiviación. (IV) Purificación de la disolución. Procesos de recuperación de metal.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO.

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Fundamenta los conceptos básicos de la hidrometalurgia como parte de la metalurgia extractiva, a través de la química de las soluciones, leyes de equilibrio complejo, termodinámica de los sistemas en medio acuoso.	INTRODUCCIÓN A HIDROMETALURGIA.	1 - 4
UNIDAD II	Define y compara la lixiviación de metales en medio ácido y alcalino, de acuerdo al tipo de mineralogía, describiendo el procedimiento en cada sistema, relacionado con la factibilidad y rentabilidad de la recuperación de mineral valioso de acuerdo los parámetros según el medio de lixiviación empleado.	LIXIVIACIÓN ÁCIDOS.LIXIVIACIÓN ALCALINA	5 - 8
UNIDAD III	Determina y establece los procesos de lixiviación con iones férricos y cúpricos y otros procesos no convencionales, relacionando el ambiente aeróbico y anaeróbico con la disolución química mediante sales y bacterias.	LIXIVIACIÓN CON IONES FÉRRICOS Y CÚPRICOS.OTROS PROCESOS DE LIXIVIACIÓN	9 - 12
UNIDAD IV	Conceptualiza las etapas de purificación y precipitación para la recuperación metálica, categorizando sus especificaciones y subniveles para determinar y recomendar cuales son los métodos más apropiados según la concentración en las soluciones lixiviadas.	PURIFICACIÓN DE LA DISOLUCIÓN.PROCESOS DE RECUPERACIÓN DE METAL.	13 - 16



INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO.

N°	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Explica y comprende los conceptos base de la hidrometalurgia en relación a la Metalurgia extractiva.
2	Analiza la importancia de química y reacciones de las soluciones para la Hidrometalurgia.
3	Interpreta y sintetiza la termodinámica de los sistemas en medio acuosos de acuerdo a E- pH.
4	Diferencia y relaciona los sistemas de lixiviación y su cinética.
5	Categoriza e identifica los medios de lixiviación más adecuados según el tipo de mineral. Etapas.
6	Describe y considera el medio más apropiado para la recuperación por lixiviación de minerales oxidados.
7	Establece y describe el medio de lixiviación más viable para minerales sulfurados de acuerdo a la concentración.
8	Determina e identifica el medio de extracción por lixiviación para mineral aurífero considerando su ley y rentabilidad.
9	Compara e identifica la lixiviación con iones férricos y cúpricos de otros procesos de lixiviación.
10	Compara y describe la purificación y concentración de las soluciones pregnant, Intercambio iónico.
11	Determina el intercambio iónico más adecuado para para la recuperación de valores.
12	Determina la efectividad de la biolixiviación para minerales poco solubles.
13	Determina y explica la influencia de la purificación y precipitación en la Electrometalurgia.
14	Determina y analiza la celda electrolítica según los métodos más acordes a la composición de la solución
15	Determina y explica la purificación física de las soluciones ricas por carbón activado, resina y radiación.
16	Establece y especifica el proceso adecuado a nivel industrial.



IV. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS:

UNIDAD DIDÁCTICA I: INTRODUCCIÓN A HIDROMETALURGIA.	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: Fundamenta los conceptos básicos de la hidrometalurgia como parte de la metalurgia extractiva, a través de la química de las soluciones, leyes de equilibrio complejo, termodinámica de los sistemas en medio acuosos y la clasificación de los procesos de lixiviación.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	Conceptualiza la hidrometalurgia, lixiviación, importancia en la recuperación de metales.	Identifica los objetivos y finalidades de la asignatura y su relevancia en la especialidad profesional de la ingeniería metalúrgica.	Establece la relevancia de la asignatura en para su especialidad profesional.	Expositiva (Docente/Alumno) • Uso del Google Meet	Explica y comprende los conceptos base de la hidrometalurgia en relación a la metalurgia extractiva.
	2	Define la química de soluciones en hidrometalurgia, equilibrio complejo y leyes de equilibrio.	Examina la importancia de la química y equilibrio de las soluciones en la hidrometalurgia.	Afianza los conocimientos previos sobre equilibrio complejo de soluciones.	Debate dirigido (Discusiones) • Foros, Chat	Analiza la importancia de química y equilibrio de las soluciones para la hidrometalurgia.
	3	Analiza y describe la termodinámica heterogénea de los sistemas en medio acuosos: E- pH.	Ejemplifica los sistemas en medio acuosos mediante la construcción de diagramas de potencial E- pH.	Reconoce los diferentes sistemas en medio acuosos de potencial E- pH.	Lecturas • Uso de repositorios digitales	Interpreta y sintetiza la termodinámica de los sistemas en medio acuosos de acuerdo a E- pH.
	4	Define y compara los sistemas de lixiviación y separación de fases.	Expone una matriz descriptiva de los procesos de lixiviación.	Integra las definiciones de los tipos de sistemas de lixiviación.	Lluvia de ideas (Saberes previos) • Foros, Chat	Diferencia y relaciona los sistemas de lixiviación en la hidrometalurgia.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de Casos • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento en clase virtual y chat 	



UNIDAD DIDÁCTICA II: LIXIVIACIÓN DE ÁCIDOS Y LIXIVIACIÓN ALCALINA.	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: Define y compara la lixiviación de metales en medio ácido y alcalino, de acuerdo al tipo de mineralogía, determina el procedimiento más adecuado en cada sistema, relacionado con la factibilidad y rentabilidad del porcentaje de recuperación de mineral valioso de acuerdo los parámetros según el medio de lixiviación empleado.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	5	Define y compara la lixiviación de metales en medio ácido y alcalino.	Formula el procedimiento más factible en relación con el tipo de mineralogía disponible.	Reconoce la factibilidad de la lixiviación de metales en los medios vistos.	Expositiva (Docente/Alumno) • Uso del Google Meet	Categoriza e identifica los medios de lixiviación más adecuados según el tipo de mineral.
	6	Específica y relaciona la lixiviación de minerales oxidados en medio ácido y alcalino.	Evalúa el medio de lixiviación para minerales oxidados más apropiado de acuerdo a los parámetros de recuperación requeridos.	Considera el medio más adecuado para la lixiviación de minerales oxidados.	Debate dirigido (Discusiones) • Foros, Chat	Describe y considera el medio más apropiado para la recuperación por lixiviación de minerales oxidados.
	7	Determina y relaciona la lixiviación química de minerales sulfurados en medio ácido y alcalino.	Recomienda el medio de lixiviación más viable, según los rangos de concentración solicitados.	Decide el medio de lixiviación más viable para minerales sulfurados.	Lecturas • Uso de repositorios digitales	Establece y describe el medio de lixiviación más viable para minerales sulfurados de acuerdo a la concentración.
	8	Diferencia y relaciona la lixiviación de minerales de oro de acuerdo a su composición en medio ácido y alcalino.	Debate sobre la rentabilidad basada en su ley y proceso de la extracción de oro por medio ácido y alcalino.	Fortalece sus conocimientos adquiridos de la lixiviación de minerales de oro en medio ácido y alcalino.	Lluvia de ideas (Saberes previos) • Foros, Chat	Determina e identifica el medio de extracción por lixiviación para mineral aurífero considerando su ley y rentabilidad.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de Casos • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento en clase virtual y chat 	



UNIDAD DIDÁCTICA III: LIXIVIACIÓN CON IONES FÉRRICOS Y CÚPRICOS Y OTROS PROCESOS DE LIXIVIACIÓN,	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: Determina y establece los procesos de lixiviación con iones férricos y cúpricos y otros procesos no convencionales, relacionando el ambiente aeróbico y anaeróbico con la disolución química mediante sales y bacterias.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	9	Define y compara la lixiviación con iones férricos y cúpricos y otros procesos de lixiviación.	Ejemplifica la lixiviación con iones férricos y cúpricos de acuerdo a la química de solución, por sales bacteriana y orgánica.	Considera las posibilidades de lixiviación diferentes a las convencionales según su medio.	Expositiva (Docente/Alumno) <ul style="list-style-type: none"> • Uso del Google Meet 	Compara e identifica la lixiviación con iones férricos y cúpricos de otros procesos de lixiviación.
	10	Determina y relaciona la lixiviación con iones férricos y cúpricos en ambiente aeróbico y anaeróbico.	Diferencia el mecanismo de lixiviación por intercambio de iones férricos y cúpricos en diferentes ambientes.	Decide el procedimiento químico más adecuado para un mejor intercambio iónico.	Debate dirigido (Discusiones) <ul style="list-style-type: none"> • Foros, Chat 	Compara y describe el proceso de intercambio de iones férricos y cúpricos en la lixiviación según el medio.
	11	Define y distingue los procesos de lixiviación con sales (con, cloruro de sodio, con nitratos, cianuro, con amoníaco, etc)	Formula la posibilidad de la aplicación de la lixiviación con sales de acuerdo a su mineralogía.	Decide el mecanismo lixivante más apropiado para aumentar la concentración de solución rica.	Lecturas <ul style="list-style-type: none"> • Uso de repositorios digitales 	Determina el aditivo salino más adecuado para la lixiviación de minerales.
	12	Establece y relaciona la lixiviación bacteriana y su acción sobre los concentrados sulfurados de minerales escasamente solubles.	Evalúa la aplicación de la lixiviación bacteriana de acuerdo a la ley del mineral y la concentración de sulfuros.	Afianza el conocimiento de la lixiviación bacteriana para minerales poco solubles.	Lluvia de ideas (Saberes previos) <ul style="list-style-type: none"> • Foros, Chat 	Determina la efectividad de la biolixiviación para minerales poco solubles.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de Casos • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento en clase virtual y chat 		



UNIDAD DIDÁCTICA IV: PURIFICACIÓN DE LA DISOLUCIÓN. PROCESOS DE RECUPERACIÓN DE METAL.	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: Conceptualiza las etapas de purificación y precipitación para la recuperación metálica, categorizando sus especificaciones y subniveles para determinar y recomendar cuales son los métodos más apropiados según la concentración en las soluciones lixiviadas.					
	SEMANA	CONTENIDOS			ESTRATEGIAS DE LA ENSEÑANZA VIRTUAL	INDICADORES DE LOGRO DE LA CAPACIDAD
		CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	13	Define y diferencia las etapas de purificación de la disolución y laprecipitación en la recuperación metálica.	Indica las etapas, posibilidades y subniveles de los procesos de purificación y recuperación de metales valiosos.	Reconoce la importancia de la efectividad en las etapas de purificación y precipitación para la recuperación de metales.	Expositiva (Docente/Alumno) • Uso del Google Meet	Determina y explica la influencia de la purificación y precipitación en la recuperación de metal.
	14	Define y categoriza la purificación química mediante hidróxido de sodio, intercambio iónico, extracción por solventes.	Examina las ventajas y desventajas de la purificación química de acuerdo a la composición de la solución lixiviada.	Responde a la viabilidad de la implementación de purificación química en sus diferentes tipos.	Debate dirigido (Discusiones) • Foros, Chat	Determina y analiza la purificación química según los métodos más acordes a la composición de la solución
	15	Define e identifica el mecanismo de purificación física por carbón activado, resina y radiación.	Sustenta la importancia e influencia del mecanismo de purificación física de las soluciones ricas.	Asume las consecuencias de la optimización de la purificación física en la recuperación metálica.	Lecturas • Uso de repositorios digitales	Determina y explica la purificación física de las soluciones ricas por carbón activado, resina y radiación.
	16	Define y analiza el proceso de precipitación mediante cementación y electrodeposición a nivel industrial	Recomienda el proceso de precipitación más efectivo para la recuperación del metal.	Fortalece sus conocimientos para el empleo más apropiado en la precipitación de metales.	Lluvia de ideas (Saberes previos) • Foros, Chat	Establece y especifica el proceso de precipitación mediante cementación y electrodeposición de metales.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO		
	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de Casos • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos individuales y/o grupales • Soluciones a Ejercicios propuestos 		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento en clase virtual y chat 		

**V. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS**

Se utilizarán todos los materiales y recursos requeridos de acuerdo a la naturaleza de los temas programados. Básicamente serán:

1 MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES

- Casos prácticos
- Pizarra interactiva
- Google Meet
- Repositorios de datos

2 MEDIOS INFORMATICOS.

- Computadora
- Tablet
- Celulares
- Internet

3 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.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MÓDULOS
Evaluación de Conocimiento	30 %	El ciclo académico comprende 4 módulos
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)

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

EVALUACIÓN

MÓDULO	SEMANA	del	al
I	4 ta. Semana	20-04-2026	24-04-2026
II	8 va. Semana	18-05-2026	22-05-2026
III	12 va. Semana	15-06-2026	19-06-2026
IV	16 va. Semana	13-07-2026	17-07-2026

DURACIÓN DEL CICLO 2025-I

INICIO :30 de marzo del 2026 **FINAL:** 17 de julio del 2026

TOTAL :17 semanas con entrega de actas.

APROBACIÓN DEL CURSO:

Para aprobar el curso se requiere de una nota mínima de 11 puntos. Sólo en el caso de la nota promocional la fracción de 0,5 o más va a favor de la unidad inmediata superior.

VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Fuentes Documentales

- Cáceres Arenas, G. (2007). Hidrometalurgia y Electrometalurgia. Atacama, Chile: Universidad de Atacama. Recuperado el 20 de agosto de 2017, de <https://es.slideshare.net/JoseMiguelAliaga/hidrometalurgia-14225553>
- Castellón Gutiérrez, C. I. (2016). Lixiviación de minerales de cobre con agua de mar. *Geomimet*, 43(324), 21-25. Recuperado el 28 de agosto de 2017, de <https://biblat.unam.mx/pt/buscar/lixivacion-de-minerales-de-cobre-con-agua-de-mar>
- Fernández S, S. I. (2007). Optimización del proceso de lixiviación clorurante en medio ácido oxidante de concentrados sulfurados de cobre. *Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ingeniería Metalúrgica*. (M. M. Facultad de Ingeniería Geológica, Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado el 28 de agosto de 2017, de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/801/1/Fernandez_ss.pdf
- McIntosh, K. (2004). The systems engineering of automated fire assay laboratories for the analysis of the precious metals. Tesis de Doctor of Philosophy: Extractive Metallurgical Engineering Science: University of Stellenbosch. Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/37342472.pdf>
- Morales, E. (2016). Extracción de plata y oro del relave sulfurado de la Minera Santa Fe por lixiviación con adición de peróxido de hidrógeno y acetato de plomo. *Tesis para título profesional*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/323345207.pdf>
- Patiño P., C. (2003). Mejoramiento del control químico analítico en la extracción metalúrgica del oro y de la plata en los laboratorios del grupo de investigación en minerales Biohidrometalurgia y ambiente de la UIS. 2003. Bucaramanga. Recuperado el 20 de Enero de 2020, de Repositorio Universitario Universidad Industrial de Santander: <http://noesis.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3575/1/114381.pdf>
- Soto B., J., & Solís S., A. (2012). Caracterización y optimización de parámetros de Sx/ew para la obtención de cobre electrolítico a nivel laboratorio. (M. M. Facultad de Ingeniería Geológica, Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado el 18 de Agosto de 2017, de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/2636/1/Soto_bj.pdf



Velásquez Yévenes, L. (Junio de 2015). "Lixiviación de minerales sulfurados de cobre en medios clorurados",. *Proyecto de investigación*. (U. C. Norte, Ed.) Chile: Departamento de Ingeniería Metalúrgica y Mina. Recuperado el 30 de Agosto de 2017, de <http://www.noticias.ucn.cl/destacado/agua-de-mar-clave-para-la-explotacion-mas-eficiente-de-sulfuros-de-cobre/>

6.2. Fuentes Bibliográficas

- Abhilash, B. D., & Pandey, K. A. (2015). *Microbiology for Minerals, Metals, Materials and the Environment*. CRC Press.
- Domic, E. (2001). *Hidrometalurgia : fundamentos, procesos y aplicaciones*. Santiago de Chile.
- Donati, E., & Sand, W. (2007). *Microbial Processing of Metal Sulfides*. The Netherlands: Springer.
- Kumar, C. (2003). *Chemical Metallurgy*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,.
- Marsden, J., & House, I. (2006). *The Chemistry of Gold Extraction*. (SME, Ed.)
- Morral, F. J. (1985). *Metalurgia General (Vol. Vol. II)*. Barcelona: Ed. Reverté S.A.
- Woodcock, J., Henley, K., & Cathro, K. (1976). *The metallurgy of gold and silver with reference to other precious metals (9th ed. ed.)*. Glenside: Australian Mineral Foundation.

6.3. Fuentes Hemerográficas

- Ciftci, H., & Akcil, A. (2010). Effect of biooxidation conditions on cyanide consumption and gold recovery from a refractory gold concentrate. *Hydrometallurgy*, 104(2), 142-149. doi:DOI: 10.1016/j.hydromet.2010.05.010
- Domic, E. (2001). *Hidrometalurgia : fundamentos, procesos y aplicaciones*. Santiago de Chile.
- Ospina, J., Mejía, E., Osorno, L., Márquez, M., & Morales, A. (2012). Biooxidación de concentrados de arsenopirita por *Acidithiobacillus ferrooxidans* en erlenmeyer agitados. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(1), 135-145. Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/776/77624081012.pdf>
- Sandstrom, A., & Awe, S. (2014). Tratamiento hidroelectrometalúrgico de un concentrado de cobre con contenido de tetraedrita. *Minería*(439), 46-53. Recuperado el 1 de Abril de 2017, de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:988523/FULLTEXT01.pdf>



6.4. Fuentes Electrónicas

Sceresini, B. (1992). *Patente n° US5427606A*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/US5427606A/>

Huacho, marzo de 2026

Dr. Ranulfo Flores Briceño