PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL

GUÍA DE APRENDIZAJE No 5. Lixiviación de minerales auríferos

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

Denominación del Programa de Formación: Técnico en beneficio de minerales

Código del Programa de Formación: 931101

Nombre del Proyecto: Aplicación de procesos sostenibles y sustentables para la recuperación de metales y minerales, a partir de minas de veta, en el municipio de Remedios -.Antioquia

Fase del Proyecto: Planeación

Actividad de Proyecto: AP03. Ejecutar procesos seguros, sostenibles y sustentables en el beneficio de minerales aplicando herramientas TIC.

Competencia: Operación de equipos de lixiviación de minerales.

Resultados de Aprendizaje Alcanzar:

RAP 1. Alistar equipo y reactivos para lixiviación de minerales según procedimiento técnico.
RAP 2. Operar equipo de lixiviación de minerales según procedimiento técnico establecido.
RAP 3. Ajustar parámetros de operación del proceso de lixiviación según procedimiento.

- **Duración de la Guía:** 240 horas

2. PRESENTACIÓN



Fig. 1. Gold CIL Production Line. **Fuente:** https://co.pinterest.com/pin/844565736349212203/

Estimado aprendiz, continuando con el proceso del beneficio de minerales, abordaremos el proceso de lixiviación, el cual es un proceso hidrometalúrgico mediante el cual se realiza la disolución selectiva de los diferentes metales que contiene una mena (material que tiene interés económico).

Usted conocerá los beneficios de este proceso con el cual se realiza la recuperación de los metales, a partir de un mineral concentrado, en altos porcentajes.

El desarrollo de esta guía dependerá en gran medida del interés y entusiasmo que usted dedique a su estudio.

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1. Actividad de Reflexión inicial

A. Aprendices, con base en los conocimientos sobre procesamiento de minerales en su región, conteste las siguientes preguntas:

- ¿Ha observado la utilización del mercurio en las zonas mineras, que piensa sobre su uso?
- ¿Conoce los efectos del uso del mercurio en la salud y el medio ambiente?
- En Colombia el uso del mercurio es generalizado en la pequeña minería y es según los resultados eficiente…¿Está de acuerdo con ello? sustente sus razones si las tiene.
- ¿Cuál es la importancia del cianuro en el proceso de obtención de oro?

- Conociendo que el cianuro es tóxico, ¿Qué controles cree usted que se deben implementar para el uso de este compuesto químico para el beneficio de oro?
- Se escucha en las noticias de municipios con depósitos minerales, protestar en contra de la minería porque acaban y contaminan el agua, ¿Considera que el proceso de lixiviación puede contaminar el agua? Explique su respuesta.
- Cual es la diferencia entre el proceso de amalgamación y el proceso de lixiviación con cianuro para recuperar oro.
- De acuerdo con el video, qué ventajas se obtienen al aplicar este en una planta de beneficio.

B. Estimados aprendices acorde al vídeo y las preguntas, en forma individual, haga una reflexión al respecto y moderado por el instructor, realicen una puesta en común de sus inquietudes y pensamientos sobre la temática.

- Ambiente Requerido: Ambiente de Formación.
- Materiales: computador, televisor, tablero y marcadores.
- Duración: 1 hora

3.2. ACTIVIDADES DE CONTEXTUALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SABERES PREVIOS

A. Teniendo en cuenta su experiencia y, con el propósito de conocer sus conocimientos sobre el proceso de lixiviación, le invitamos a que dé respuesta a las siguientes preguntas, de manera individual:

- ¿Qué es lixiviación?
- ¿Ha observado algún proceso de lixiviación? Explíquelo.
- ¿Qué elementos químicos forman el cianuro?
- ¿Tiene algún riesgo el trabajo en procesos de lixiviación?
- En los procesos de lixiviación de oro con cianuro, conoce que otros reactivos se utilizan, además del cianuro.
- Qué precauciones se deben tener en cuenta, cuando se trabaja con cianuro para lixiviar oro.

B. En mesa redonda y con la dirección del instructor, socialice las respuestas del literal A.

- Ambiente Requerido: ambiente de formación.
- Materiales: computador, televisor, tablero y marcadores.
- Duración: 2 horas

3.3. Actividades de Apropiación del conocimiento

Después de los procesos de conminución y concentración de minerales, en los cuales se prepara físicamente el mineral y se separan los minerales valiosos o de valor para la empresa, de los no valiosos(ganga), se procede a recuperar los metales que se encuentran en los minerales concentrados. En el procesamiento de minerales auríferos, a partir de los minerales concentrados, se utilizan dos métodos para recuperar los metales, según las características de los concentrados. Se pueden fundir directamente, utilizando Bórax como material fundente o, se lixivian en soluciones de cianuro de sodio o de potasio. Para que se pueda emplear la fundición directa, las características fundamentales de los minerales auríferos concentrados es que la cantidad de oro presente sea mayor o igual al 5% del mineral concentrado y que el contenido de minerales

de sulfuro sea bajo. Si no se cumplen las características antes mencionadas y, si el contenido de sulfuros es alto, se procede a lixiviar los minerales concentrados, utlizando el método de lixiviación mas adecuado, entre los siguientes: Lixiviación por pilas, lixiviación en tanques con agitación y lixiviación intensiva. En las siguientes actividades se prentende que los aprendices comprendan y aprendan, los principios básicos de estos procesos.

3.3.1. Aprender sobre el proceso de fundición de minerales concentrados auríferos con el reactivo fundente Bórax.

Aprendices, de manera individual y a partir del video "Extracción de oro con Bórax para mineros a pequeña escala" el cual encuentran en la siguiente dirección: https://drive.google.com/file/d/11FVCBfD2ZQPD0GQt2KCK1eN4jVRowq_L/view?usp=sharing, elabore un diagrama de flujo, con el cual se describe el proceso que se observa en el video.

Esta será la **Evidencia No. 1**, la cual debe ser subida a la plataforma Territorium, de acuerdo a la ruta establecida por su instructor.

3.3.2. Identificar y conocer procesos de lixiviación de minerales

A. **Estimado Aprendiz,** para desarrollar esta actividad se conformarán en grupos de 4 aprendices y elegirán uno de los siguientes temas para realizar una exposición:

- Lixiviación en Pilas.
- Lixiviación por agitación.
- Lixiviación por percolación en bateas
- Cianuración intensiva.
- Lixiviación in situ
- Lixiviación en carbón activado (CIC, CIL, CIP).

Nota: Para cada tema, buscaran un ejemplo de aplicación real, es decir, empleado por una empresa o proyecto minero. En los métodos de lixiviación propuestos, deben especificar los equipos y los reactivos utilizados. La exposición debe contener:

1. Título
2. Integrantes
3. Objetivos
4. Desarrollo del tema
5. Resultados
6. Análisis de resultados
7. Conclusiones

Esta será la **Evidencia No. 2**, que deberán enviar al ambiente virtual LMS, después de haberlo sustentado mediante plenaria ante sus compañeros e instructor.

- Ambiente Requerido: Ambiente normal con capacidad para 30 aprendices, adecuadas condiciones de conectividad, adecuaciones eléctricas, iluminación y aireación. Ambiente virtual y Biblioteca SENA.
- Materiales: Televisor, tablero, video beam, marcadores.
- Duración: 48 horas

3.3.2. Aplicar pretratamientos a los minerales antes del proceso de lixiviación.

En los procesos hidrometalúrgicos para la extracción de valores metálicos de minerales o materiales secundarios (es decir, concentrados) hay tres procedimientos básicos (Derry, 1972):

- Disolución de un compuesto y / o valor metálico de un mineral o concentrado en una solución de lixiviación;
- Purificación y / o mejora de la solución de lixiviación, y
- Posterior recuperación de valores de la solución purificada.

Además de los tres procedimientos básicos, existen procesos en hidrometalurgia que se utilizan, por ejemplo, como etapas de pretratamiento. Tal es el caso de la oxidación de minerales de oro refractarios. Entre los minerales refractarios se encuentran sulfuros como la pirita (FeS_2) y la arsenopirita (FeAsS).

La oxidación libera granos de oro encapsulados de los sulfuros y hace que el residuo de oxidación del mineral o concentrado sea más adecuado para la recuperación de oro por cianuración en un paso de lixiviación posterior. La oxidación de los minerales de oro es, por tanto, una etapa de pretratamiento para mejorar la recuperación del oro durante el proceso de lixiviación. (Adams M. 2005).

Los métodos de oxidación que más se han empleado con este propósito, en su orden son: Tostación, oxidación a presión y biooxidación (oxidación biológica).

Apreciado aprendiz, con base en lo anterior realice la siguiente actividad:

Reunirse en grupos de 2 aprendices.

Realizar una consulta de cada método de oxidación de minerales auríferos sulfurosos expuestos: Tostación, Oxidación a presión y biooxidación.

Elaborar un cuadro sinóptico para organizar y clasificar la información recopilada. Para elaborar el cuadro sinóptico consulte el documento **“Estrategias de Enseñanza – Aprendizaje”**, el cual se encuentra dispuesto en el material de apoyo propuesto por el instructor.

El cuadro sinóptico**,** se sustentará ante el instructor y compañeros, en mesa redonda o plenaria y, se subirá al ambiente virtual LMS de acuerdo con la ruta que establezca el instructor. Consulta que no se sustente, no se aprueba. Esta será la **Evidencia No. 3.**

- Ambiente Requerido: ambiente normal con capacidad para 30 aprendices, adecuadas condiciones de conectividad, adecuaciones eléctricas, iluminación y aireación
- Materiales: Televisor, tablero, video beam, marcadores.
- Duración: 48 horas

3.4. Actividades de Transferencia del conocimiento

3.4.1. Plantear alternativas a problemáticas encontradas en el proceso de lixiviación en Plantas de Beneficio de minerales.

Estimado aprendiz teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en las actividades de apropiación propuestas en esta guía, le invito a que desarrolle el siguiente ejercicio, **Estudio Caso**, en grupos de 4 integrantes. Los artículos de investigación para el estudio caso estarán a disposición en la carpeta de material de apoyo en el drive suministrado por el instructor.

Para este ejercicio, se propone un artículo de investigación, en el que los autores estudian o investigan sobre un aspecto relacionado con un método de lixiviación para obtener un metal a partir de minerales concentrados o no concentrados. Para cada caso de estudio, se le solicita al grupo de aprendices lo siguiente:

Preparar una exposición (empleando diapositivas, cartelera o, cualquier medio que considere apropiado) del caso elegido con base en el artículo de investigación suministrado por el instructor. La exposición debe durar como máximo 30 min.

La exposición debe contener todos los temas tratados en el artículo, además el grupo de aprendices debe consultar las palabras o conceptos que no entienda del artículo, para dar claridad durante la exposición.

La exposición debe tener:

Título

Integrantes

Objetivos

Desarrollo del tema

Resultados

Análisis de resultados

Conclusiones

Esta será la **Evidencia No. 4**, la cual debe subir al ambiente virtual LMS, según la ruta establecida por su instructor.

- Ambiente Requerido: Aula didáctica de ambiente normal con capacidad para 30 aprendices, adecuadas condiciones de conectividad, adecuaciones eléctricas, iluminación y aireación
- Materiales: Televisor, tablero, video beam, marcadores.
- Duración: 48 horas

3.4.2 Realizar Tratamiento, disposición y almacenamiento de residuos de cianuro

Se han desarrollado varios procesos de tratamiento químico, físico y biológico probados y efectivos para la remoción y recuperación de cianuro de relaves de molinos y soluciones de proceso. Estos procesos de tratamiento se conocen bien y se han utilizado durante muchos años en las minas de todo el mundo. El propósito de esta actividad es conocer la información básica sobre estos procesos de tratamiento con cianuro, incluidos los usos químicos básicos y de reactivos, las áreas comunes de aplicación y el rendimiento del tratamiento que se puede esperar a gran escala.

En la industria minera, el cianuro se usa principalmente para lixiviar oro y plata de minerales, pero también se usa en bajas concentraciones como reactivo de flotación para la recuperación de metales básicos como cobre, plomo y zinc. En muchas de estas operaciones, es posible que se requieran sistemas de tratamiento con cianuro para abordar posibles problemas de toxicidad con respecto a la salud de los seres humanos, la vida silvestre, las aves acuáticas o la vida acuática. Esto puede incluir la eliminación de cianuro de uno o más de los siguientes:

Lodos residuales (relaves) de operaciones de cianuración.
Exceso de solución de las operaciones de Merrill-Crowe.
Exceso de solución de operaciones de lixiviación en pilas o tanques.
Solución de sobrenadante de instalaciones de almacenamiento de relaves (lodos residuales).
Filtraciones recolectadas de estanques o instalaciones de almacenamiento de relaves.

El tratamiento con cianuro se clasifica generalmente como un proceso de destrucción o de recuperación. En un proceso de destrucción de cianuro, se utilizan reacciones químicas o biológicas para convertir el cianuro en otro compuesto menos tóxico, generalmente cianato. Los procesos de recuperación de cianuro son un método de reciclaje en el que el cianuro se elimina de la solución o lodos y luego se reutiliza en un circuito metalúrgico.
La selección de un proceso de tratamiento de cianuro apropiado para un sitio en particular implica la consideración de muchos factores, pero normalmente el número de procesos candidatos para una aplicación particular se puede reducir después de revisar la química de la solución o lechada sin tratar, la calidad deseada del efluente y la disponibilidad. de reactivos o aguas de proceso adecuadas. Las aplicaciones comunes para el tratamiento con cianuro en la industria minera se describen a continuación:

El tratamiento de lodos de relaves se emplea cuando el nivel de cianuro debe reducirse antes de descargarse en una instalación de almacenamiento de relaves. En esta aplicación, el nivel inicial de cianuro disociable en ácido débil (WAD, por sus siglas en inglés) de los lodos de relaves, típicamente varía entre, aproximadamente, 100 a 500 mg / L y después del tratamiento a menos de 50 mg / L de cianuro, cantidad que se establece comúnmente como objetivo para la protección de la vida silvestre y acuática (Hagelstein y Mudder, 2001; ICMI, 2002).
El tratamiento de soluciones, se emplea cuando el nivel de cianuro en la solución, de decantación o proceso, debe reducirse antes de descargarse al medio ambiente. Normalmente se requiere un tratamiento de cianuro WAD, a niveles bajos, para asegurar la protección de la salud humana o los ecosistemas acuáticos. Las tecnologías de tratamiento de soluciones emplean comúnmente procesos de oxidación química y pulido, que son aplicables a concentraciones relativamente bajas de cianuro y generan efluentes de alta calidad. **(Adams, M. 2005)**

Análisis de cianuro

El término cianuro generalmente se refiere a una de las tres clasificaciones de cianuro, y es fundamental definir la clase de cianuro que se va a tratar. Las tres clases de cianuro son: (1) cianuro total; (2) cianuro WAD; y (3) cianuro libre, como se muestra en la Fig. 2. Cada una de estas formas de cianuro tiene metodologías analíticas específicas para su medición, y es importante que se comprenda la relación entre estas formas al analizar las soluciones que contienen cianuro. Como se indica en la Fig. 1, para una solución dada, el nivel de cianuro total es siempre mayor o igual al nivel de cianuro WAD, e igualmente, el nivel de cianuro WAD es siempre mayor o igual que la concentración de cianuro libre.

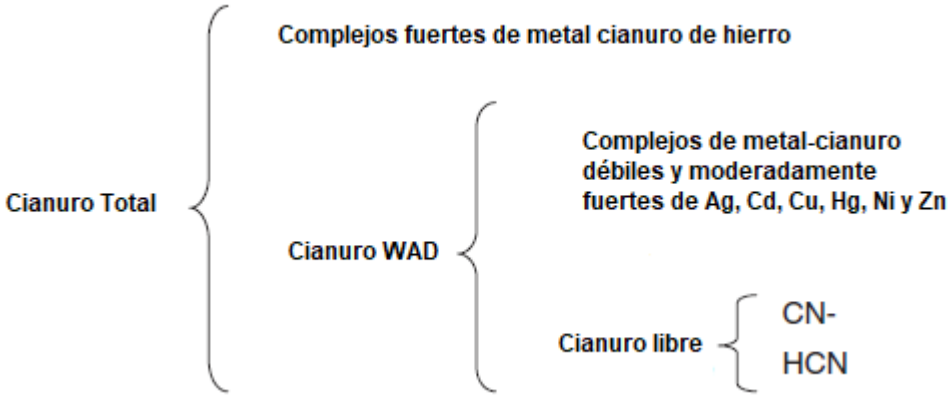


Fig. 2. Clasificación general de compuestos de cianuro. Adams, M. (2005).

El enfoque apropiado para evaluar la calidad de las muestras de agua en la mayoría de las situaciones es analizar el cianuro WAD, ya que esto incluye las formas de cianuro importantes desde el punto de vista toxicológico o medioambiental, incluido el cianuro libre y los cianuros metálicos de complejos moderados y débiles. El cianuro total incluye cianuro libre, cianuro WAD más los complejos hierro-cianuro relativamente no tóxicos. La caracterización completa de una solución de cianuro generalmente incluye análisis de pH, cianuro total, cianuro WAD, tiocianato, cianato, amoníaco, nitrato, nitrito y metales básicos como cobre, hierro, níquel y zinc. Las mediciones de sólidos totales disueltos (TDS) y potencial de oxidación-reducción (ORP) también pueden ser útiles. En la **Tabla 1** se muestran los complejos de cianuro libre y cianuro metálico que se encuentran a menudo en las soluciones de cianuración. Otros metales, como el cadmio y el mercurio, también forman complejos con el cianuro, pero normalmente están presentes en niveles bajos. **(Adams, M. 2005)**

Cianuro libre y complejos de cianuro metal

Cianuro libre	Cianuros de cobre	Cianuros de hierro	Cianuros de níquel	Cianuros de cinc
HCN	$Cu(CN)_2^-$	$Fe(CN)_6^{3-}$	$NiCN^+$	$ZnCN^+$
CN^-	$Cu(CN)_3^{2-}$	$Fe(CN)_6^{4-}$	$Ni(CN)_4^{2-}$	$Zn(CN)_2^0$
	$Cu(CN)_4^{3-}$		$Ni(CN)_5^{3-}$	$Zn(CN)_3^-$
				$Zn(CN)_4^{2-}$
				$Zn(CN)_5^{3-}$

Tabla No. 2. Cianuro libre y complejos de cianuro metal que se encuentran en soluciones de lixiviados. Adams, M. (2005)

Para el desarrollo de esta actividad, trabajaran en los grupos establecidos en la actividad anterior. Cada grupo seleccionara, de acuerdo con el número de grupo asignado, uno de los siguientes métodos de tratamiento de residuos sólidos o líquidos con cianuro:

1. Proceso de clorinación alcalina.
2. Proceso de aire y dióxido de azufre.
3. Proceso de peróxido de hidrógeno catalizado por cobre.
4. Proceso ácido Caro's.
5. Precipitación Hierro – Cianuro.

Para cada proceso se basaran en un caso de aplicación real que lo pueden encontrar en internet (artículo de investigación o tesis de grado). Determinar aplicación del proceso (tipo de residuo, sólido o líquido), equipos empleados, reactivos y dosificación, diagrama de flujo que represente el proceso, objetivos de la investigación, parámetros a tener en cuenta.

A. Elabore un documento escrito con el tema de consulta. El documento se debe realizar bajo normas APA y consta de:

   Portada
   Introducción
   Objetivos
   Desarrollo del tema
   Conclusiones
   Referencias bibliográficas

   Todo trabajo escrito se debe sustentar ante el instructor y compañeros, antes de subirse a la plataforma Terrotorium.

B. Esta será la **Evidencia No. 5**, la cual deberá subir a la plataforma LMS según ruta establecida por el instructor.

- Ambiente Requerido: Aula didáctica de ambiente normal con capacidad para 30 aprendices, adecuadas condiciones de conectividad, adecuaciones eléctricas, iluminación y aireación
- Materiales: Televisor, tablero, video beam, marcadores.
- Duración: 48 horas

La entrega de las actividades propuestas en la presente guía será en diciembre del año 2023.

En la siguiente dirección encuentran los documentos de apoyo para la presente guía:

https://drive.google.com/drive/folders/1ncbz7cuusgt3SX5KA5PSMWyaRloBzh2v?usp=sharing

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación

Evidencias de Conocimiento: **Evidencia No. 1**. Flujograma proceso de extracción de oro con Bórax	Inspecciona condiciones de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a protocolo establecido. Inspecciona condiciones operacionales del equipo de lixiviación según procedimiento establecido. Acondiciona la pulpa según procedimiento técnico. Prepara reactivos para el proceso de lixiviación según orden de trabajo.	**Técnica:** Diagrama de flujo **Instrumento:** Lista de chequeo
Evidencias de Conocimiento: **Evidencia No. 2**. Métodos de lixiviación	Inspecciona condiciones de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a protocolo establecido. Inspecciona condiciones operacionales del equipo de lixiviación según procedimiento establecido. Acondiciona la pulpa según procedimiento técnico. Prepara reactivos para el proceso de lixiviación según orden de trabajo.	**Técnica:** Exposición **Instrumento:** lista de chequeo
Evidencias de conocimiento **Evidencia No. 3.** **Cuadro sinóptico.** Tratamientos de oxidación de minerals auríferos refractarios.	Acondiciona la pulpa según procedimiento técnico.	**Técnica:** Estrategia didáctica y exposición **Instrumento**: lista de chequeo

Evidencias de Producto: **Evidencia No. 4.** **Estudio caso:** Artículos de investigación sobre procesos de lixiviación de minerales.	Inspecciona condiciones de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a protocolo establecido. Inspecciona condiciones operacionales del equipo de lixiviación según procedimiento establecido. Acondiciona la pulpa según procedimiento técnico. Controla parámetros operacionales de la lixiviación según procedimiento técnico.	**Técnica**: Estrategia didáctica y exposición **Instrumento:** lista de chequeo
Evidencias de Producto: **Evidencia No. 5.** **Documento escrito:** Tratamientos químicos de residuos sólidos y líquidos que contienen cianuro.	Inspecciona condiciones de seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a protocolo establecido. Inspecciona condiciones operacionales del equipo de lixiviación según procedimiento establecido. Balancea la cantidad de reactivos consumidos a su concentración inicial según procedimiento establecido. Documenta acciones realizadas durante el proceso de lixiviación.	**Técnica:** Documento escrito y exposición. **Instrumento:** Lista de chequeo

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Alimentación (Feed): se refiere a la masa de roca o partículas que alimentan una determinada planta y que es sometida a un proceso determinado, por ejemplo, trituración, flotación, etc. Como término sinónimo, se utiliza en algunas partes del proceso la palabra cabeza (head)Conminución. Serie de operaciones unitarias durante las cuales un mineral es sometido a reducción de tamaño mediante trituración y molienda.

Análisis de laboratorio. Es el diagnóstico realizado por especialistas, con técnicas, instrumental y equipo de laboratorio, que se practica a muestras de un producto determinado (rocas, minerales y otros), para establecer su composición y propiedades

Análisis granulométrico. Análisis que permite medir la efectividad de las operaciones de conminución de minerales. Consiste en hacer pasar un peso conocido de una muestra a través de una serie de cribas sucesivamente más finas y pesar la cantidad retenida sobre cada una de ellas para determinar el porcentaje de peso en cada fracción de tamaño y su distribución relativa con respecto al peso origina

Beneficio de los minerales. El beneficio de los minerales consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares, a que se somete el mineral extraído para su posterior utilización o transformación.

Beneficio de minerales. Conjunto de operaciones empleadas para el tratamiento de menas y minerales, por medios físicos y químicos, con el fin de separar los componentes valiosos de los constituyentes no deseados, con el uso de las diferencias en sus propiedades fisicoquímicas.

Bomba (equipos). 1.Máquina para evacuar agua u otro líquido, accionada eléctrica o neumáticamente. 2. Aparato mecánico utilizado para transferir líquidos o gases de un lugar a otro, por ejemplo, la bomba de Cornalles (tipo de bomba desarrollada en Cornalles (Inglaterra) utilizada en minas profundas del siglo XIX para elevar agua subterránea) o la bomba de Trasiego. 3. Aparato mecánico para comprimir o atenuar gases

Cal. Es el producto que se obtiene de la calcinación de la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio. La caliza, al calentarla a 900ºC, pierde el CO2 y se convierte en cal viva. El CaO mezclado con agua forma el hidrato cálcico (Cal apagada - Ca(OH)2), se hincha, produce mucho calor y se endurece o, como corrientemente se dice, fragua. La cal viva mezclada con agua forma el mortero corriente. La cal viva sometida al tratamiento con agua, se llama cal apagada (hidróxido de calcio)

Cal hidratada. Se conoce con el nombre comercial de cal hidratada a la especie química de hidróxido de calcio, la cual es una base fuerte formada por el metal calcio unido a dos grupos hidróxidos. El óxido de calcio al combinarse con el agua se transforma en hidróxido de calcio.

Cal viva. Material obtenido de la calcinación de la caliza que, al desprender anhídrido carbónico, se transforma en óxido de calcio. La cal viva debe ser capaz de combinarse con el agua, para transformarse de óxido a hidróxido y una vez apagada (hidratada), se aplique en la construcción, principalmente en la elaboración del mortero de albañilería

Carbón en pulpa. Método de recuperación de oro y plata mediante soluciones saturadas de cianuro que absorbe los metales preciosos a gránulos de carbón activado con apariencia de cáscara de coco triturada

Cianuración. Método para extraer oro o plata a partir de un mineral triturado o molido, mediante disolución en una solución de cianuro de sodio o potasio

Cianuro de sodio. Compuesto químico ampliamente usado en las plantas de tratamiento de minerales de oro para disolver oro y plata.

Circuito cerrado. Proceso donde una fracción seleccionada del producto de un equipo es retornada a la alimentación de éste, para lograr las especificaciones requeridas. Esta técnica es comúnmente empleada en circuitos de molienda y clasificación de minerales.

Cloración oxidante. Método de pretratamiento mineral que tiene como objetivo principal atacar los compuestos carbonosos y oxidar los sulfuros por medio de la acción del cloro

Colas. Material resultante de procesos de lixiviación y concentración de minerales que contiene muy poco metal valioso. Pueden ser nuevamente tratadas o desechadas

Densidad de pulpa. Se define como la relación entre el peso total de una pulpa (sólido más líquido) y el volumen que ocupa.

Dilución de pulpa. Razón del peso de líquido al peso del sólido presentes en una pulpa.

Espectrometría de absorción atómica. Técnica analítica utilizada para determinar la concentración de elementos químicos presentes como átomos libres en una solución. Los electrones externos del analito absorben energía para pasar de su estado basal o de mínima energía a su estado "exitado", la cual es particular de cada elemento, es cuantificable y proporcional a la concentración de los átomos presentes en la solución. La emisión atómica, por el contrario, es producida cuando el electrón de su estado exitado, inestable, regresa a su 60 estado basal y emite el quantum de energía que había absorbido movimiento de la falla.

Espesador. Tanque o aparato utilizado para reducir la proporción de agua contenida en una pulpa, mediante sedimentación. Usado en una etapa de las operaciones del molino para separar los sólidos de los líquidos. Generalmente, es un tanque redondo, grande y bajo, en el que el fluido claro rebosa y es reconducido para su tratamiento, mientras que las partículas sólidas se hunden hacia el fondo y son enviadas a la laguna de colas

Extracción por solventes. Proceso que consiste en poner en contacto un reactivo de origen orgánico (derivado del petróleo) con una solución impura, para extrae de ésta selectivamente el cobre, y dejar atrás las impurezas. En una segunda etapa, el reactivo cargado con cobre es puesto en contacto con una solución acuosa de sulfato de cobre y alto contenido de ácido (electrolito), que descarga el reactivo, y obtener una solución susceptible de ser usada en la recuperación electrolítica

Granulometría. Lo relacionado con la medición del tamaño de las partículas de rocas o sedimentos.

Hidrometalurgia. Rama de la metalurgia extractiva que estudia la obtención de metales o compuestos a partir de minerales o fuentes secundarias mediante procesos que tienen lugar a bajas temperaturas en medio acuoso u orgánico.

Lixiviación (beneficio). Proceso hidrometalúrgico mediante el cual se realiza la disolución selectiva de los diferentes metales que contiene una mena, por medio de una solución acuosa que contiene un reactivo químico apropiado

Membrana de lixiviación. Membrana de material impermeable sobre la cual se coloca la ruma de mineral o concentrado que será lixiviado. La membrana evita que la solución de cianuro escape fuera del proceso.

Malla. Se refiere al tamaño de abertura de un tamiz, expresado en pulgadas, micrones o mm.

Metalurgia. 1. Estudio y tecnología de los metales y aleaciones. 2. Es la ciencia de extraer metales de las respectivas menas por medios mecánicos y procesos químicos, y de prepararlos para su uso.

Metalurgia extractiva. Arte y ciencia de la extracción de los metales a partir de sus menas o de los agregados minerales (que se presentan naturalmente) mediante métodos mecánicos y químicos, para ser utilizados por el ser humano. Las principales divisiones de la metalurgia extractiva pueden ser clasificadas en: preparación de minerales (mineral dressing), pirometalurgia, hidrometalurgia y electrometalurgia.

Muestra. Porción de material tomado de una gran cantidad, con el propósito de estimar sus propiedades o su composición mediante análisis de laboratorio

Muestreo. Es un proceso selectivo de separación, realizado sobre una porción dada de material (yacimiento, lote original o muestra previa) con el objeto de reducir su volumen, pero mantener sus características globales, físicas, químicas o mineralógicas con el fin de determinar las propiedades o composición del material original.

Operación unitaria. Cada uno de los pasos o etapas durante el procesamiento de minerales; usualmente está caracterizada por un cambio físico únicamente. Por ejemplo: molienda, tamizado

Oxidación. Cambio en el estado de oxidación de un elemento representado por la pérdida de electrones. Dícese también del proceso durante el cual son eliminadas sustancias químicas oxidables como carbono y azufre presentes en el mineral por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

Partes por millón. 1. Es una medida para establecer el contenido de una sustancia en otra (o en una solución). Una parte por millón equivale a 0,001g por mil ó 0,0001%, 2. mg/l. Miligramos por litro = ppm.

pH Potencial de hidrógeno. Es un número que indica la concentración de hidrogeniones (iones hidrógeno) de una disolución. Dado un pH cualquiera, por ejemplo, 7, la concentración de iones H3O+ será de 10 elevado a – (menos) el número de pH, por ejemplo, en este caso: 10-7 . Si el pH es 7, la disolución es neutra (igual número de iones H3O+ que de iones OH-. Si el pH es mayor que 7 la disolución es básica, también llamada alcalina; y si el pH es menor que 7 la disolución es ácida.

pHmetro. Instrumento para medir la acidez o alcalinidad (pH) de una solución por el método electrométrico (para la acidez o alcalinidad se usa una escala denominada escala de pH. Esta escala posee valores comprendidos entre 0 y 14.). Método estandarizado cuyo principio básico es la determinación de la actividad de los iones de hidrógeno mediante la verificación potenciométrica con un electrodo patrón de hidrógeno y un electrodo de referencia. Generalmente, el pH de las aguas naturales está comprendido entre 4,0 y 9,0, y son ligeramente alcalinas debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Los valores diferentes se pueden atribuir a la presencia de residuos industriales ácidos o alcalinos. El pH también se puede determinar colorimétricamente, si bien el método colorimétrico requiere menos equipo, está sujeto a muchas interferencias, por lo cual se presta sólo para una estimación aproximada.

Pulpa. Mezcla de mineral molido o pulverizado con agua o una solución acuosa.

Reactivo. Cuerpo líquido, de acción recíproca, que sirve para descubrir la presencia de otro aislándolo, disolviéndolo o precipitándolo.

Tamiz. Es una superficie perforada que permite efectuar la separación por tamaños de partículas sólidas.

Tenor. Porcentaje neto de mineral económicamente recuperable de una mena.

Tamaño del 80% D80. Es el tamaño del tamiz o criba por el cual pasa el 80% de un producto de las operaciones de conminución y clasificación de minerales

6. REFERENTES BILBIOGRÁFICOS

Wills, B. A. (1987). *Tecnología de procesamiento de minerales: tratamiento de menas y recuperación de minerales* (No. 553 WIL).

Adams, M. (2005). Advances in Gold Ore Processing, Volume 15, 1st Edition, Elsevier Science, USA.

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	Luis Felipe Campillo Montoya	**Instructor**	**SENA – CTMAE**	**20/09/2021**

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					