

RESUMEN DE LA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS MINERO-METALURGICOS DE LA EMPRESA BUENAVISTA DEL COBRE

INTRODUCCIÓN

El complejo minero de Buenavista del Cobre, ubicado en el municipio de Cananea, Sonora, realiza actividades mineras de explotación, extracción y beneficio de minerales de cobre y molibdeno en un yacimiento que se explota a cielo abierto.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece en su artículo 17, lo siguiente:

Artículo 17.- *Los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirán en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7 fracción III de esta Ley, son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I de este ordenamiento*

Por lo tanto, en observancia al artículo anterior, la empresa debe cumplir con lo establecido en la NOM-157-SEMARNAT-2009 Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros. En tal sentido, con fundamento en el artículo 21, del Reglamento Interno de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) tiene la facultad de registrar los planes de manejo de residuos minero-metalúrgicos que los particulares presenten para su evaluación.

RESIDUOS MINEROS

La empresa Buenavista del Cobre, por la actividad minera que realiza, generan los residuos mineros siguientes:

No	Residuo	Volumen estimado de generación (Ton)
1	Tepetate	111,555,013
2	Mineral gastado de sistema de lixiviación en montones (mineral gastado)	139,070,498
3	Jales de flotación	72,829,451
4	Lodos del ánodo electrolítico (lodos anódicos)	258

1.- Tepetate.

Es un residuo minero sin valor económico que se genera por la remoción del descapote del tajo minero. Este material cubre el cuerpo mineralizado y debe removerse para extraer el mineral de cobre. Posterior a su remoción, el tepetate es transportado en camiones desde el tajo minero para depositarse en algunas de las cinco tepetateras habilitadas. El tepetate es clasificado por la NOM-157-SEMARNAT-2009 como peligrosos, dada la capacidad potencial de generación de drenaje ácido.

2.- Mineral gastado de sistema de lixiviación en montones (mineral gastado).

El mineral después de ser triturado se envía hacia algunos de los 14 patios de lixiviación donde es regado con ácido para su disolución y arrastre. La solución ácida cargada o preñada se envía mediante bombeo hacia las plantas de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE). Cabe aclarar que, actualmente, los patios o terreros de lixiviación se encuentran activos o inactivos temporales y aun ningún terrero se ha declarado como "Mineral Gastado". Cuando el terrero de lixiviación llegue al término de vida útil, el material ahí depositado se le denominará "Mineral Gastado". El mineral gastado es clasificado por la NOM-159-SEMARNAT-2011 como peligrosos, dado la capacidad potencial de generación de drenaje ácido.

3.- Jales de flotación.

El jal se genera después del proceso de beneficio que se realiza en las dos plantas concentradoras del mineral. El jal de flotación es enviado por gravedad hacia alguna de las dos presas de jales que tiene la minera. El jal de flotación es clasificado por la NOM-141-SEMARNAT-2003 como peligrosos, dado la capacidad potencial de generación de drenaje ácido.

4.- Lodos del ánodo electrolítico (lodos anódicos).

La solución ácida cargada o preñada se envía mediante bombeo hacia alguna de las tres plantas de extracción por solventes y depositación electrolítica (ESDE) para la recuperación de cobre. En el proceso de recuperación se genera el residuo "*lodos anódicos*", los cuales contienen una cantidad significativa de plomo lo que los hace adecuados para su reciclaje. En tal sentido, los lodos anódicos son enviados fuera del complejo minero, hacia otra empresa, que se encarga de recuperar el plomo contenido en los lodos. Los lodos anódicos son peligrosos por que presentan una elevada acidez en medio acuoso.

MEDIDAS DE CONTROL

- Las rocas del descapote o tepetate se depositan en las tepetateras conformando un talud con un ángulo de reposo natural del material de 36 a 37°. Para garantizar lo anterior, en cada tepetatera se realiza un levantamiento topográfico mensual con un equipo fotogramétrico con un Dron. Con la información obtenida mensualmente, se realiza un reporte de avance de la Tepetatera y la revisión de ángulos del talud.

- En la etapa de cierre de las Tepetateras se realizarán estudios geotécnicos para valorar la estabilidad estructural de los taludes, y los análisis estático y dinámico, proporcionarán la información para determinar si es necesario efectuar ajustes a la pendiente general de los taludes.
- En la fase operativa, para prevenir la erosión hídrica, se aplican las siguientes medidas:
 - 1) En la cresta de las tepetateras se coloca un bordo con el mismo "Tepetate" el cual tiene la finalidad de proporcionar seguridad a los equipos y personal y, también, evitar que el agua pluvial escurra por la cresta y erosione los taludes.
 - 2) La pendiente de la meseta de las tepetateras se deja hacia la parte opuesta de su cresta.
 - 3) En donde sea factible se habilitarán contracunetas para evitará la erosión hídrica en la pata del depósito por escurrimientos pluviales.
- El transito continuo de maquinaria pesada compacta la meseta del depósito favoreciendo la reducción de infiltración del agua pluvial hacia el interior de los depósitos.
- En la etapa de cierre, el grado de compactación del tepetate se medirá a través de pruebas Proctor. Se busca garantizar que no haya infiltración de agua pluvial y así evitar la generación de drenaje ácido.
- Al final de la vida útil de los depósitos de residuos mineros se procederá con un cierre ordenado, la restauración forestal con especies vegetales de la región para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación e integración paisajística.
- Con el apoyo del Instituto de Geología y la Facultad de Química de la UNAM se está desarrollando el proyecto denominado "Desarrollo de un método para generar tecnosuelos en Buenavista del Cobre". Estos tecnosuelos se usarán como parte del material de cobertura en los depósitos que vayan quedando fuera de operación, de modo que permita la fijación y sobrevivencia de especies vegetales de la región, garantizando la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.
- Se tiene un programa de riego de caminos para el control de emisiones de polvos. El programa de riego contempla el registro de la programación mensual del número de riegos por día y por turno (frecuencia), la cantidad de agua y/o supresor a emplearse en las diferentes rutas de riego. Cada operador de pipa de riego debe de registrar los datos requeridos en la Bitácora de Registro de Riego de Caminos.
- El agua para riego de caminos se toma principalmente del agua de laboreo de mina, la cual es cargada en mega pipas. Otra fuente secundaria es el agua extraída de pozos del sistema de bombeo de agua concesionada para uso industrial, esta última es empleada para caminos de menor superficie y longitud.

- Con el objetivo de disminuir el uso de agua para riego se está empleando un supresor de polvos en los caminos principalmente del área de extracción de material y los caminos de acarreo de tepetate y/o mineral.
- Los camiones durante el proceso de acarreo circulan máximo a 50 km/h y los vehículos en rutas no pavimentadas no superan los 40 km/h. Lo anterior, para evitar la emisión de partículas de polvo.
- Para minimizar los procesos de erosión por factores pluviales, en el área de descarga se habilitan bordos con pendiente positiva; aunque estos bordos, también servir de referencia para el avance en retroceso de los camiones durante la descarga de los residuos mineros.
- Durante la etapa de abandono de las tepetateras, estos bordos serán retirados para evitar la formación superficies bajas u hondonadas donde pueda existir acumulación de agua.
- En la etapa de cierre de los depósitos se realizarán estudios técnicos para determinar la ubicación estratégica de pozos de monitoreo de la calidad del agua subterránea. También se implementará el plan de cierre en el cual se tomarán en consideración los criterios aplicables para la disposición final de residuos señalados en el numeral 5.6 de la NOM-157-SEMARNAT-2009, según aplique.
- El “Mineral Fresco” extraído del tajo minero se deposita en los terreros de lixiviación a través de un sistema de bandas transportadoras para una mejor distribución del mineral, pero también se usan camiones para su transporte y disposición.
- Para los terreros de lixiviación “Terreros de Lixiviación Tinajas”, “Ampliación de Terreros de Lixiviación Tinajas”, “Terreros de lixiviación Quebalix III” y “Terreros de lixiviación Quebalix IV” se conocen sus propiedades geofísicas y geotécnicas; así como el diseño geométrico para garantizar su estabilidad física durante la fase de operación.
- Se realizan inspecciones semanales en los terreros de lixiviación con el fin de detectar indicios de inestabilidad en los taludes. De estas inspecciones, se generan reportes que incluye información documental sobre erosión, surcos, agrietamientos, signos de movimiento (deslizamiento, desplome, asentamientos) y filtraciones.
- Los operadores tienen la instrucción de notificar inmediatamente al supervisor si se observan condiciones anormales o inusuales que puedan representar un riesgo en los terreros de lixiviación. En este caso, se aplica el Plan de Respuesta ante Emergencias. Adicionalmente, se realiza el monitoreo de datos meteorológicos generados en la estación meteorológica de Buenavista del Cobre.
- Se realiza mensualmente un control topográfico en los avances del depósito de material lixiviable con el fin de una actualizar la información topográfica, el inventario de material lixiviable y registrar posibles asentamientos estructurales.

- Se está en proceso de contratación de una empresa especializada para aplicar la metodología InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) que arrojará sistemáticamente mediciones de estabilidad, movimiento y deformaciones con el fin de monitorear el comportamiento estructural de talud de los terreros de lixiviación. En los taludes de los terreros de lixiviación donde la técnica geodésico-satelital InSAR, lo recomiende, se instalarán testigos de movimiento con el fin de determinar si los movimientos detectados en la estructura se deben a sismos, a sobresaturación acuosa o asentamiento del terreno, con el fin de implementar medidas para evitar que la estructura falle.
- En la etapa de construcción y operación de los terreros, se controlan las emisiones a la atmosfera, a través de un programa de riego con agua o con supresores de polvo. Además, en los terreros de lixiviación, donde se deposita el mineral fresco que pasa un proceso de trituración (Quebalix I, II, III y IV), se aplican las medidas de prevención y control que se resumen a continuación:
 - 1) Operación continúa de los sistemas de control de emisiones, principalmente en bahías de descarga de mineral y en bandas transportados de mineral.
 - 2) Programa de Mantenimiento Preventivo de las fuentes que generan emisiones, así como de los sistemas de control de las mismas.
 - 3) Determinación de la eficiencia de los sistemas de control.
- El programa de trabajo para el monitoreo de emisiones a la atmósfera contempla el monitoreo de la calidad del aire en las zonas de influencia, de cada uno de los terreros de lixiviación.
- Actualmente la red de monitoreo de calidad del aire opera en función de lo establecido en la NOM-025-SSA1-2021. En cumplimiento con el numeral 4.2.2 de la norma antes mencionada, la frecuencia de monitoreo de la calidad del aire se realiza cada 6 días, con una duración de 24 horas, para lo cual se realiza anualmente un calendario.
- Una vez que los terreros de lixiviación entren en la fase de cierre, se realizarán estudios geotécnicos para valorar la estabilidad estructural de los taludes y lograr un cierre ambientalmente adecuado. Los estudios proporcionarán información de: a) Inclinación de ángulos de reposo. b) Conformación de bermas intermedias. c) Mejoramiento de las propiedades físicas de los materiales. d) Anclajes.
- Se realiza el monitoreo de agua superficial en dos sitios:
 - 1) Arroyo Chivas ubicado “aguas arriba” del “Terrero de Lixiviación Tinajas.
 - 2) Arroyo Mexicana. “aguas abajo” del “Terrero de lixiviación Quebalix III”.

También se realiza el monitoreo del agua subterránea en los pozos PM-01 Tinajas, PM -08 Tinajas y PMQ 4-5, ubicados en torno a los terreros Tinajas, ampliación Tinajas y terrero Quebalix IV. La periodicidad de los monitoreos es semestral en ambos puntos. Los resultados del monitoreo se registran en una bitácora y están disponibles, en las oficinas de la Gerencia de Ecología de

Buenavista del Cobre, para ser revisadas por las autoridades competentes, cuando lo estimen necesario.

- En la etapa de cierre de los terreros de lixiviación se valorará el uso de una capa de material con potencial de neutralización (material alcalino) entre el “mineral gastado”, tanto en el talud como en el vaso o meseta, y el sustrato fértil de tecnosuelos que se planea utilizar para la forestación con el propósito de impedir la dispersión en el ambiente de lixiviados y escurrimientos ácidos. En el caso de que aun con la capa de material neutralizador, se generen escurrimientos ácidos, se construirán obras de captación (de acuerdo con el volumen que se tenga que manejar) “aguas abajo” del depósito de terrero, en donde se almacenarán para ser bombeadas y reutilizadas en los procesos productivos o bien se tratarán antes de ser descargadas. Se plantean dos tipos de tratamiento: activo y pasivo, a través de barreras geoquímicas permeables y alcalinas.
- Está proyectada la realización de un estudio hidrológico e hidrogeológico con el fin de contar con una red de monitoreo de las aguas superficiales y subterránea “aguas abajo” de los depósitos de todos los terreros de lixiviación, presas de jales y tepetateras. Adicionalmente, se ubicarán estaciones de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas “aguas arriba” de los terreros de lixiviación, en sitios que no estén dentro del área de influencia de las actividades de Buenavista del Cobre. Se estima que el estudio hidrológico (agua superficial) e hidrogeológico (aguas subterráneas) se realice en 18 meses y la perforación de los pozos de monitoreo se realice en aproximadamente 36 meses, una vez finalizado el estudio hidrogeológico e hidrológico.
- Una vez perforados y equipados los pozos de monitoreo, un laboratorio acreditado procederá a la toma de muestras 2 veces al año (época de lluvia y época de estiaje) para los respectivos análisis físicos y químicos señalados en la NOM-159-SEMARNAT-2011. Los resultados del monitoreo se registrarán en una bitácora y estarán disponibles, en las oficinas de la Gerencia de Ecología de Buenavista del Cobre, para ser revisadas por las autoridades competentes, cuando lo estimen necesario.
- Si los resultados del monitoreo indican afectación de la calidad de los cuerpos de agua debido a la operación de los terreros de lixiviación, presas de jales y tepetateras se podrán llevar a cabo las siguientes medidas de corrección y saneamiento para restaurar su calidad: 1) Captación de los escurrimientos de lixiviados ácidos en obras para su almacenamiento con el fin de tratarlos o reutilizarlos en el proceso de lixiviación. 2) Evitar la entrada y salida descontrolada del agua pluvial. 3) Barreras geoquímicas permeables o la colocación de pantallas para impedir la migración de los lixiviados ácidos. 4) Tratamiento de los cuerpos de agua afectados.
- Durante la fase operativa de las presas de jales se han aplicado medidas para controlar los factores que promueven la acidez, entre las que se encuentran las siguientes:
 - 1) Mantener humectado el jal con el agua de la pulpa (jal+agua) mediante su distribución en el vaso de la presa de jales.
 - 2) En las partes más secas, aplicar un supresor de polvos que forma una película aislante en las partículas del jal. En este caso, el supresor de polvos no evita la formación de acidez en

los jales, sino la dispersión de partículas finas.

Para mejorar la eficiencia de la aplicación del supresor de polvo, se usa un equipo que permite reducir los tiempos de aplicación y abarcar más superficie, priorizando, la aplicación del supresor de polvos, previo a los tiempos de sequía y de presencia de vientos con velocidades significativas.

- El abandono de las presas de jales o de secciones que vayan quedando inoperantes, se hará conforme al plan de cierre autorizado por la autoridad competente y en apego a la normatividad. Actualmente, Buenavista del Cobre cuenta con invernaderos forestales con capacidad para producir de 2.0 a 2.5 millones de plantas por año para reforestación y forestación con fines de conservación y restauración.
- Se realiza el monitoreo semestral del agua subterránea en los pozos NDJ-1, NDJ- 2, NDJ-3 y 8-MO localizados aguas abajo de la cortina de contención de la nueva presa de jales; y en la presa PJ3 se realiza el monitoreo del agua subterránea en los pozos 4-FV y P-24 donde se extrae agua para los procesos industriales. Un laboratorio acreditado realiza la toma de muestras de agua 2 veces al año (época de lluvia y época de estiaje) para los respectivos análisis físicos y químicos señalados en la NOM-141-SEMARNAT-2003.
- Las aguas pluviales que precipitan en cada uno de los vasos de las presas escurren hacia la zona del agua clarificada desde donde son recirculadas hacia el proceso de beneficio mediante bombeo, por lo que no hay escurrimientos fuera del vaso de depositación. Mediante estudios hidrogeológicos y geofísicos se identificarán los sitios para la perforación de pozos de monitoreo “afuera” de la zona de influencia de las Presas de jales; y una vez perforados y equipados, un laboratorio acreditado procederá a la toma de muestras 2 veces al año (época de lluvia y época de estiaje) para los respectivos análisis físicos y químicos señalados en la normatividad aplicable. Los resultados del monitoreo se registrarán en una bitácora y estarán disponibles, en las oficinas de la Gerencia de Ecología de Buenavista del Cobre, para ser revisadas por las autoridades competentes, cuando lo estimen necesario.
- Se instalaron una serie de baterías de piezómetros convencionales a diferentes elevaciones en la nueva presa de jales que permite monitorear de manera continua los niveles de agua al interior del talud y garantizar la estabilidad física de la presa. La periodicidad de las mediciones del nivel del agua en los piezómetros se realiza mensualmente. Los resultados del monitoreo se registran en una bitácora y están disponibles, en las oficinas de la Dirección de Ingeniería y Construcción, así como en la Gerencia de Ecología de Buenavista del Cobre, para ser revisadas por las autoridades competentes, cuando lo estimen necesario.
- Se está trabajando en una actualización del sistema de instrumentación para que todos los instrumentos geodésicos, geotécnicos, sísmicos y meteorológicos sean de monitoreo remoto en tiempo real, y con disponibilidad para su acceso a través de internet. En esta actualización, se implementarán piezómetros de cuerda vibrante que permitirán monitorear los niveles de agua con un rango de medición de 1.5 MPa.

Es importante resaltar que la instrumentación proyectada aplica para las 2 presas de jales e incluirán: 1) Línea de piezómetros para determinar el nivel de saturación acuosa de los jales que permita tomar decisiones para evitar un deslizamiento o agrietamiento. 2) Testigos de movimiento para su registro periódico con el fin de correlacionar si los movimientos detectados se deben a sismos o la sobresaturación acuosa o asentamientos del terreno, que puedan provocar una falla en la estructura.

- La instrumentación de las presas de jales permitirá garantizar un monitoreo de las características geotécnicas, geodésicas, sísmicas y meteorológicas las 24 h del día los 365 días del año.
- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa), realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento a las disposiciones contenidas en la LGPGIR y su Reglamento, y podrá realizar verificaciones documentales para confrontar la información contenida en el Plan de Manejo registrado, e impondrá las medidas de seguridad, correctivas o de urgente aplicación y sanciones que resulten procedentes, de conformidad con lo establecido en la LGPGIR, su Reglamento y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente