



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA
Y REGIONAL

GESTIÓN Y DESEMPEÑO AMBIENTAL EN COMPAÑÍA
MINERA LA PARREÑA S.A DE C.V. UNIDAD MILPILLAS

MEMORIA DE EXPERIENCIA
LABORAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A:

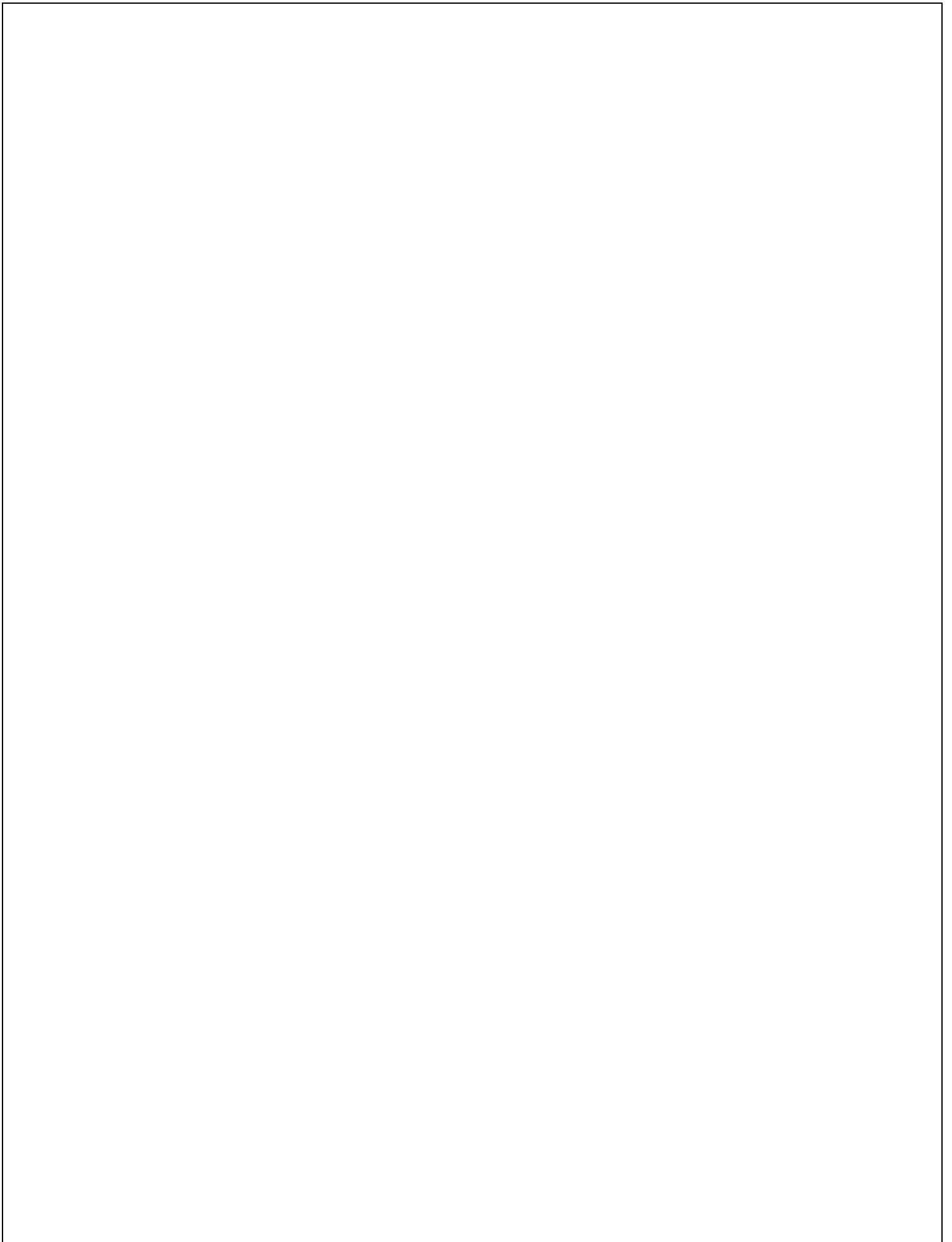
SALVADOR VILLAFANA JARAMILLO

DIRECTOR DE MEMORIA:

Dr. en C. GUSTAVO ALVAREZ ARTEAGA



TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO; NOVIEMBRE 2025



Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Resumen..... | 6 |
| 2. Importancia de la temática | 7 |
| 3. Descripción del puesto de trabajo..... | 8 |
| 4. Problemática Identificada..... | 14 |
| 5. Informe detallado de las actividades..... | 16 |
| 5.1 Descripción de Unidad Minera Milpillas y proceso..... | 16 |
| 5.2 Descripción de las operaciones | 18 |
| 5.3 Explotación del mineral | 19 |
| 5.4 Trituración y clasificación..... | 22 |
| 5.5 Operación en patio de lixiviación | 24 |
| 5.6 Extracción por solventes | 25 |
| 5.7 Suministro de agua para el proceso | 27 |
| 5.8 Electrodeposición..... | 29 |
| 5.9 Producción de cátodos de cobre..... | 30 |
| 6. Solución desarrollada y sus alcances..... | 31 |
| 6.1 Excelencia Ambiental | 31 |
| 6.2 Guía de Aspectos Ambientales | 32 |
| Identificación de impactos ambientales | 36 |
| 6.3 Gestión Ambiental | 49 |
| 6.4 Monitoreo de agua en repesos..... | 52 |
| 7. Impacto de la experiencia laboral..... | 81 |

| | | |
|------------|-------------------------------------|-----------|
| 7.1 | Ámbito Institucional | 81 |
| 7.2 | Ámbito Profesional | 81 |
| 7.3 | Ámbito Académico | 83 |
| 8. | Conclusiones..... | 87 |
| 9. | Referencias de consulta..... | 90 |

1. Resumen

El presente trabajo expone la recopilación de experiencia laboral obtenida laborando en Compañía Mineral La Parreña Unidad Milpillás, en los que se destaca la importancia de la minera en Industrias Peñoles.

Se realizó la descripción del puesto de trabajo en el que actualmente sigo laborando, donde se definen las actividades realizadas dentro del Departamento de Medio Ambiente, Seguridad y Salud (MASS), en los siguientes apartados se hace mención sobre la importancia de la minera en México destacando el Estado de Sonora por ser uno de los principales generadores de cobre en la región por su gran cantidad de unidades mineras.

Cabe mencionar que la habilidad adquirida en muchos de los temas de esta memoria es debido a una buena preparación obtenida y bien valorada en una trayectoria académica dentro de la Facultad de Planeación Urbana y Regional que pertenece a la Universidad Autónoma del Estado de México, en el siguiente documento se describen las actividades más relevantes de la empresa antes mencionada, misma que ha permitido ampliar mis conocimientos alcanzados y laboral en el cargo designado que también es explicado a detalle en las páginas que conforman el presente documento.

En el informe se detallan los principales indicadores ambientales desarrollados y puestos en marcha en la Compañía Minera La Parreña. Así mismo se colocaron los apartados de discusión y alcances en el que se expusieron las propuestas y mejoras en relación con la seguridad y medio ambiente que se han logrado dentro del espacio laboral para incrementar nuestra estrategia sustentable y estar en armonía con el medio ambiente y así lograr un buen desempeño ambiental, midiendo nuestros resultados y logrando implementar un buen sistema de gestión que permite un adecuado manejo de los recursos que forman parte del entorno en el que operamos.

Posteriormente, se indicó el impacto de la experiencia laboral a nivel personal y su relación entre mi formación académica y mi actividad laboral actual en la unidad minera.

Finalmente se definen las conclusiones del presente trabajo.

2. Importancia de la temática

La presente Memoria de Experiencia Laboral expone mis actividades realizadas en más de tres años laborando con la Empresa Industria Peñoles en las Unidades de Tizapa y Milpillas, la cual está dedicada al sistema de gestión ambiental que integra los mecanismos clave para mejorar el desempeño ambiental en Compañía Minera La Parreña.

Actualmente la minería ha tenido gran relevancia en cuestiones medio ambientales, la obtención y aprovechamiento de los minerales de la tierra se ha desarrollado desde el inicio de la civilización, sin embargo, la introducción de maquinaria y de procesos adicionales de beneficio, ha hecho de esta actividad económica primaria, una de las más impactantes ambientalmente (Azamar, A., Téllez, I. (2022), es por eso que en la mayoría de los estados donde se desarrolla la minera, existen lineamientos y normas para la regularización de la actividad y la minimización de su impacto sobre el medioambiente.

De igual manera se comenta sobre sus importantes departamentos que conforman Unidad Milpillas como lo son operación mina, operación planta beneficio y por supuesto el departamento MASS.

Las industrias deben cumplir con leyes y normas para cuidar el medio ambiente, la legislación sobre medio ambiente es muy amplia y compleja, por este motivo las organizaciones pequeñas pueden encontrar dificultades al cumplirla. De esta necesidad surge la norma ISO 14001, para facilitar el cumplimiento de la legislación ambiental, la minería no es la excepción, las empresas, los gobiernos y las personas trabajan sin cesar para que esas leyes y normas se cumplan de la mejor manera, cambien y se perfeccionen con el tiempo en beneficio de todos.

Dentro del documento se habla como esta industria tiene muchos aspectos ambientales interesantes, entre ellos las actividades que realiza para cuidar los diferentes factores que conforman el medio ambiente, tales como el agua, el suelo, el aire, el clima, los seres vivos e incluso la cultura y las costumbres de las personas.

Es fundamental que Compañía Minera La Parreña se preocupa por trabajar de manera responsable con la naturaleza, cuida cada detalle en sus procesos y trabaja día con día para desarrollar más y mejores técnicas que permitan proteger el entorno y ayuden a minimizar las posibles afectaciones ambientales, sin embargo, cada año las unidades mineras documentan sus avances y sus resultados del año, plasmados en un informe de desarrollo sustentable que se publica consecutivamente, en los cuales aspiran a realizar actividades en un entorno seguro, libre de accidentes y enfermedades ocupacionales sin causar daños al medio ambiente (Informe de Sostenibilidad, 2023).

Parte de objetivo de la presente memoria es que experiencia descrita pueda inspirar a otros profesionistas de esta área de conocimiento, y les genere el interés por conocer un poco más sobre la minería y tiene plasmado su interés por el cuidado del medio ambiente, además de contribuir en las acciones medioambientales para lograr un buen desarrollo sustentable y armonioso entre la sociedad-naturaleza.

3. Descripción del puesto de trabajo

La presente memoria es resultado de la experiencia laboral adquirida a partir desde mi incorporación a Industrias Peñoles iniciando a laborar en la Unidad Minera Tizapa S.A. de C.V., fundada desde 1994 en el municipio de Zacazonapan, Estado de México. Es propiedad de Industrias Peñoles con un 51%, 39% Dowa Mining, 10% Sumitomo Corporation.

En el periodo del 2022 a 2023 desempeñé mi trabajo en Unidad Minera Tizapa S.A. de C.V., como colaborador en el Departamento de Planta Beneficio,

desarrollando las actividades de Trituración y Molienda del mineral, Flotación y Filtrado del concentrado de Cobre, Plomo, Zinc, Oro y Plata.

En enero 2023 ingrese a Compañía Minera La Parreña S.A. de C.V, Unidad Milpillitas en el Estado de Sonora, como empleado directo, donde me encuentro desempeñando mi trabajo en el Departamento de Medio Ambiente, Seguridad y Salud (MASS), como Facilitador de Medio Ambiente.

Las actividades de los responsables de medio ambiente trascienden no solo a su departamento sino incluso a la propia empresa, de forma que para llevar a cabo nuestro trabajo tiene que relacionarse con una gran diversidad de personas, tanto a nivel interno de las organizaciones como a nivel externo.

A continuación, se menciona las actividades desempeñadas en la unidad:

- **Actividades Directas:**

Atención de auditorías y seguimiento a los planes de acción:

- ✓ MASS
- ✓ Interna
- ✓ Aseguradora de Peñoles
- ✓ Certificaciones de Industria Limpia
- ✓ Cumplimiento Legal
- ✓ Dependencias Gubernamentales: SEMARNAT, PROFEPA, CONAGUA (CNA).

Trámites ante dependencias gubernamentales:

- ✓ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), entregar informes semestrales, de acuerdo con los permisos de explotación y permisos en cuestiones de cambios de uso de suelo.

- ✓ Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), dar seguimiento a las visitas por parte de la autoridad, entregar informes dependiendo las actividades que se vayan a implementar o en su caso proyectos nuevos por realizar.
- ✓ Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES), entregar permisos de combustión por quema a cielo abierto, y permiso para las descargas de extintores.
- ✓ Comisión Nacional del Agua (CNA), entregar muestreo de agua, pago por derecho y acceso a el agua, informes semestrales y anuales sobre el consumo de las unidades de transmisión remota (puntos de extracción de agua)
- ✓ Protección Civil, se entregan informes semestrales referentes al programa interno de protección civil, que es un programa de planeación y operación, circunscrito al ámbito de una dependencia o empresa privada y social del estado.

Sistema de Gestión Integral (SGI)

- ✓ Apoyo en la implementación de los sistemas integrados

Manejo de personal:

- ✓ Poblar a los colaboradores a realizar actividades como ingresar residuos peligrosos, muestreos de agua, brindar capacitaciones, revisiones de válvulas de red contra incendios, etc.
- ✓ Contratistas: Realizar trabajos de jardinería, reforestaciones, mantenimiento a áreas verdes de la unidad y Operación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Cumplimiento y seguimiento a términos y condicionantes de autorizaciones en material ambiental:

- ✓ Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA)
- ✓ Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUS)

- ✓ Licencia Ambiental Única (LAU)
- ✓ Licencia Ambiental Integral (LAI)
- ✓ Conagua (CNA)

Eventos Culturales:

- ✓ Coordinar actividades del día del agua
- ✓ Coordinar actividades del día del árbol
- ✓ Coordinar actividades del día mundial del medio ambiente
- ✓ Coordinar actividades del día de la tierra

Actividades que se coordinan:

- ✓ Entregar actividades al personal a cargo para que las realicen durante su horario de trabajo.

Residuos Peligrosos:

- ✓ Programación de embarque de residuos peligrosos
- ✓ Atención de confinamiento de residuos peligrosos
- ✓ Elaboración y/o actualización de procedimientos de RP
- ✓ Elaboración de solicitudes por el servicio de recolección y pago del servicio
- ✓ Mantenimiento y limpieza al almacén temporal de RP
- ✓ Capacitación al personal sobre el manejo de RP
- ✓ Elaboración y actualización del Plan de Manejo de RP
- ✓ Actualización de registro como generadores de RP

Residuos de Manejo Especial

- ✓ Atención de almacén temporal de RME
- ✓ Buscar mejores opciones para la disposición de RME
- ✓ Registro de peso y seguimiento a bitácora de generación

- ✓ Cumplimiento de condicionantes de la LAI y normatividad aplicable

Residuos Sólidos Urbanos

- ✓ Firma de pases de salida de los RSU
- ✓ Registro de peso y seguimiento a bitácora de generación
- ✓ Cumplimiento de condicionantes de la LAI y normatividad aplicable
- ✓ Firma de estimaciones al prestador de servicio

Aire

- ✓ Programación y seguimiento a estudios
- ✓ Muestreo de Partículas PM.10 y PM. 2.5 en colectores de polvo y lavadores de gases, chimeneas, etc.
- ✓ Seguimiento a los resultados de muestreos
- ✓ Elaboración de solicitudes por el servicio
- ✓ Visitas a talleres de contratistas donde se tengan chimeneas para la revisión de estas
- ✓ Cumplimiento de procedimientos en los cuales se citen aspectos ambientales en materia de aire

Agua

- ✓ Programación de estudios de agua en pozos de monitoreo
- ✓ Programación de estudio de agua de laboreo
- ✓ Programación de estudio de agua para beber
- ✓ Programación de estudio de agua de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)
- ✓ Seguimiento a los resultados de los muestreos de diversas aguas
- ✓ Campañas en materia del agua
- ✓ Presentaciones para capacitaciones en materia del agua

- ✓ Seguimiento al correcto funcionamiento de la PTAR
- ✓ Atención a personal contratista, entrega de bacterias, pastillas de cloro

Ruido

- ✓ Programación del estudio de ruido perimetral
- ✓ Elaboración de solicitud y pago por el servicio
- ✓ Seguimiento a los resultados del estudio

Suelo

- ✓ Coordinación de Planes de cierres progresivos
- ✓ Programación de estudios de acuerdo con normativa a suelos
- ✓ Coordinar remediación de suelos contaminados
- ✓ investigación de accidentes con derrame a suelo natural

Seguridad:

- ✓ Revisión semanal de regaderas y lava ojos de emergencia
- ✓ Revisión mensual de hidrantes de gabinete y banquetta (Planta Beneficio)
- ✓ Revisión mensual de válvulas de red contra incendios (Planta Beneficio)
- ✓ Revisión mensual de raiser de la red contra incendios (Planta Beneficio)
- ✓ Asistir a juntas de seguridad
- ✓ Participación en junta diaria del pueblo en planta
- ✓ Apoyo a emergencias que se presenten en la unidad
- ✓ Revisión diaria de plataformas de cátodos de cobre
- ✓ Revisión diaria de pipas de ácido sulfúrico y/o queroseno
- ✓ Revisión mensual de vehículos de contratistas

4. Problemática Identificada

En cada etapa del ciclo de vida de la mina, nos esforzamos para entender y gestionar de manera activa nuestros impactos en la conservación de la biodiversidad y los servicios de ecosistemas. Nuestro esfuerzo en Industrias Peñoles contribuye a reducir nuestra huella ambiental y los riesgos sociales y ambientales asociados, además de fortalecer la reputación y las relaciones en unidad milpillas.

Este este trabajo se abordarán los aspectos e impactos ambientales más comunes asociados a la unidad milpillas, es importante que dentro de la unidad se sigan identificando y evaluando sus aspectos e impactos ambientales para seguir implementando medidas de mitigación y minimizar su impacto ambiental negativo y controlas los riesgos asociados en todas sus actividades.

Además de mostrar el avance en la rendición de cuentas en el Plan Operativo correspondiente a la Unidad Milpillas para asegurar que se estén cumpliendo los aspectos ambientales en materia de Residuos, Energéticos, Agua

La política de desarrollo sustentable de Industrias Peñoles establece que todas sus operaciones tienen como mandato proteger el medio ambiente (Gestión de Sustentabilidad), a través de una serie de acciones que cuiden los ecosistemas y sensibilicen a las comunidades sobre la importancia de preservar las especies locales.

La empresa mantiene, en todas sus unidades, un plan de manejo ambiental que incluye objetivos, metas y procedimientos, así como la capacitación de su personal y un sistema para controlar los resultados (Desempeño Ambiental).

Las empresas mineras más consolidadas involucran la gestión ambiental no como un elemento individual, sino como un componente integral de la Sostenibilidad Minera; en este orden de ideas, las estrategias de avance en el aspecto ambiental están acompañadas y articuladas a las estrategias en los aspectos social y económico. Grandes y pequeños mineros cuentan con diferentes motivaciones para incluir el concepto de sostenibilidad, en sus estrategias competitivas, para el

caso de los pequeños mineros, la motivación está relacionada con la generación de valores agregados en sus productos finales, mientras que para las grandes empresas están relacionadas con compromisos asumidos a nivel internacional con las partes interesadas.

Se puede apreciar como en México grandes y pequeñas empresas mineras vienen incluyendo el tema de sostenibilidad en sus operaciones como lo es Grupo México, una de las empresas mineras más grande de México, con operaciones en diversos metales y proyectos de infraestructura, Fresnillo PLC, un productor líder de plata a nivel mundial, con operaciones en México y otros países, Torex Gold, una empresa canadiense con operaciones en México, enfocada en la producción de oro, Newmont, una empresa mineral global con una importante presencia en México, particularmente en la producción de oro a través de la mina Peñasquito, Alamos Gold, una empresa canadiense que opera varios proyectos mineros en México, también centrada en la producción de oro (Serrador, I. (2023, mayo 10). Es necesario entonces analizar las alternativas que las herramientas de la gestión ambiental y la producción más limpia puedan aportar en el mejor entendimiento de los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de la actividad minera y en este sentido generar propuestas que conlleven a una extracción más limpia del recurso.

El desarrollo de la actividad minera con lleva de forma implícita la generación de impactos ambientales, manifestados principalmente en el agotamiento de los recursos naturales no renovables, por lo que no es posible hablar de la realización de una minera sostenible.

Para el caso de la sostenibilidad minera, los esfuerzos están orientados hacia el enfoque de la sostenibilidad blanda, tomando como base la integración de las tres dimensiones del desarrollo, económico, ambiental y social, que incluye además un componente de gobernanza y toma de decisiones. Teniendo en cuenta lo anterior, se empieza a usar el termino de sostenibilidad minera, para aquellas organizaciones o empresas mineras que realizan un aporte al desarrollo sostenible en torno a estos ejes o dimensiones. Es posible desde el análisis del ciclo de vida

como herramienta de la gestión ambiental, obtener un método simplificado y con enfoque científico para demostrar el avance en este tema.

5. Informe detallado de las actividades

5.1 Descripción de Unidad Minera Milpillas y proceso

Descripción general

La Unidad Minera Milpillas se encuentra localizada al sureste de la sierra El Chivato, en la localidad de Milpillas, Municipio de Santa Cruz, al norte del Estado de Sonora. La Unidad Minera tiene su acceso a través de la carretera de la población de Cuitaca -Milpillas en el kilómetro 17 como se observa en la Figura 1.

La mineralización de cobre en Milpillas se aloja dentro del Lineamiento de Cananea, un cinturón de depósitos de cobre de 100 km de longitud, de dirección de NW-SE que se extiende desde el complejo de misiones en el sur de Arizona hasta Cananea en Sonora, México.

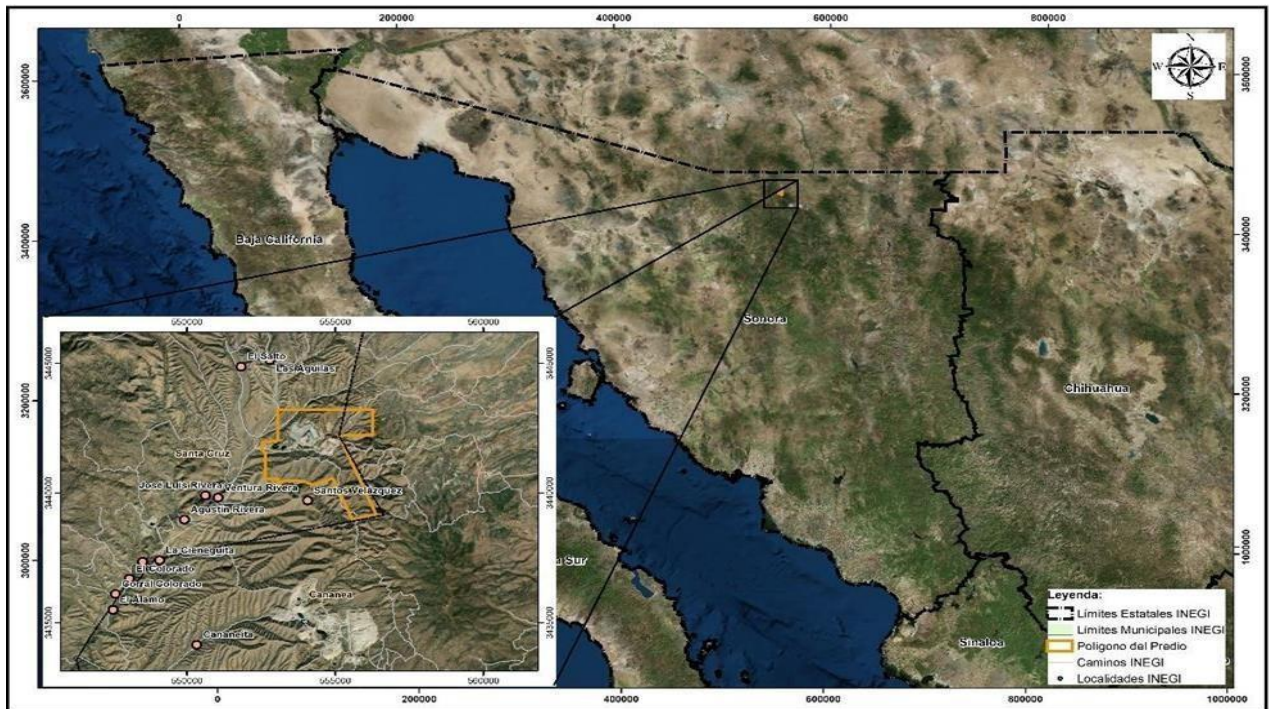


Figura 1. Localización de la Unidad Minera Milpillas

Fuente: Elaboración propia.

La Unidad Minera Milpillas cuenta con una mina subterránea de la cual se extrae mineral de cobre (óxidos y sulfuros) para la producción de cátodos de cobre. La unidad minera inicio operaciones en el año 2006 y cuenta con una capacidad instalada de 45,000 ton/año de cobre catódico. La unidad Milpillas trata minerales de óxidos y sulfuros de cobre a través de un proceso donde los metales son lixiviados en patios de lixiviación, y la solución resultante es transportada para someterse a un tratamiento de extracción por solventes y Electrodeposición para producir cátodos de cobre, Falcón Rangel, J.J. (2022).

La propiedad cubre una superficie de 2,657.9 ha distribuidas en 16 concesiones mineras. La infraestructura incluye una subestación eléctrica, oficinas generales, comedores, bodegas, laboratorios, puestos de guardias, rampas de carga, repesos de decantación de agua de mina, planta de tratamiento de agua, malacates, puesto de primeros auxilios, laboratorio, planta de beneficio, piletas de solución rica, patios de lixiviación, banco de préstamo, pila de almacenamiento y zona de almacenamiento y tanques de combustibles, como se observa en la Figura 2.



Figura 2. Vista general de la Unidad Minera Milpillas,

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. (Informe de Desarrollo Sustentable 2022).

Fuente: Elaboración propia

5.2 Descripción de las operaciones

El proceso operativo de la unidad Milpillas comienza con la etapa de explotación de material dentro de la mina, en este proceso el mineral es extraído y llevado a superficie, posteriormente el material pasa a las etapas de trituración, lixiviación, extracción por solventes y Electrodeposición como se muestra en el siguiente diagrama de flujo:

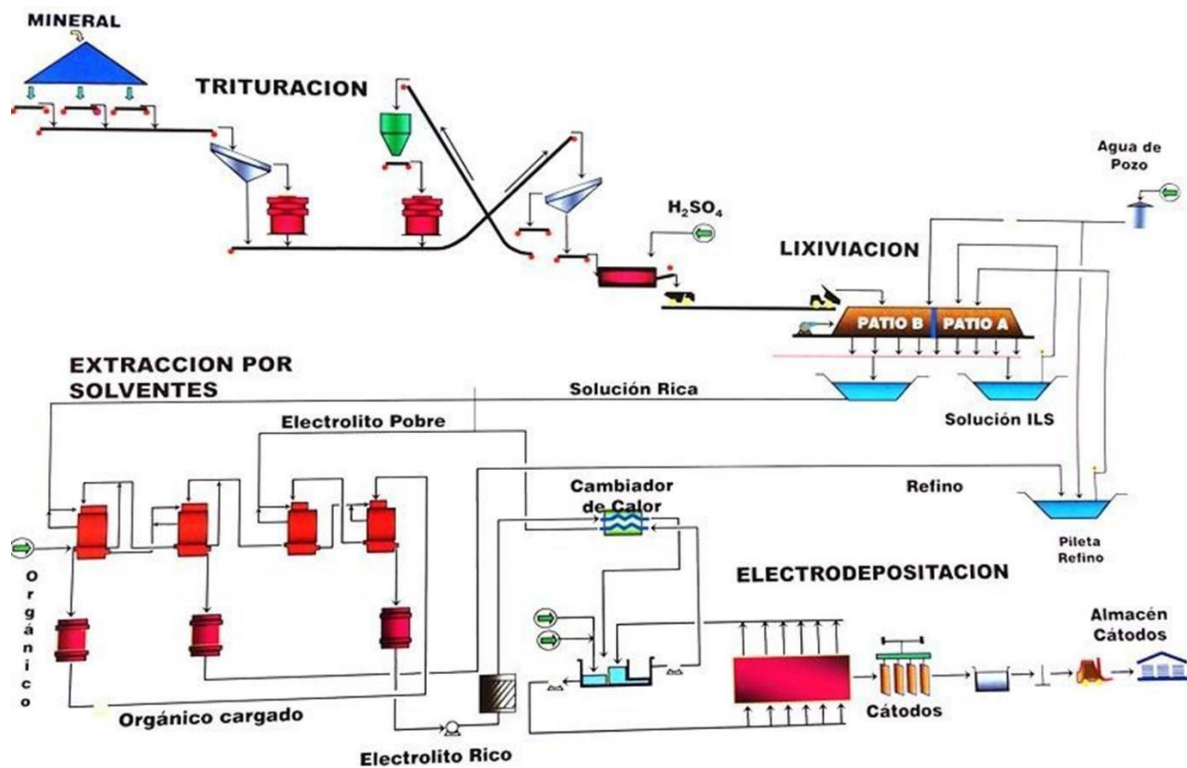


Figura 4. Diagrama de flujo de planta

Fuente: (Compañía Minera La Parreña S.A de C.V., 2024)

5.3 Explotación del mineral

Para la explotación del mineral se utiliza el método de rebaje de tiro largo con corte y relleno, en minería subterránea es una de las técnicas que consiste en extraer el mineral en tajadas horizontales, comenzando desde la parte inferior de la cámara y avanzando progresivamente hacia arriba, relleno el espacio vacío con material estéril o de desecho para crear una plataforma de trabajo para la siguiente tajada (Método de Explotación de Corte y Relleno). Una vez que se ha llegado a los cuerpos de mineral dentro de la mina, se inicia la preparación de los lugares donde será extraído el mineral denominado “rebajes”, las dimensiones horizontales y verticales de los rebajes son variables ya que dependen de la magnitud del yacimiento.

A partir de la rampa y el tiro se realizan cruceros o desbordes por una longitud tal que permita llegar a los yacimientos de mineral, atravesándolo totalmente para

delimitarlo. Una vez que se llegó al límite final del yacimiento de mineral en sentido horizontal, se procederá a abrir otras frentes con espaciamiento de 8 a 10 metros, de extremo a extremo; esto a ambos lados de la frente y dejando un pilar cuadrado de mineral de 6 x 6 metros entre una frente y otra. Cabe agregar que se llevarán a cabo actividades de anclaje como complemento para sostener el techo de la obra minera y con ello evitar una posible caída de roca. Estas obras se abrirán en forma de cuadrícula, a lo largo y ancho del yacimiento mineralizado.



Figura 5. Ciclo de Minado

Fuente: (Gustavo C., 2023).

La abertura vertical máxima de trabajo de cada rebaje es de 5.0 a 5.5 metros. Una vez arrancado el mineral, se procederá a sacarlo del lugar por medio de cargadores frontales y transportado a las metaleras de cada uno de los rebajes, para posteriormente extraerlo de las tolvas, vaciándolo a un camión y llevarlo a el área de trituración, de donde será transportado a superficie por el tiro.

El tiro cuenta con dos tolvas de acero con capacidad de 600 toneladas cada una, para el almacenamiento temporal de mineral y tepetate respectivamente. La tolva de mineral está conectada a una banda transportadora para llevarlo al patio de almacenamiento (stock pile), el tepetate en cambio será extraído directamente con camión y llevado a la tepetatera.

Al final de la banda transportadora que lleva el material desde el tiro hasta el patio de almacenamiento se cuenta con un sistema supresor de polvos, colocado al extremo de la descarga de las bandas transportadoras. El patio de almacenamiento cuenta con una capacidad de 8,000 toneladas de capacidad de carga viva y 40,000 toneladas de carga total.

Relleno

La operación de relleno consiste en rellenar el 77% del minado anterior con tepetate, con el objetivo de dejar la cara libre de 1m, dejando una altura máxima de 5.5 m. El material de relleno se distribuye por todo el rebaje para formar un piso uniforme y así poder iniciar otro corte vertical de 5-0 a 5.5 m, de esta forma se continuará arrancando el material hacia arriba, dejando pilares y rellenando los huecos ocasionados.

El tepetate utilizado para el relleno puede provenir tanto de interior mina como de superficie (tepetatera o banco de material). El tepetate producido durante el avance de mina es utilizado directamente como relleno en los propios rebajes, y solo en el caso de que existan excedentes de tepetate en mina será llevado a superficie y depositado en la tepetatera. Cuando se requiere tepetate de superficie, ya sea proveniente de la tepetatera o del banco de material, éste es enviado desde superficie a mina a través de contrapozos de 2.4m de diámetro.

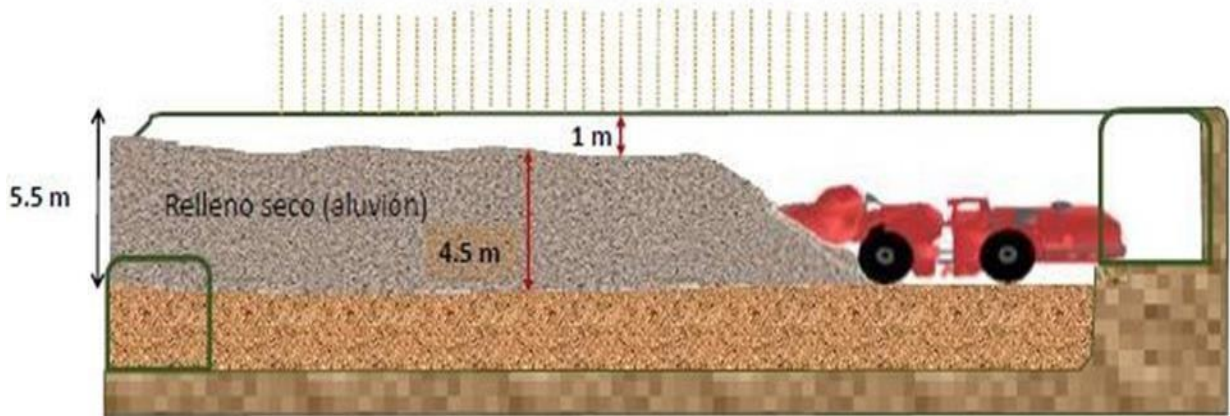


Figura 6. Relleno de primer corte semiahogado

Fuente: (Compañía Minera La Parreña S.A de C.V., 2024)

5.4 Trituración y clasificación

El objetivo de esta sección es reducir el mineral a un tamaño menor a $\frac{1}{2}$ " para ello, se hará lo siguiente:

- a) El mineral es conducido a una criba vibratoria secundaria de 8'x24' con doble cama, la cual lo clasificará en dos tamaños, uno, aquel que sea menor a 1", pasará a una banda transportadora de 48" de ancho que lo conducirá a la trituración terciaria y aquel cuyo tamaño sea mayor a 1" pasará a una quebradora secundaria, para que, al triturarlo, sea recibido por la misma banda de 48" de ancho que lo conducirá a la trituración terciaria.
- b) El mineral que llega a la trituración terciaria, será recibido en un chute que alimentará a dos cribas vibratorias de 8'x24', en las cuales, el mineral menor a $\frac{1}{2}$ " se depositará en una banda transportadora para su disposición a la siguiente parte del proceso y aquel mineral cuyo tamaño es mayor a $\frac{1}{2}$ " caerá en una banda transportadora de 42" de ancho, que lo depositará a una segunda banda de 42" de ancho que lo transportará a una tolva de 200 toneladas de capacidad, de ella será alimentado a dos quebradoras terciarias, dispuestas en forma paralela, que lo reducirán de tamaño y lo alimentarán a la misma banda transportadora de 48" que conduce también el mineral proveniente de la criba y de la quebradora secundaria,

hacia las cribas terciarias, cerrando de esta manera el circuito de trituración terciaria.

c) En esta fase del proceso, existe un aditamento para la supresión de polvos, el cual está colocado en las transferencias de una banda a otra.

De esta manera se garantiza que el 100% del mineral saldrá de la sección de trituración a un tamaño menor de $\frac{1}{2}$ ".

Curado del mineral

Una vez que el mineral ha sido reducido a un tamaño menor a $\frac{1}{2}$ ", la fase siguiente es:

a) Pasará por cuatro bandas transportadoras de 42", dispuestas en serie. En la tercera y cuarta banda transportadora, se le adicionará una solución de ácido sulfúrico, que en este tipo de proceso se le conoce con el nombre de "curado". En este punto, la función del ácido sulfúrico es iniciar la lixiviación del mineral, así también, tiene la función de aglomerar aquel mineral que está muy fino. Cabe mencionar que solo al inicio de las operaciones de la planta es necesario agregar ácido sulfúrico en la etapa de curado, una vez que se tenga solución de refino se utilizará éste para el curado del mineral.

b) De las cuatro bandas transportadoras dispuestas en serie, el mineral pasará a un chute distribuidor, que lo depositará directamente en la caja de los camiones que lo transportarán al patio de lixiviación.

Especificaciones de diseño y detalle de patio de lixiviación

El patio de lixiviación fue diseñado por la compañía Knight Piésold (KP) para almacenar y tratar un total de **31,000,000 de toneladas de mineral** durante un periodo de **13 años**, tomando en cuenta ciclos de lixiviación de 450 días.

Característica del sitio

El patio de lixiviación se ubica hacia el nor-oeste de la mina y hacia el norte del área del emplazamiento de la planta, con el costado sur del patio paralelo al cauce del arroyo que cruza el área del proyecto (arroyo Los Horcones). Al norte del

cauce del arroyo hay una franja de terreno relativamente plana, con pendientes de 4% a 6% y con un ancho mínimo de unos 50m, la cual sirve para estabilizar el patio. El patio se ubica mayormente sobre cerros cuyas pendientes más fuertes se presentan hacia el norte de esta franja plana. Hacia el lado poniente del patio se encuentra una quebrada en forma de “Y” con dirección aproximadamente noreste – suroeste y con una profundidad máxima de unos 35 m. Los dos brazos de la quebrada tienen hasta 100 m de ancho en su base y los taludes tienen pendientes de hasta 50%. El límite poniente del patio se encuentra a lo largo de un farellón de 35 m de alto. El sector sureste del patio está compuesto de cerros más suaves con pendientes promedio del orden de un 20%, intercalados con quebradas de 5 a 10 m de profundidad y laderas escarpadas, ver en la figura 7.

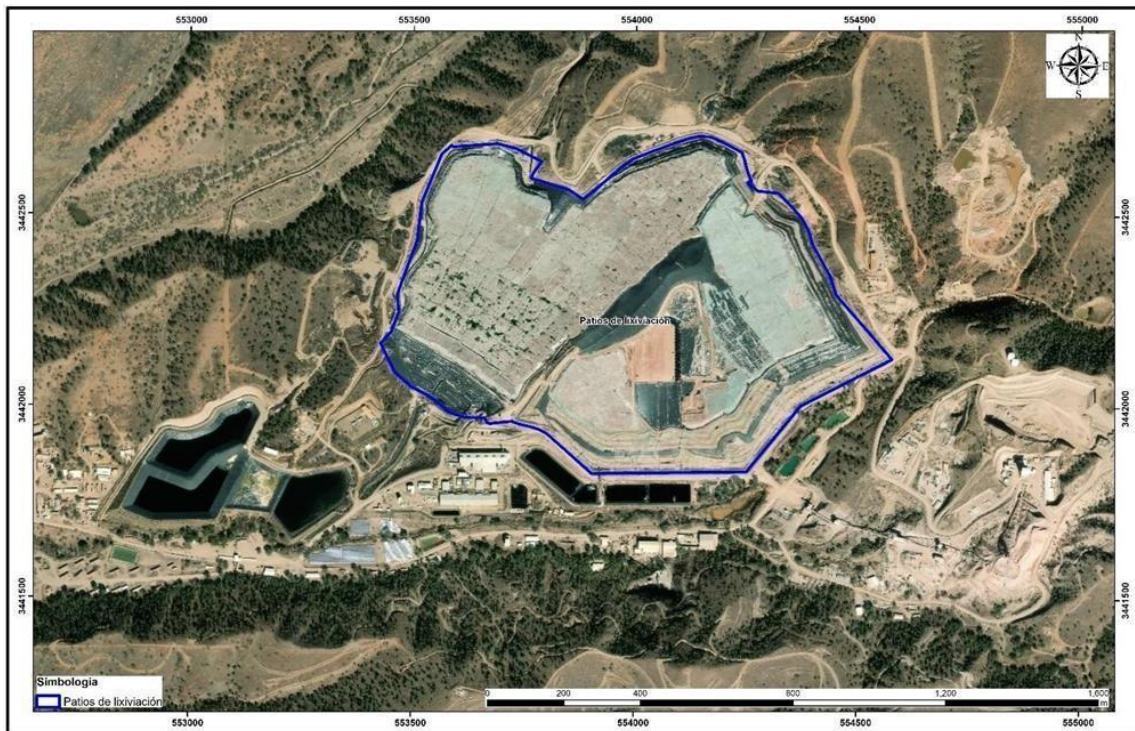


Figura 7. Localización del patio de lixiviación

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Operación en patio de lixiviación

El mineral “curado”, será transportado en camiones al patio de lixiviación en donde se hará lo siguiente:

SALVADOR VILLAFÑA JARAMILLO

a) Se identifican tres fases de operación que consisten en que, una o más celdas estarán en formación con las pilas de mineral por medio de camiones (mineral fresco), otras estarán en proceso de riego (mineral semi-agotado), sea por goteo o aspersión y la tercera, estará en agotamiento (estarán en operación hasta que toda la solución lixivante salga y que haya sido lavado el mineral con agua industrial proveniente del suministro normal para el proyecto).

b) El mineral será depositado en el patio de lixiviación para ir formando pilas o celdas de 6 metros de altura con dimensiones que serán determinadas en la ingeniería de detalle, para posteriormente aplicar riego con solución de refinó y solución intermedia, ya sea por aspersión o por goteo, según sea la época del año.

c) El riego en las pilas de mineral se realiza en forma intermitente, con periodos de 4 días de riego y 4 días de reposo, en esta última, se inyectará aire a las pilas de mineral con objeto de favorecer la reacción de la lixiviación.

d) Cada pila de mineral tendrá una altura de 6 metros y en su parte inferior (piso) tendrá una geomembrana de alta densidad de 1.5 milímetros (0.060”) de espesor y una red de tuberías para captar y conducir la solución que contiene disuelto el ion cobre a dos canaletas ubicadas en la parte más baja del patio de lixiviación. Una canaleta recibirá la solución rica que se obtendrá de los patios con mineral fresco y la otra recibirá la solución lixivante intermedia que se obtendrá del mineral semi-agotado.

5.6 Extracción por solventes

La siguiente fase del proceso se refiere a la extracción del ion cobre de la solución rica y su traspaso a la solución denominada electrolito, utilizando como medio de transporte un reactivo orgánico:

a) La solución rica que contiene 7.3 gramos de cobre por litro de solución, será procesada en un tren de extracción por solventes de cuatro etapas, dos de extracción y dos de reextracción (2E-2R). Las etapas de extracción (2E) estarán formadas por 3 cajas de mezclado 4 x 4 x 4 metros, de concreto armado, revestido

con material anticorrosivo, FRP, cada caja tiene su mecanismo agitador, sin embargo, en la primera caja de la primera extracción (E-1), la cual recibe por la parte inferior los dos flujos (solución rica y orgánico) las aspas del mecanismo tienen la forma de un impulsor de bomba, que permitirá succionar los dos flujos y , las siguientes dos cajas tienen agitadores convencionales que permitirán mantener en estrecho contacto las dos soluciones para facilitar la transferencia del ion cobre de la solución rica al orgánico. El traspaso de la mezcla de soluciones entre cada una de las cajas se realiza por gravedad, de la tercera caja, pasa a un cajón decantador convencional de dimensiones aproximadas 24 x 30 x 1.85 metros. Las etapas de reextracción (2R) están formadas por 2 cajas de mezclado de 4 x 4 x 4 metros de concreto armado, revestido con material anticorrosivo, FRP, que utiliza los mismos agitadores, dimensiones y funciones que las etapas de extracción.

b) El orgánico es el Extractante utilizado para primero capturar el ión cobre de la solución rica y después entregarlo al electrolito. El orgánico está formado por agentes quelantes (seleccionan el elemento o metal que fácilmente puede atrapar, en este caso el cobre), llamados comercialmente Cetoximas o Salicil Aldo Oximas (diluyente de extracción o solvente isoporafrínico), como su viscosidad es alta, para su uso se requiere diluirlo con keroseno (Extractante).

c) Del tanque de extracción (E-1), sale una solución de orgánico cargado con iones de cobre, que será enviada al tanque asentador de orgánico cargado, y una solución rica parcialmente descargada, que será traspasada a la siguiente etapa de extracción (E-2), y se juntará con el orgánico que viene descargado, sin iones de cobre, de la etapa (2-R). En esta segunda etapa de extracción (E-2), se tiene el mismo arreglo, dimensiones y funciones que la etapa (E-1). Del tanque de extracción (E-2) se obtiene el orgánico parcialmente cargado y una solución denominada refino, que será enviada al tanque post-asentador de refino, a esta solución se le adicionará ácido sulfúrico por medio de un mezclador estático y se enviará a la pileta de refino de donde se distribuirá a las pilas de lixiviación. En el

tanque post-asentador de refino, se recupera el orgánico arrastrado por el refino y será enviado al tanque post-asentador de orgánico.

d) El orgánico cargado será acumulado y limpiado en un tanque de orgánico cargado de medidas aproximadas a 24 x 29 x 1 metros, diseñado para acumular y limpiar de acuoso el orgánico. Posteriormente será bombeado a la etapa de reextracción (R-1), en esta etapa será mezclado con el electrolito pobre, para producir electrolito rico y orgánico descargado, que será enviado a la segunda etapa de reextracción (R-2).

e) En la segunda etapa de reextracción (R-2) se obtiene el orgánico descargado y el electrolito parcialmente cargado.

f) En cada uno de los cuatro tanques decantadores (2E-2R), se tienen mecanismos físicos para atrapar impurezas (grumos), los cuales serán succionados por bombas portátiles en forma sistemática. El material extraído será enviado a una planta de tratamiento de grumos para su procesamiento.

g) La solución que sale del tanque de reextracción (R-1), es la que recibe el nombre de electrolito cargado y será enviada al tanque post-asentador del electrolito, para extraerle los posibles arrastres de orgánico y después continuar a la siguiente fase del proceso.

h) En este punto, es importante mencionar que todas las soluciones derramadas en el área de la planta de extracción por solventes, por gravedad, fluirán a una fosa de donde serán enviadas mediante un sistema de bombeo a la planta de tratamiento de grumos para reincorporarlos al proceso.

5.7 Suministro de agua para el proceso

Una parte importante indispensable en este tipo de procesos de extracción por solventes y Electrodeposición, es el tipo de agua a utilizar en el circuito del electrolito, que es donde participan las secciones de extracción por solvente y la Electrodeposición, es por ello por lo que, para abastecerlas de agua de buena

calidad, se tiene instalada una planta de osmosis inversa, es una planta donde se utiliza para purificar agua, eliminando contaminantes, minerales, bacterias y otros solutos disueltos, para no tener interferencias en el proceso, ver en la figura 8.

También esta misma agua será utilizada en los equipos de la planta, en la preparación de reactivos del circuito de Electrodeposición, en las instalaciones de mangueras de la nave electrolítica.

Para el resto de la planta, se utilizará el agua que provenga directamente de la pileta general que abastecerá de este líquido a todo el proyecto.



Figura 8. Planta de Osmosis Inversa.

Planta de tratamiento de grumos

Los grumos son impurezas arrastradas por la solución rica, principalmente son pequeñas partículas sólidas del mismo mineral lixiviado, y ocasionalmente materia orgánica, las cuales permanecen en suspensión. Estas partículas deben ser extraídas en los tanques de extracción y reextracción (E-1, E-2, R-1 y R-2) porque si llegan a pasar hasta la etapa de Electrodeposición, provocaran la obtención de cátodos de cobre con impurezas, en mayores o menores proporciones.

Sin embargo, al extraer los grumos de los tanques asentadores y como en cada uno de ellos están mezclados diferentes flujos (solución rica, orgánico, refino y

electrolito), es normal que, al succionarlos, también se succione parte de las soluciones, por lo tanto, la planta de grumos se encargara de limpiar cada una de las diferentes soluciones y se encargara de reintegrarlas, ya sea al tanque asentador de orgánico o al tanque de refino.

Otro de los objetivos de la planta de tratamiento de grumos será disminuir o eliminar las pérdidas de orgánico y soluciones.

También todos los derrames captados por la fosa general de la planta serán tratados en la planta de grumos, el residuo sólido, se depositará en los patios agotados.

5.8 Electrodeposición

Una vez que el electrolito cargado salga de la fase de extracción, continuará a las siguientes fases:

- a) El electrolito cargado pasa por un filtro que contiene antracita, la cual tiene la función de atrapar el orgánico que aún pudiese tener y es retornado a la fase de extracción.
- b) El electrolito cargado pasa a un tanque cilíndrico cubierto con material anticorrosivo, FRP, con dimensiones aproximadas a 6.0 metros de diámetro y 5.0 metros de altura, para de ahí, por medio de un sistema de bombeo enviarlo al intercambiador de calor, para acondicionarlo a una temperatura mayor de 40°C y posteriormente hacerlo llegar a las celdas de Electrodeposición, de donde por gravedad será retornado al estanque de recirculación.
- c) El electrolito cargado pasa al área de celdas de Electrodeposición, y el cobre que contiene el electrolito, se va depositando en los cátodos. Los cátodos son planchas de acero inoxidable perfectamente planas, que cuelgan soldadas de barras de cobre para apoyos en contacto eléctrico y aislado en los bordes de la celda. En la celda de Electrodeposición también se encuentran los ánodos. Los ánodos son de preferencia placas de plomo, con algo de antimonio, aluminio y

calcio, estos elementos químicamente son inertes. Por los ánodos se introduce la corriente continua a la celda de depositación, con el propósito de que con ellos se cierre el circuito eléctrico para permitir la depositación del cobre que contiene el electrolito sobre los cátodos de acero inoxidable. Al igual que los cátodos, están conectados, en su parte superior, por medio de una barra de cobre, a la polaridad contraria de los cátodos.

d) La nave de Electrodepositación tendrá 208 celdas de concreto polimérico, de 60 cátodos cada una y desde el punto de vista operativo, estarán divididas a su vez, para que 24 celdas se encuentren en limpieza y 184 en producción.

e) El periodo de depositación del cobre en los cátodos de acero inoxidable, que ha sido determinado es de aproximadamente 7 días, mediante la aplicación de una corriente continua de 280 Amperes por metro cuadrado y 2.1 volts por celda.

f) Eléctricamente las celdas dentro de la nave Electrodepositación están divididas en dos sectores idénticos, cada sector es alimentado por dos transformadores rectificadores de 18,000 Amperes y 220 Volts cada uno, conectados en paralelo.

5.9 Producción de cátodos de cobre

La siguiente fase del proceso es la obtención del producto que en este caso son cátodos de cobre, para ello se hará lo siguiente:

- ✓ La cosecha de cátodos se realiza en dos turnos de 12 horas con una grúa manual que transporta 20 cátodos simultáneamente y los deposita en el sistema de recepción de una maquina lavadora y despegadora de cátodos, con capacidad para 150 cátodos por hora.
- ✓ Los cátodos obtenidos son muestreados, flejados y pesados automáticamente y almacenados utilizando un montacargas en el área de despacho.

- ✓ Posteriormente es cargado en camiones y enviado al cliente, que en su momento será definido.

6. Solución desarrollada y sus alcances

6.1 Excelencia Ambiental

Reconocemos que nuestras actividades dentro de la Unidad Milpillás y unidades en general de Industrial Peñoles pueden impactar el medio ambiente, por ello, el cuidado preventivo del medio ambiente es un factor clave en la estrategia del negocio, este compromiso se encuentra definido en la Política de Desarrollo Sustentable.

Política de Desarrollo Sustentable: El desarrollo sustentable es un factor clave en la estrategia de nuestro negocio para operar responsablemente, con el objetivo de lograr la integración armónica de actividades y objetivos económicos con la calidad de vida de nuestro personal, las comunidades aledañas y la preservación del entorno (Industrias Peñoles, 2025).

Es **Política de Peñoles;** garantizar operaciones continuas, productivas y seguras, así como, respetar el medio ambiente, las comunidades y la salud en el contexto de nuestras operaciones. Lo anterior, con base en una cultura de protección y prevención, enriquecida mediante la consulta y la participación de los trabajadores y sus representantes (Gestión de Sustentabilidad).

Nuestras operaciones se deben administrar mediante un **Sistema de Gestión Integral**, basado en las normas ISO 14001: 2015 y ISO 45001: 2018, sujeto a la mejora continua, conforme a los estándares institucionales, que incluye la eliminación de peligros, la reducción de riesgos, así como el cumplimiento de los requerimientos legales, y los compromisos que suscribamos con nuestros clientes y otras partes interesadas.

Lineamientos generales:

Medio Ambiente: Asegurar un alto desempeño ambiental mediante el cumplimiento y mejora continua de indicadores de nuestros procesos, considerando prácticas líder y normatividad más exigente en la materia. Lo anterior contribuye a influir en políticas públicas relevantes, a la ecoeficiencia, es decir, producir más consumiendo menos recursos naturales e insumos para promover la conservación; utilizar tecnologías limpias, prevenir y mitigar impactos, siempre cuidando los ecosistemas donde operamos con una cultura ambiental.

6.2 Guía de Aspectos Ambientales

Los aspectos ambientales identificados han de ser todos aquellos asociados a las actividades, productos o servicios que la organización puede controlar y sobre los que se pueda esperar que tenga influencia o impactos en las actividades de la unidad minera.

Para poder actuar sobre los impactos ambientales, previamente la empresa debe identificar todos sus aspectos ambientales, para seguidamente evaluarlos.

Nosotros tenemos identificados estos aspectos en cada uno de los departamentos con conforman la unidad minera de peñoles, como lo son mantenimiento diesel, mantenimiento superficie, planta beneficio, operación mina y contratistas en general.

Tabla No.1. Guía de Aspectos Ambientales

| GUÍA DE ASPECTOS AMBIENTALES | |
|-------------------------------------|---|
| Código | AGUA |
| <u>AR1</u> | Descarga de agua residual al alcantarillado |
| <u>AR2</u> | Manejo de agua pluvial |
| <u>AR3</u> | Manejo de agua de laboreo de mina |
| <u>AR4</u> | Descarga de agua a cuerpo receptor |
| <u>AR5</u> | Potencial contaminación de cuerpos de agua |
| SUELO | |
| <u>SU1</u> | Derrame, escurrimiento o infiltración (potencial o real) de hidrocarburos a suelo natural |
| <u>SU2</u> | Derrame, escurrimiento o infiltración (potencial o real) de material peligroso a suelo natural |

| | |
|---|---|
| <u>SU3</u> | Derrame, escurrimiento o infiltración (potencial o real) de material con metales a suelo natural |
| <u>SU4</u> | Derrame, escurrimiento o infiltración (potencial o real) de otros materiales a suelo natural |
| RESIDUOS | |
| <u>RE1</u> | Disposición final de jales |
| <u>RE2</u> | Manejo de lodo generado en el tratamiento biológico de aguas negras |
| <u>RE3</u> | Manejo de residuos de manejo especial |
| <u>RE4</u> | Manejo de residuos sólidos urbanos (basura) |
| <u>RE5</u> | Manejo de residuos peligrosos en general |
| <u>RE6</u> | Manejo de aceites dieléctricos, incluye BPCs |
| <u>RE7</u> | Manejo de residuos biológico infeccioso |
| <u>RE8</u> | Manejo de residuos mineros |
| <u>RE9</u> | Manejo de sistemas de lixiviación de oro y plata, así como de sus residuos |
| <u>RE10</u> | Manejo de sistemas de lixiviación de cobre, así como de sus residuos |
| MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS | |
| Incluye derrames o fugas durante las actividades de transporte, recepción, carga, descarga, almacenamiento y sus posibles impactos en el aire, agua y suelo | |
| <u>MA1</u> | Manejo de materiales inflamables |
| <u>MA2</u> | Manejo de materiales combustibles |
| <u>MA3</u> | Manejo de materiales altamente tóxicos |
| <u>MA4</u> | Manejo de materiales menor toxicidad |
| <u>MA5</u> | Manejo de materiales corrosivos o reactivos |
| <u>MA6</u> | Manejo de materiales susceptibles de desvío para la fabricación de armas químicas |
| RUIDO | |

| | |
|----------------------------|---|
| <u>RU1</u> | Emisión de ruido por fuente fija |
| <u>RU2</u> | Emisión de ruido por vehículo |
| EMISIONES DE AIRE | |
| <u>EM1</u> | Emisiones de vapor a la atmosfera |
| <u>EM2</u> | Emisiones por chimenea |
| <u>EM3</u> | Emisiones por escape de automóviles |
| <u>EM4</u> | Emisiones fugitivas por procesos |
| <u>EM5</u> | Transporte de polvos al exterior por vehículos |
| <u>EM6</u> | Levantamiento de polvos por tránsito vehículos (interior de las plantas) |
| <u>EM7</u> | Emisiones no normadas por chimenea |
| <u>EM8</u> | Emisiones de partículas por quema a cielo abierto con fines de capacitación o adiestramiento |
| <u>EM9</u> | Emisiones de partículas por acumulación de polvos en techos de naves |
| <u>EM10</u> | Emisiones de calor a la atmósfera |
| <u>EM11</u> | Emisiones de gas LP o gas natural o quemado insuficiente |
| <u>EM12</u> | Emisiones de gases de combustión por equipo automotriz en vehículos que no sean utilitarios usados en el interior de planta |
| <u>EM13</u> | Emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero por actividades de servicios |
| RECURSOS NATURALES | |
| <u>RN1</u> | Afectación a la flora y fauna |
| <u>RN2</u> | Consumo de agua de primer uso (excepto de laboreo: AR3) |
| <u>RN3</u> | Embalajes de madera infestada |
| <u>RN4</u> | Uso de (nombre del recurso natural) aire, gas, petróleo, carbón, mineral, madera y minerales metálicos y no metálicos. Incluye la energía eléctrica producida a partir y derivados del petróleo. Se excluye el agua. |
| RECURSOS CULTURALES | |

Elaboración propia

Beneficios de los Programas Ambientales

¿Por qué se necesita un programa ambiental y qué beneficios se lograrán? La industria minera ha respondido a las preocupaciones públicas y del gobierno acerca de los impactos ambientales de la minería. Los reglamentos sobre el medio ambiente en México han cambiado de manera importante en los últimos veinte años. México ha establecido estándares mínimos de cumplimiento ambiental para aire, suelo, agua superficial y agua subterránea, a través de diversas Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y Normas Mexicanas (NMXs), como están establecidos en las NOM-003-ECOL-1997, NOM-127-SSA1-1994, etc.

El cumplimiento de los requerimientos de las normas es lo mínimo en un programa ambiental, pero se consideran muy bajas con relación a las mejores prácticas internacionales de gestión.

Peñoles ha hecho un compromiso con prácticas social y ambientalmente responsables (Industrias Peñoles). El cumplimiento con altos estándares ambientales permite a las empresas mostrar a sus accionistas, instituciones de préstamo, al público y otras partes interesadas, que sus operaciones son ambientalmente responsables. La demostración de responsabilidad ambiental es parte de la licencia social necesaria para operar una mina y mejorará la reputación de una empresa.

La prevención de impactos ambientales durante las operaciones reducirá los futuros costos de cierre, así como también reducirá el riesgo de impactos para la salud de los empleados o la comunidad. Es especialmente importante controlar la calidad de las emisiones al aire de modo que los contaminantes en suspensión no degraden la calidad del suelo o del agua. Al mismo tiempo, el programa ambiental debe controlar las descargas de agua a la superficie y subterránea, sobre todo por el cauce tan cercano a la unidad. Los problemas en la calidad del agua pueden

impactar la salud de la fauna y de los humanos, con muchos ejemplos de enfermedades agudas y crónicas relacionadas con la mala calidad del agua.

Los programas ambientales prevendrán la futura contaminación que de otro modo se tendría que remediar en el futuro, además las medidas de protección ambiental reducen el potencial de impactos en la salud de los empleados y miembros de la comunidad.

Para la protección del agua subterránea, por ejemplo, incluirían el costo de caracterización del acuífero para ver la calidad del agua y la configuración hidrogeológica, el diseño de las instalaciones que evitan las descargas al agua subterránea y el monitoreo de la efectividad de los diseños e instalación. Las potenciales descargas al subsuelo involucran los depósitos de la pila de mineral gastado. Los diseños que incorporan la protección del agua subterránea podrían incluir revestimientos y canales de control de agua de superficie y cuencas de almacenamiento.

Identificación de impactos ambientales

La actividad minera es catalogada como una de las actividades de mayor impacto ambiental, debido principalmente a las extensiones de terreno que utiliza, así como a la destrucción de vegetación y remoción de suelos que generalmente se ha asociado a esta actividad, lo anterior es parcialmente cierto para las minas a tajo o cielo abierto, no siendo así para las minas subterráneas las cuales no utilizan espacios tan grandes.

Contaminación del agua: La minería consume grandes cantidades de agua y genera drenaje ácido que puede contaminar aguas superficiales y subterráneas con metales tóxicos. El derrame de tóxicos en el río Sonora (México) en 2014 es un ejemplo de la severidad de estos desastres, afectando a miles de personas.

Contaminación del aire: La industria siderúrgica, por ejemplo, genera 1.8 toneladas de CO₂ por cada tonelada de acero producida a nivel mundial, según la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Los procesos de trituración, lavado,

corrosión y otros mecanismos químicos de separación de minerales también liberan gases y partículas al aire.

Contaminación del suelo y erosión: Las minas a cielo abierto propician la erosión y la degradación de los suelos, arrastrando la topografía original de las áreas. Los depósitos de relaves, o residuos de la mina, pueden generar filtraciones contaminantes y erosionarse, contaminando suelos y vegetación.

Consumo de recursos y deforestación: La minería es una actividad que consume grandes cantidades de agua y puede llevar a la deforestación, afectando hábitats y el abastecimiento de agua para comunidades. Se reporta que 576 proyectos mineros en México se encuentran en zonas con déficit hídrico.

Riesgos para la salud y biodiversidad: La alteración de la biodiversidad local debido a la deforestación, la contaminación del agua y el aire, y el ruido constante de las operaciones mineras son impactos significativos.

Accidentes mineros: En México, más de 200 accidentes relacionados con actividades mineras ocurrieron en la última década, incluyendo derrames tóxicos y colapsos de túneles, como el de una mina de carbón operada por Grupo México que costó la vida a 65 mineros.

Otros aspectos que normalmente se asocian a la minera como impactos ambientales son los derivados de los accidentes de presas de jales y los asociados a los drenajes ácidos de mina o de roca; el primero de estos se refiere más a una situación de riesgo que a la operación normal de una mina, y el segundo se encuentra asociado a la cantidad de pirita que se encuentra en el yacimiento, la cual puede generar la producción de ácido sulfúrico por la acción oxidante del aire y la presencia de agua.

Finalmente, el abatimiento de acuífero y su probable contaminación son otros de los impactos ambientales que se encuentran asociados a la explotación y beneficio de minerales, provocados algunas veces por la necesidad de desaguar la mina para poder extraer el mineral, y en otras ocasiones, por la extracción del recurso hídrico en cantidades suficientes para el proceso.

Es decir, cuando el bombeo de agua supera la recarga natural, es un problema grave, esto puede ocurrir debido a la demanda de agua para la propia minería o para otras actividades que dependen de acuíferos.

La disminución de los niveles de agua en los acuíferos puede llevar a la escasez de agua, los residuos mineros y las sustancias químicas utilizadas en el procesamiento de minerales pueden filtrarse hacia el subsuelo, contaminando los yacimientos de agua subterránea.

Identificación y descripción de impactos ambientales

Para el caso de la Unidad Milpillas, de acuerdo con su localización y a los datos campo que se llevan a cabo, durante su etapa de exploración se identifican los siguientes impactos ambientales potencialmente significativos:

- Alojamiento de la fauna silvestre, impacto inevitable en toda la actividad humana intensiva como es el caso de la minería, este impacto se presenta de manera más aguda durante las etapas de preparación del sitio y construcción y tendrá a disminuir durante la etapa de operación y será inexistente durante la etapa post-operativa y de restauración, el impacto se considera inevitable pero factible de mitigar, importancia del mismo dependerá de la presencia de fauna bajo estatus de protección o de relevancia ecológica.
- Contaminación de acuíferos durante la etapa de operación por infiltración de metales disueltos o suspendidos en soluciones acuosas o ácidas provenientes del proceso de lixiviación al que se sujetaran los minerales extraídos o del drenaje ácido de roca o mina que pudiese existir.
- Contaminación de aguas superficiales por descargas de aguas utilizadas durante las diferentes etapas del proceso o provenientes de drenajes ácidos, considerándose de mayor importancia el que se pudiese ocasionar irreversible y de graves consecuencias, sin embargo, también se considera un impacto mitigable casi en su totalidad. Rescate y reubicación de flora y

fauna en alguna categoría de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010). En la unidad minera el Roble, en Velardeña, Durango, cuenta con dos predios e instalaciones para el manejo de vida silvestre de uso intensivo (Gestión de Sustentabilidad).

- Remoción y pérdida de la cobertura vegetal, impacto asociado al anterior y que se presenta también durante la etapa de preparación del sitio o bien durante etapa de construcción, obedece a la necesidad de clarear los terrenos para el desplante de edificios e infraestructura, esta actividad puede asociarse a la pérdida de especies vegetales o animales que se encuentren bajo algún estatus de protección o que se consideren de relevancia ecológica. El impacto puede considerarse irreversible en cuanto a que en la mayoría de las áreas a desmontar la vegetación original será totalmente removida, sin embargo, el impacto es posible de mitigar.
- El paisaje se modificó totalmente sobre todo en las áreas de los patios de lixiviación y banco de material para relleno de mina, este impacto se considera inevitable e irreversible, las medidas de mitigación se diseñar solo podrán ser por compensación mediante la reforestación.
- Abatimiento del nivel freático en caso de seguirse encontrando acuíferos en las áreas de explotación subterránea del mineral y que requieran ser desaguados para la adecuada operación minera o aprovechados para el proceso de lixiviación. Este impacto será en todo caso temporal, presentándose únicamente durante la vida útil de la mina, una vez que esta sea abandonada y el recurso deje de ser extraído y utilizado, los acuíferos regresaran a sus niveles originales, también hay que considerar que este impacto puede ser mitigado.
- Contaminación de suelos por los metales provenientes de los minerales explotados y que puedan ser derramados o emitidos durante el proceso de trituración de la roca.
- Disminución de aportaciones por escurrimiento en época de lluvias hacia los cuerpos de agua.

Los anteriores se consideran impactos ambientales negativos significativos, los impactos asociados a ruido y emisiones a la atmosfera no se consideraron en esta categoría ya que, por un lado los vehículos y equipos a utilizar operan dentro de las NOM's ambientales existentes, también se considera que no existen emisiones fugitivas de polvos y partículas dado que el proceso en exterior de mina se realiza de manera humada asimismo, el polvo que se pueda emitir por el tránsito de vehículos en los caminos de terracería además de considerarse un impacto poco o nada significativo, es difícil de diferenciar del que será emitido por el tránsito de vehículos que no están relacionados con el proyecto y que utilizan los mismo camino, sin embargo dentro de la unidad minera se cuenta con un contratista que se encarga de hacer el riego de caminos en todo el trayecto hacia la minera, y así minimizar las emisiones por polvo hacia a la atmosfera.

Entre los impactos benéficos o positivos detectados hacia el medio ambiente tenemos:

- Debido a la estricta vigilancia que se tiene sobre los terrenos ocupados por la empresa, y que el área a afectar será del orden del 12 %, la fauna silvestre existente dejara de ser molestada y cazada, lo que permitirá que sus poblaciones se recuperen paulatinamente.
- El que el área se deje de usar por pastoreo de ganado, provocara un efecto positivo sobre la vegetación, lo que permitirá que las poblaciones de algunas especies locales se recuperen.
- El recurso suelo en todas aquellas áreas que no serán utilizadas por el proyecto, pero que se encuentren dentro de la propiedad de la empresa, tendrán una recuperación paulatina de sus condiciones originales, propiciado también por la ya mencionada recuperación de la cubierta y estructura vegetal original.

Evaluación de impactos ambientales

- a) La contaminación de suelos por metales y/o minerales no se considera un impacto probable durante la operación normal del proceso ya que, como ya se mencionó, el proceso se realizará en fase húmeda, lo que evitará la emisión de cualquier tipo de polvos; por otra parte, el derrame de minerales sobre el suelo es un evento que solo se puede provocar derivado de un accidente en los patios de lixiviación, situación que por sus características no se evalúa en el presente capítulo y si en el de accidentes ambientales. Desde otra perspectiva, se indica que los suelos de la región, por estar en una zona mineralizada ya presentan niveles naturales de metales que se pueden considerar altos.
- b) La vegetación existente en la zona solo presenta una especie bajo estatus de protección según la NOM 059-ECOL-2000, y esta no se encuentra dentro del área de afectación de la vegetación, de hecho, se encuentra fuera de los terrenos de la empresa. De lo anterior se deduce que el impacto sobre este recurso, si bien de gran magnitud debido a la superficie a desmontar (155-19-00 hectáreas), se puede considerar de baja importancia o significancia.

En lo que respecta a las especies de relevancia ecológica y/o etnológica existen varias en el área del proyecto, pero estas tienen una amplia distribución en la región, además de que, como ya se mencionó en la identificación de impactos, la gran superficie en propiedad de la empresa y la proporcionalmente baja superficie a afectar generarán un impacto positivo sobre las especies vegetales que se encuentran en los supuestos mencionados, debido a que la mayoría de estas son de rápido crecimiento y distribución; en el capítulo de mitigación de impactos ambientales se presentarán las medidas de mitigación y/o compensación de los mismos que la empresa implementará para aquellas especies de importancia o bajo estatus y que no son de rápido crecimiento o distribución como son las arbóreas y las cactáceas.

- c) Los acuíferos, en algunas áreas tienen un nivel freático muy cercano a la superficie, lo que los hace susceptibles de ser contaminados por infiltraciones, sin embargo, dado que una de las características de este tipo de cuerpos de agua es la lentitud con la que pueden recibir aportaciones de la superficie disminuye la probabilidad de este evento; por otra parte, dadas las características de diseño del patio de lixiviación, el cual tiene en la base una membrana de polietileno de alta densidad impermeable (HDPE), diseñada para no permitir el paso de las soluciones ácidas provenientes del beneficio, así como que por cada 6 metros de altura que alcance el montón de lixiviación se colocará una nueva membrana, se puede concluir que el impacto previsto no ocurrirá bajo condiciones normales de operación, sino únicamente por un evento accidental como ruptura de las membranas o derrame de soluciones de las piletas de recuperación, situación que no corresponde al presente capítulo y que se analiza detalladamente en el capítulo sobre accidentes ambientales de este documento.
- d) En materia de fauna silvestre, solo se encuentran en la zona dos especies bajo estatus de protección las cuales son aves, se reporta la presencia cercana, pero fuera del sitio, de un mamífero bajo el estatus en peligro de extinción; estos factores hacen que el impacto sobre este recurso no se considere de una magnitud alta debido a que, como ya se ha mencionado, la superficie de terreno que no será alterado es significativamente mayor, por lo que la mayoría de los individuos encontrarán fácilmente un lugar de refugio; si bien la pérdida de la cubierta vegetal representa una pérdida de hábitat para la fauna, también será considerable el hábitat que recuperarán al ya no llevarse a cabo en el sitio las actividades agropecuarias y a la esperada recuperación natural de las especies vegetales. Asimismo, debido a la prohibición y vigilancia por parte de la empresa para que no se efectúe cacería dentro de los terrenos, asegurará una recuperación de las poblaciones de las especies que son aprovechadas cinegéticamente. Finalmente, la cercanía de áreas silvestres en relativo buen estado de conservación como la Sierra La Mariquita, proveerá a las especies como las

aves, de un hábitat temporal de refugio. No obstante, lo anterior, la empresa implementará una serie de medidas de mitigación.

- e) El drenaje ácido de los minerales existentes en el proyecto, no existen probabilidades de que este fenómeno se presente, por lo que tampoco existirán impactos sobre los recursos edáfico o hidrológico, superficial o subterráneo.
- f) Las aguas superficiales no recibirán ninguna aportación de aguas residuales debido a que, por un lado el proyecto prevé la recirculación total de las aguas y soluciones utilizadas en el proceso de lixiviación, las aguas de servicios serán tratadas y aprovechadas en el proceso o, en caso de verterse a algún cuerpo de agua, se asegurará que estas cumplan con la NOM-001-ECOL-1996, finalmente, en el caso de que hubiese necesidad de extraer aguas del interior de mina, estas serían utilizadas en el proceso. Por todo lo anterior, se considera que no existirá impacto ambiental en este sentido.
- g) La disminución de aportaciones por escurrimientos pluviales a los cuerpos de aguas superficiales debido a la barrera que pueden representar los patios de lixiviación es un impacto inevitable, que debido a la baja precipitación pluvial y superficie de captación que será afectada no se considera de magnitud importante, sin embargo, en el capítulo de medidas de mitigación de impactos ambientales se comentará sobre la forma en que este impacto será mitigado.
- h) El impacto sobre el paisaje, que como ya se comentó será inevitable, no es considerado un impacto de gran relevancia dado a que la zona no se considera un sitio de belleza excepcional ni es utilizado para o tiene potencial turístico. En el capítulo de mitigación de impactos ambientales se describirán las actividades que se contemplarán en el Plan de Abandono para mitigar parcialmente este impacto.

Medidas Preventivas y de Mitigación de Impactos Ambientales

1. Medidas Preventivas:

Como medidas preventivas se entienden aquellas que están diseñadas para prevenir accidentes que tengan consecuencias ambientales, o bien aquellas que puedan disminuir riesgos de eventos no deseados que no forzosamente son accidentes.

Para disminuir el riesgo de que las especies de aves silvestres se acerquen a las piletas de recuperación de soluciones del proceso de la planta, se colocaron bebederos para propiciar que no se acerquen a ellas para obtener este vital líquido.

Se instalaron cercas alrededor de las piletas de recuperación de soluciones en donde hacía falta el cerco, porque representa un riesgo para la fauna terrestre en caso de que esta se acerque demasiado.

El ángulo de reposo del material en los patios de lixiviación tiene un talud de 5 mts para evitar que estos se deslicen y puedan contaminar suelos o cuerpos de agua.

Las membranas de polietileno de alta densidad son de 1.0 (0.040") y 1.5 (0.060") milímetros de espesor, tienen un factor de seguridad contra rupturas y un factor muy bajo de probables infiltraciones, además de que la se que se encuentre en la base se instaló sobre una base de material compactado al 95% Proctor, que además de proveer de una base más estable, puede disminuir sustancialmente la infiltración de la solución al subsuelo.

Las piletas de emergencia tienen una capacidad del 25% superior a la tormenta máxima probable de 24 horas, en un periodo de retorno de 100 años, para evitar un accidente por derrame de esta sobre el suelo.

2. Medidas de mitigación:

Las medidas de mitigación de impactos ambientales se pueden dividir en cinco categorías; las cuales son:

- a) **Medidas de eliminación**, se refieren a la realización de acciones que tiendan a eliminar un impacto ambiental, las acciones pueden ser cambios en el proceso, cambios en la ubicación e, inclusive, el no llevar a cabo el proyecto.
- b) **Medidas de minimización**, se refieren a aquellas actividades que tienen por objetivo reducir la magnitud o significancia de un impacto ambiental a través de disminuir la escala del proyecto o la acción propuesta.
- c) **Medida de reducción**, son aquellas medidas o actividades que se implementan con el objetivo de disminuir la magnitud o significancia del impacto ambiental sin disminuir la escala del proyecto.
- d) **Medida de rectificación**, se aplican para corregir un impacto que se presenta de manera inevitable y se ejecutan en el sitio una vez que el impacto se ha presentado.
- e) **Medidas de compensación**, se aplican fuera del sitio cuando un impacto ambiental es inevitable e irreversible, esto es, que no se pueden aplicar ninguna de las cuatro categorías anteriores y por lo tanto el impacto se debe compensar llevando a cabo actividades de restauración o enriquecimiento de ecosistemas fuera del sitio impactado.

A continuación, se explican las medidas tomadas en la Unidad Milpillás para cada categoría.

Medidas de Eliminación:

- a) La instalación de una planta de tratamiento para las aguas residuales de servicios se considera una medida para la eliminación del posible impacto sobre la calidad del agua de los cuerpos superficiales ya que, al

descargarse o utilizarse nuevamente, el agua dentro de los parámetros permitidos por la norma en la materia se puede considerar que no existe el impacto.

- b) La recirculación de las aguas provenientes del proceso es una medida que elimina el impacto que se pudiese causar sobre los cuerpos de agua superficiales en caso de que estas se vertieran a los mismos.
- c) La utilización de membranas impermeables en el patio de lixiviación y en las piletas, si bien en principio son una medida normal de operación, también debe ser entendida como una medida que ayuda a eliminar el posible impacto por infiltraciones de soluciones con metales disueltos.
- d) El uso de procesos de trituración de mineral en húmedo es una medida aplicada para eliminar las posibilidades de emisiones a la atmósfera por emisiones de polvos fugitivos, así como la instalación de lavadores de gases para control de la calidad del aire en las emisiones al medio ambiente.

Medidas de minimización:

No se consideró ninguna medida de este tipo en la unidad.

Medida de reducción:

- a) La reforestación de las superficies de la propiedad no utilizadas, usando las especies amenazadas o de relevancia ecológica como el Encino bellta, Tascate o Huata, Pino piñonero y Nogal silvestre, reducirá significativamente el impacto que sobre la biomasa vegetal existente se puede producir.
- b) El suelo fértil existente, el cual es muy escaso, será almacenado para ser utilizado en actividades de restauración en el momento que se requiera, lo cual disminuye el impacto por pérdida total de este recurso de una manera importante.
- c) El reciclado de las aguas de proceso y de servicios, además de contribuir a la no alteración de los recursos hídricos superficiales, es una medida que

permite reducir el impacto que se puede causar sobre las aguas subterráneas y superficiales que serán utilizadas en el proyecto.

- d) La adquisición por parte de la empresa de un área de terrenos superficiales muy superior a la necesaria, si bien tiene un origen estratégico, es una medida que permite disminuir significativamente el impacto sobre la flora y fauna silvestres al proveer espacios para la recuperación de especies de flora silvestre y de poblaciones de fauna silvestre.
- e) La prohibición de la cacería dentro de los terrenos propiedad de la empresa y la vigilancia de su cumplimiento, además de ser una medida ética y de principios ambientales del Grupo Peñoles, es una medida establecida para ayudar a disminuir el impacto que esta actividad tiene generalmente en las áreas donde se establecen los proyectos mineros.
- f) Alrededor del patio de lixiviación y de las piletas de soluciones, se construirán bermas para dirigir el agua de lluvia hacia los cuerpos superficiales sin que esta sea contaminada o se vea disminuida sustancialmente en su flujo hacia los mismos por la barrera que estas obras representan.
- g) Humedecimiento de los caminos de tránsito, para evitar el levantamiento de partículas de polvo al medio ambiente, así como el control de la velocidad de los vehículos.
- h) Para la nivelación de terrenos se utilizará el mismo material edáfico del área a nivelar.
- i) Clasificación de los desechos que son peligrosos y que serán puestos a disposición de empresas dedicadas a su reciclado; esto para incrementar el reciclado de los materiales y la vida útil del relleno sanitario.

Medidas de rectificación:

- a) En el patio de lixiviación, así como en los bancos de material para relleno de mina, se realizarán actividades de corrección de taludes y reforestación con las especies de la zona, con el objetivo de integrar lo más posible el área alterada al paisaje regional.

Medidas de compensación:

- a) Se instalará un vivero para el cultivo de las especies bajo estatus de protección y de importancia ecológica que existen en la región, para apoyar las actividades de reforestación regionales.

Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas

La actividad minera se debe realizar en el sitio donde se encuentran los yacimientos que por su riqueza y disponibilidad se consideran sujetos de aprovechamiento, por lo que en este caso no se pueden evaluar diferentes alternativas para la ubicación de la Unidad Milpillás.

Para el caso de los bancos de material para relleno de mina, se busca en la región la existencia de bancos ya operando que pudieran proporcionar el material en la cantidad y con las características que se requieren, al no encontrarse ninguna opción en este sentido se procede a buscar un área donde se pudiera obtener el material.

Los diferentes escenarios ambientales planteados en la Unidad Milpillás son las siguiente:

- a) Durante la operación de la unidad la zona luce severamente alterada en cuanto al paisaje y con un movimiento de personal y vehículos que se podría definir como de alta densidad.
- b) En la etapa operativa de la unidad, el área luce como una zona industrial en la que se desarrollan actividades intensivas, pero que paulatinamente va mejorando su aspecto por las reforestaciones de áreas que no son indispensables para la operación y que fueron dañadas en su momento durante la etapa de construcción.

6.3 Gestión Ambiental

Nuestro sistema de Gestión Ambiental integra los mecanismos clave para mejorar el desempeño ambiental, la relación con grupos de interés, la respuesta y el monitoreo del cumplimiento con la legislación vigente mediante un sistema normativo.

Personal capacitado y competente está a cargo de implementar el sistema en nuestras operaciones, así mismo anualmente se realizan auditorías internas, independientemente de que la unidad esté o no certificada por una entidad externa.

Nuestra gestión dentro de Industrias Peñoles incluye:

- ✓ **Cumplimiento de la normatividad ambiental.**
- ✓ **Conservación** de la biodiversidad y el ecosistema.
- ✓ **Prevención de emisiones** a la atmósfera.
- ✓ **Prevención** del deterioro del **recurso hídrico.**
- ✓ **Prevención** de la disposición inadecuada de **residuos mineros.**
- ✓ **Prevención y gestión** de incidentes ambientales con el objetivo de tener cero daños ambientales.

Los requerimientos de las normas mexicanas incluyen la clasificación apropiada de los residuos y la implementación de controles ambientales. La unidad minera monitorea el aire, agua y residuos generados (residuos peligrosos y regulados).

Gestión de incidentes

Industrias Peñoles cuenta con estándares y procedimientos para prevenir y atender las emergencias que pudieran derivarse de los accidentes y aprender de cada caso. Contamos con un esquema estandarizado que comprenden de los siguientes incidentes ambientales: derrames de residuos y materiales, contaminación de agua, emisiones a la atmosfera e incendios forestales.

Un incidente ambiental significativo es el que sobrepasa el límite máximo permisible que indica la legislación aplicable en temas de suelo, aire, agua y

residuos y, en consecuencia, se deberá reportar y atender inmediato, evaluando la necesidad de llevar a cabo acciones de remediación, las cuales deberán ponerse a consideración de la instancia de gobierno que aplique.

RUBRO, ASPECTO AMBIENTAL E IMPACTO AMBIENTAL



Figura 9. Aspecto Ambiental e Impacto Ambiental

Fuente: (Infografía aspecto e impacto ambiental, 2021).

Monitoreo de la calidad de agua

El agua es uno de los recursos natural fundamental para que las minas existan, pues se usa en los procesos de producción y también en la vida diaria de los mineros, por ello la industria minera pone especial atención en el cuidado y manejo del agua, busca diferentes formas para emplearla en forma eficiente y procura reciclarla y reusarla en cada uno de sus procesos, como lo es en unidad milpillas que cuenta con un sistema de circuito cerrado para la reutilización del mismo beneficio.

La efectividad del sistema de tratamiento está dada por la remoción de los elementos tóxicos de los residuos mineros, su monitoreo constante, permitirá identificar posibles riesgos y aplicar acciones correctivas para reducir el impacto negativo de las actividades mineras en las fuentes de agua aledañas al proyecto.

La unidad minera cuenta con una red de monitoreo de la calidad del agua que entra y sale de la mina, así como del monitoreo de la calidad en cada uno de los procesos.

Es para ello que se cuenta con una serie de pozos de monitoreo, y piezómetros para hacer la medición de los niveles freáticos.

La recomendación de buenas prácticas que se han estado llevando a cabo desde el inicio de las operaciones de la unidad milpillas:

Gestión de agua: Desarrollar modelos hidrológicos en la planificación del sistema de gestión del agua y, si existen, actualizarse y volverse a calibrar. Las mediciones necesarias para completar esta calibración deben incluir: variables climáticas, como precipitación, temperatura, radiación solar, humedad relativa y velocidad y dirección del viento; niveles de los lagos; caudal de arroyos y tasas de descarga de efluentes; y construcción de represas, cuando corresponda.

Manejo del agua: Se sugiere desarrollar e implementar programas específicos al sitio para monitorear la calidad del agua recolectada de mina, las posibles fuentes de filtración, estos programas deben describir la geología superficial y del subsuelo, incluidos los acuíferos; identificar y caracterizar los recursos y usos locales del agua subterránea; indicar la ubicación de las estaciones de muestreo de agua de mina y de filtración y de las áreas de desechos de la mina; proporcionar protocolos de muestreo, manipulación y análisis de agua (cuando los análisis sean completados por laboratorios externos, la mina debe tener copias de los protocolos utilizados); y proporcionar una base de datos del agua subterránea que se actualizará a medida que se realiza el muestreo.

Para procesar los minerales se trabaja en un circuito hidráulico cerrado, lo que significa que el agua se utiliza una y otra vez y solo se repone lo que se evapora o la que sirve para regar los viveros de reforestación o para uso del personal del complejo minero.

En la empresa minera también se construyen piletas o depósitos impermeable en los que el agua se conserva temporalmente. De allí se bombea nuevamente hacia

las instalaciones, lo que permite reusarla y también aprovechar el agua de lluvia que haya caído en las piletas denominadas piletas de emergencia, su diseño evita que el agua se derrame y se mezcle accidentalmente con ríos, lagos o agua subterránea del lugar.

El agua ácida de laboreo, proveniente de interior de mina, que no es empleada en el proceso de lixiviación se somete a un tratamiento químico a base de cal, para neutralizarla, y posteriormente fluye por 5 repesos o piletas donde se depositan los sólidos precipitados al neutralizar el agua con una capacidad total de 26,880 m³. En las piletas de tratamiento del agua de laboreo se observan alcantarillas y erosión en los bordos en varios puntos donde se pueden presentar derrames al arroyo del agua en proceso de tratamiento.

6.4 Monitoreo de agua en repesos

Sistema de Manejo de Agua

El agua de la mina es extraída utilizando bombas Sulzer de 750 a 1250 HP con tubería de 14 pulgadas de diámetro. Las piletas se utilizan para alimentar las bombas. Dentro de la mina se cuenta con cinco piletas para el asentamiento de sólidos. El sistema de manejo de agua se muestra en la siguiente imagen:

Diagrama general de bombeo de agua en interior mina

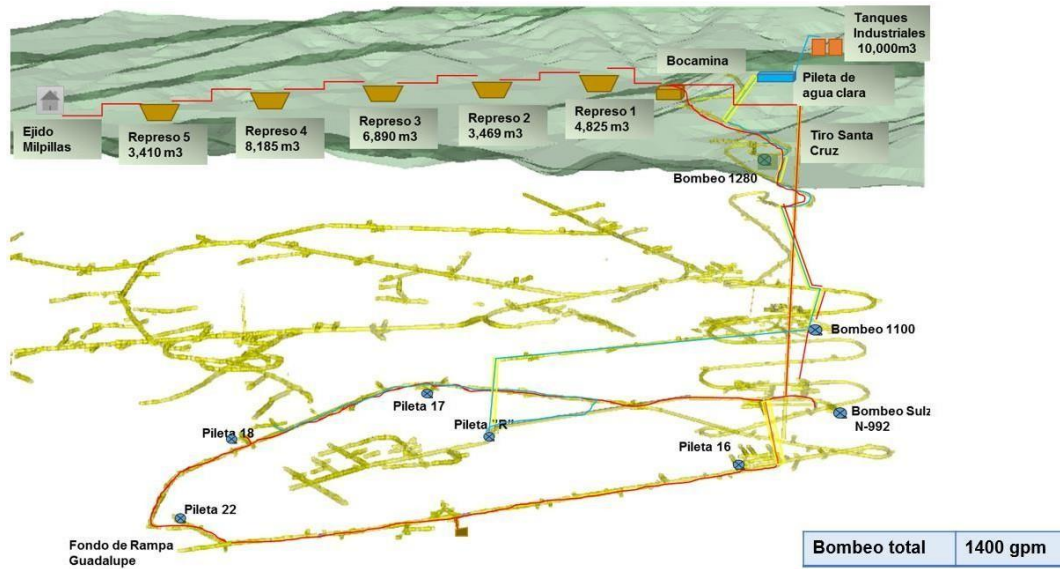


Figura 10. Bombeo de Agua

Fuente: (Compañía Minera La Parreña S.A de C.V., 2024).

En la Unidad Milpillás se cuenta con una serie de represas que contiene el agua de extracción de mina (Agua de laboreo) en la cual se encarga de sedimentar todos los sólidos disueltos con grandes concentraciones de cobre, de la cual por medio de una planta de polímero y con la adición de cal hidra ayuda a sedimentar todos los sólidos contenidos y convertidos a lodos, después de su secado en el lugar adecuado, son depositados a los patios de lixiviación para posteriormente ser tratados.



Figura 11. Patios de Lixiviación. Elaboración propia

Dosificación de Fluxol en planta de polímero



Figura 12. Planta de Polímero

- Muestra tomada en salida de mina



Figura 13. Muestreo Salida de mina

- Muestra tomada en represo No.1



Figura 14. Represo No.1

- Muestra tomada en represo No.2



Figura 15. Represo No.2

- Muestra tomada en represo No.3



Figura 16. Represo No.3

- Muestra tomada en represo No.4



Figura 17. Represo No.4

- Muestra tomada en represo No.5



Figura 18. Represo No.5

- Muestra tomada en represo 5B



Figura 18. Represo 5B

Reporte de muestras analizadas durante los últimos meses del año 2025.



| Fecha | R1 [ppm] | pH | R2 [ppm] | pH | R3 [ppm] | pH | R4 [ppm] | pH | Salida mina [ppm] | pH | R5 [ppm] | pH | RB5 [ppm] | pH |
|-----------|-----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|------|-------------------|-------|----------|------|-----------|------|
| 30-ene-25 | 1.94 | 6.01 | 1.48 | 8.02 | | | 2.21 | 6.85 | 8.63 | 8.12 | 1.86 | 7.38 | | |
| 11-feb-25 | 70.60 | 5.14 | 71.00 | 5.15 | 0.44 | 9.64 | 3.80 | 6.85 | 77.70 | 5.07 | 4.34 | 6.21 | 2.56 | 7.34 |
| 13-feb-25 | 0.05 | 10.59 | 0.57 | 9.34 | 1.47 | 9.31 | 0.45 | 8.90 | 5.06 | 10.54 | 0.65 | 8.49 | 0.52 | 8.75 |
| 20-feb-25 | 0.63 | 8.58 | 2.04 | 9.99 | 0.77 | 10.13 | 6.41 | 7.01 | 11.60 | 8.19 | 6.72 | 7.16 | 5.73 | 7.19 |
| 27-feb-25 | 0.20 | 9.50 | 1.24 | 9.40 | 10.40 | 6.65 | 37.80 | 6.53 | | | | | 0.48 | 7.89 |
| 6-mar-25 | 0.93 | 11.91 | 23.50 | 7.14 | 41.80 | 6.39 | 22.70 | 6.53 | 2.89 | 11.80 | 1.43 | 8.95 | 0.04 | 8.87 |
| 13-mar-25 | 0.63 | 9.68 | 11.80 | 10.13 | 8.70 | 7.45 | 23.10 | 6.84 | 0.60 | 10.30 | 17.00 | 7.34 | 12.40 | 7.34 |
| 20-mar-25 | 0.36 | 8.30 | 6.47 | 7.37 | 7.21 | 7.25 | 4.76 | 7.30 | | | 2.50 | 8.27 | 3.41 | 8.23 |
| 27-mar-25 | 0.166 g/L | 4.60 | 65.80 | 5.70 | 28.40 | 6.03 | 39.30 | 5.87 | 0.165 g/L | 5.43 | 0.75 | 8.92 | 0.48 | 8.94 |

Figura 19. Reporte de muestras especiales ambiental

Fuente: Elaboración propia.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Ptar)

El agua para el proceso en el circuito del electrolito es tratada en una planta de osmosis inversa. Para el resto de la planta, se utiliza el agua que provenga directamente de la pileta general que abastece de este líquido a todo el proyecto.

El agua residual sanitaria, producto del uso en los servicios de baños y limpieza, incluyendo la del campamento de los contratistas, pasa por una fosa séptica bioenzimática.



Figura 20. Planta de tratamiento de aguas residuales



Figura 22. Muestreo de piezómetros

Muestreo de pozos de monitoreo

El muestro del agua se realiza desde diferentes fuentes en la mina:

- Agua de arroyos (salida de la mina y límite del predio)
- Agua de servicios
- Agua del RV10
- Aguas de los pozos de monitoreo
- Agua de la planta potabilizadora
- Agua de planta de tratamiento de aguas residuales

Existen **seis pozos de monitoreo** alrededor de la pila de lixiviación

Localización de los pozos de monitoreo



Figura 23. Localización pozos de monitoreo

Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

Se sugiere realizar un estudio para la localización de pozos de monitoreo aguas arriba y abajo del proyecto minero de tal manera que estos pozos se encuentren a una profundidad y distancia suficiente para obtener muestras representativas de los diferentes acuíferos.

Las ubicaciones y número de pozos se deberían optimizar en base a las direcciones de flujo del agua subterránea. Las normas mexicanas requieren que


los pozos con gradiente ascendente y descendente se usen para monitorear los impactos desde el patio de lixiviado (NOM-159) que requiere la instalación de al menos dos pozos; sin embargo, se necesita un mínimo de tres pozos para calcular la dirección de flujo de agua subterránea porque es un vector, no una cantidad escalar. Por lo tanto, se necesita un mínimo de tres pozos de monitoreo en la instalación de patios de lixiviación para determinar la dirección de flujo del agua subterránea. Además, las condiciones del sitio requieren la ubicación de pozos con gradiente ascendente y descendente de otras instalaciones que pudieran tener impactos ambientales, tales como el área de manejo químico y áreas de procesamiento.



Figura 24. Muestreo de agua



Figura 25. Muestreo de agua en pozos de monitoreo



**ANALITICA DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.™
LABORATORIOS**

INFORME DE LABORATORIO

No. DE ORDEN: 11239
 No. DE LABORATORIO: 11239-1
 FECHA DE EMISIÓN: 2024-02-17
 PÁGINA: 1 de 3

COMPañIA MINERA LA PARREÑA, S.A. DE C.V.
 CALZADA MANUEL GÓMEZ MORÍN No. 444, TORREÓN RESIDENCIAL, TORREÓN, TORREÓN, 27268
 Departamento de Compras
 nedra_guizarro@penoles.com.mx

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:

| | | |
|---|---------------------------|---------------|
| FECHA INGRESO: 2024-02-01 | FECHA: 2024-01-31 | HORA: 10:40 h |
| MATRIZ DE LA MUESTRA: AGUA SUBTERRANEA | | |
| IDENTIFICACIÓN: PM 1 | | |
| MUESTREO POR: Analítica del Noroeste Jorge Alfredo Gaxiola Sanchez | | |
| TIPO DE MUESTREO: INSTANTANEO | | |
| REFERENCIA Y PLAN DE MUESTREO: NMX-AA-003-1980 Acreditada rama: Agua y Aprobada Conagua | | |
| SITIO DE MUESTREO: UNIDAD MINERA LA PARREÑA, CANANEA, SONORA | | |
| OBSERVACIONES DE MUESTREO: NO | | |
| TEMPERATURA DE INGRESO: 4 °C | CANTIDAD: 22.3 L | |
| CONDICIONES DE RECEPCIÓN: MUESTRA COLOR CAFE, CON ASPECTO TURBIO | PRESERVACIÓN ADECUADA: SI | |

RESULTADOS DE PRUEBAS

| PARÁMETRO | UNIDADES | RESULTADO | LC/CMC | MÉTODO Y RECONOCIMIENTO | RR | FECHA, ANALISTA |
|----------------------------|-------------|-----------|--------|-----------------------------------|-----|-----------------|
| Arsénico (As) | mg/L | 0.018 | 0.010 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-15 JLMS |
| Calcio (Ca) | mg/L | 93.0 | 2.50 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-14 CKSA |
| Cadmio (Cd) | mg/L | < L.C. | 0.0025 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-15 JLMS |
| Conductividad Eléctrica | µS/cm | 538 | NA | NMX-AA-093-SCFI-2018 | a,d | 2024-01-31 JAGS |
| Cloruros | mg/L Cl- | 12 | 10 | NMX-AA-073-SCFI-2001 | a,d | 2024-02-05 BSTB |
| Cianuro total | mg/L CN | < L.C. | 0.012 | NMX-AA-058-SCFI-2001 | a,d | 2024-02-02 MFBL |
| Carbonatos | mg/L CO3 | < C.M.C. | 60 | AOAC 920.194 | g | 2024-02-01 EDMV |
| Cromo (Cr) | mg/L | 0.028 | 0.010 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-15 JLMS |
| Cobre (Cu) | mg/L | 0.126 | 0.050 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-15 JLMS |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L DQO-TS | < L.C. | 30 | NMX-AA-030/2-SCFI-2011 | a,d | 2024-02-14 CVG |
| Grasas y aceites | mg/L | < C.M.C. | 7 | NMX-AA-095-SCFI-2013 | a,d | 2024-02-09 IAVG |
| Bicarbonatos | mg/L HCO3 | 211 | 30 | AOAC 920.194 | g | 2024-02-01 EDMV |
| Mercurio (Hg) | mg/L | < L.C. | 0.0005 | NMX-AA-051-SCFI-2016 | a,d | 2024-02-08 BSTB |
| Potasio (K) | mg/L | 6.57 | 2.50 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-14 CKSA |
| Magnesio (Mg) | mg/L | 17.6 | 2.50 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-14 CKSA |
| Sodio (Na) | mg/L | 44.8 | 2.50 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-14 CKSA |
| Niquel (Ni) | mg/L | < L.C. | 0.050 | EPA 8010 D SW-846 Rev. 4 EUA 2014 | a,d | 2024-02-15 JLMS |

Bvd. Luis Donaldo Colosio No. 707, Col. Las Quintas, C.P. 83240, Hermosillo, Sonora.
 Teléfonos: 6622 160039, 6622 162321, 6622 165227.
servicios@analiticanoroeste.com, servicios2@analiticanoroeste.com, administración@analiticanoroeste.com ADN-CC-033

Figura 26. Resultados de muestreo de agua

La unidad trata de utilizar la menor cantidad posible de agua en sus procesos. Esta no se tira ni se desperdicia, sino que se usa una y otra vez en la mina dentro de su circuito cerrado, antes de reintegrarla al medio ambiente se le da un tratamiento adecuado (especial) para que recupere las características y calidad del agua de ese lugar.

El agua de los ríos, lagos y lagunas cercanas a la unidad se monitorea con frecuencia para asegurar de que conserve su calidad.

Manejo de Residuos

Dentro de la unidad el manejo de residuos se enfoca en la minimización de generación, el manejo adecuado y la disposición final responsable, alineándose con la normatividad federal y estatal. Priorizar la reutilización y valorización de los residuos, como la reutilización de llanta de desecho para utilizarlas como relleno en interior mina. También se asegura de que los proveedores encargados del manejo, transporte y disposición final de residuos cuenten con las autorizaciones necesarias y dar cumplimiento normativo ante las dependencias gubernamentales.

Aspectos clave del manejo de residuos dentro la unidad milpillas y el resto de las unidades de industrias peñoles:

Minimización de la generación:

Se busca reducir la cantidad de residuos generados en las operaciones.

Reutilización y valorización:

Se aprovechan los residuos de manejo especial como lo son las llantas de desecho como pilares de soporte o relleno en interior mina, reduciendo la necesidad de disposición final.

Manejo y transporte adecuado:

Se verifican las autorizaciones de los proveedores para garantizar un manejo y transporte seguro y legal del residuo y dar cumplimiento ante las autoridades.

Disposición final responsable:

Se implementan procesos de tratamiento de aguas residuales y se asegura una disposición final adecuada para los residuos sólidos contando con el permiso vigente y la autorización del relleno sanitario.

Cumplimiento normativo:

Se asegura el cumplimiento de todas las regulaciones ambientales aplicables.

Certificación:

Se refrendan año tras año las certificaciones ambientales, demostrando su compromiso con la sostenibilidad.

El manejo de residuos peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos en la unidad involucra la identificación, envasado, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final, buscando minimizar y reciclar.

Pasos detallados:

1. Identificación del residuo:

Determinar el tipo de residuo peligroso y sus características CRETIB, manejo especial y sólidos urbanos.

2. Envasado:

Embalar los residuos de manera segura y adecuada para evitar fugas o contaminación

3. Almacenamiento temporal.

Almacenar los residuos en instalaciones seguras y designadas, siguiendo las regulaciones y los estándares de diseño del almacén, así como realizar un embarque por mes para evitar acumulación de residuos.

4. Recolección y transporte externo:

Contratar empresas autorizadas para la recolección y transporte de los residuos a instalaciones de tratamiento o disposición final.

5. Registro como gran generador de residuos peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos:

Cumplir con los requisitos legales de registro como gran generador de residuos peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos, según la guía de AMDA.

6. Bitácora de generación:

Mantener registros detallados de los residuos generados, incluyendo cantidades, fechas y características.

7. Bitácora del almacén temporal:

Llevar un registro de los residuos almacenados temporalmente, incluyendo fechas de entrada y salida.

8. Manifiestos de entrega, transporte y recepción:

Documentar la entrega, transporte y recepción de los residuos según la guía de AMDA.

9. Disposición final o tratamiento adecuado:

Asegurarse de que los residuos sean tratados y dispuestos final de manera segura y en instalaciones autorizadas.



Figura 27. Gestión Integral

Fuente: (Colombia verde, 2025).

- **Residuos peligrosos**



Figura 28. Almacén de Residuos Peligrosos.

Residuos peligroso-registrados en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

| Residuos peligrosos registrados en el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos | | Características físicas | Características de peligrosidad | | | | | | | Cantidad de generación anual | | |
|---|---|-------------------------|---------------------------------|---|---|----|----|----|---|------------------------------|-----|-----|
| | | | C | R | E | Te | Th | Tt | I | | | B |
| 1 | Aceite lubricante gastado | Líquido | | | | X | | | | | 200 | ton |
| 2 | Materiales impregnados de grasa y/o aceite (trapos, plástico, cartón, tierra, filtros no metálicos y mangueras). | Sólido | | | | X | | | | | 150 | ton |
| 3 | Materiales impregnados de solventes y pintura base solvente (trapos, brochas, envases vacíos de aerosoles y pintura). | Sólido | | | | X | | | | | 10 | ton |
| 4 | Lámparas fluorescentes. | Sólido | | | | X | | | | | 1 | ton |
| 5 | Acumuladores usados de vehículos (plomo-acido). | Sólido | X | | | X | | | | | 10 | ton |
| 6 | Envases vacíos plásticos y metálicos que contuvieron sustancias químicas peligrosas (de varias capacidades). | Sólido | X | X | | X | | | | | 50 | ton |
| 7 | Residuos biológico infeccioso | Sólido | | | | X | | | | | 50 | kg |
| 8 | Residuos punzocortantes | Sólido | | | | X | | | | | 50 | kg |
| 9 | Agua contaminada con hidrocarburos | Líquido | | | | X | | | | | 5 | ton |
| 10 | Pilas | Sólido | | | | X | | | | | 1 | ton |

Figura 29. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

Bitácora de generación de residuos peligrosos

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
 DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS
 COMPAÑÍA MINERA LA PARREÑA S.A. DE C.V.
 BITÁCORA DE RESIDUOS PELIGROSOS Y SITIOS CONTAMINADOS.
 Modalidad A. Bitácora de grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos.
 SEMARNAT-07-027-A



| GENERACIÓN | | | | | | | ALMACENAMIENTO TEMPORAL Art. 71 fracción I inciso (d) | | MANEJO | | | | | |
|--|---------------------|--|---|---|---|---|--|---|--|---------------|-----------------|--|---|--------------------------|
| Nombre del Residuo Peligroso Art. 71 fracción I inciso (a) | Cantidad gene. Ton. | Características de peligrosidad del residuo-Código de peligrosidad de los residuos (CPR) Art. 71 fracción I inciso (b) | | | | | | | Área o proceso de generación Art. 71 fracción I inciso (c) | Fecha de ing. | Fecha de salida | Fase de manejo siguiente a la salida del almacén Art. 71 fracción I inciso (e) | Prestador de servicio Art. 71 fracción I inciso (f) | |
| | | C | R | E | T | T | H | T | | | | | I | B |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE | 0.15 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 10/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE (TRAPOS) | 0.085 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE (TRAPOS) | 0.085 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE (TRAPOS) | 0.085 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO MINA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE (TRAPOS) | 0.08 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO PLANTA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE (TRAPOS) | 0.05 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO PLANTA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA Y/O ACEITE (TRAPOS) | 0.05 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO PLANTA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO PLANTA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |
| ACEITE LUBRICANTE GASTADO | 0.2 | | | | X | | | | MAINTENIMIENTO PLANTA | 12/01/2024 | | Transferencia a Centro de Acopio | Lubricantes JUGUER, S.A. de C.V. | No. 05-35-PS-010-07-2015 |

Figura 30. Bitácora de generación.

Fuente: Elaboración propia.

El Facilitador o supervisor del Departamento generador por su parte, se encargará de verificar que cada recipiente esté correctamente identificado y que se depositen los residuos que le correspondan. Así como también las etiquetas para los recipientes que se embarquen de acuerdo con los requisitos legales sobre el transporte de residuos peligrosos que transiten sobre vías generales de comunicación.

- **Residuos de Manejo Especial**

Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.



Figura 31. Almacén temporal de chatarra

Bitácora de generación de Residuos de Manejo Especial

| Fecha de entrada | Fecha de embarque | I. Datos de identificación del generador o prestador de servicio respectivo incluyendo su ubicación | | | TIPO DE RESIDUO | Nombre del residuo | Cantidad de manejo (LOT) | TIPO DE CONTENEDOR | Cantidad de manejo (ton) | Modalidad de manejo al que se sujeta | Tenemos manifiesto original/ST o No | No. de autorización transportista/Acopia |
|------------------|-------------------|---|----------------|--|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 04/08/2023 | 04/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 10.33 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 05/08/2023 | 05/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos: Cobre | 1 | Pollorapa metálica | 5.35 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 35 | 07/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.02 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 36 | 08/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.95 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 37 | 09/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.54 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 38 | 10/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 9.07 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 39 | 10/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.59 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 40 | 14/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.77 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 41 | 14/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.91 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 42 | 17/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.81 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 43 | 17/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.99 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 44 | 18/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.78 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 45 | 21/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 9.81 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 46 | 21/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.94 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 47 | 22/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.75 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 48 | 22/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.21 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 49 | 24/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.36 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 50 | 24/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.97 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 51 | 28/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.51 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 52 | 28/08/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.8 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 53 | 01/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.5 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 54 | 01/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.45 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 55 | 04/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.94 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 56 | 04/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.07 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 57 | 07/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.22 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 58 | 07/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.95 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 59 | 08/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.46 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 60 | 08/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.95 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 61 | 11/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.51 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 62 | 11/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 5.55 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 63 | 14/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.11 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 64 | 14/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.01 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 65 | 14/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.18 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 73 | 25/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 7.75 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 67 | 19/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.5 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 68 | | | | | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 21/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.44 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 71 | 22/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 10.79 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 72 | 22/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 6.65 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 73 | 25/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 5.3 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |
| 74 | 25/09/2023 | Compañía Minera La Parreña | S. A. de C. V. | | Residuo de manejo especial | Residuos metálicos ferrosos | 1 | Pollorapa metálica | 8.04 | Reciclaje | Si | CEDES-RGRME-105/17 |

Figura 32. Bitácora de generación

Fuente: Elaboración propia.

- **Residuos Sólidos Urbanos**

Personal interno y contratista tienen la obligación de hacer su separación previamente al confinamiento de residuos de manejo especial y residuos peligrosos.



Figura 33. Ecoisla

Clasificación de los Residuos Sólidos Urbanos



Figura 34. Clasificación

Uso actual del suelo

Uno de los elementos que forman parte del medio ambiente es el suelo. Cuando se comienza con las instalaciones de la unidad minera se recupera la capa superior del suelo, en la que crecen el pasto y otros vegetales tipos de la región,

se almacenan y más adelante se usara como si fuera una gran alfombra, para hacer las reforestaciones diversas dentro de la zona.

En las operaciones mineras a cielo abierto o subterráneas se construyen taludes, que son escalones muy grandes e inclinados que sirven para operar eficientemente la mina, al finalizar los trabajos de minería en el área debe de realizarse la restauración ambiental, que es el proceso que trata de dejar las condiciones de la zona lo más parecidas a las originales y para ello la superficie debe quedar menos inclinada, pues esto evita deslaves, derrumbes, erosiones por el agua y el viento y además mejora el paisaje.

El suelo que se almacena en un principio se acondiciona y se deposita sobre los taludes para que vuelvan a crecer las plantas en el lugar e inicie la reforestación.

Las zonas de reparación de maquinaria y equipos como son los talleres de mantenimiento superficie y mina, además de los talleres del personal contratista, son construidos sobre pisos de concreto para evitar que cualquier sustancia se filtre al suelo.

Dentro de la unidad minera se determinaron ciertos cambios de uso de suelo para continuar con las operaciones de la unidad, pasando de uso de suelo forestal a industrial, representadas en las diferentes modificaciones a la Manifestación de Impacto Ambiental.

Monitoreo de emisiones a la atmosfera

Calidad del Aire

Algunas actividades de las minas pueden tener impacto sobre la calidad del aire, sobre todo por la generación de polvo, este se produce cuando se transportan rocas, cuando se realizan explosiones controladas para desprender el material de la mina, cuando sopla un viento fuerte en específico en lugares donde hay presencia de caminos de terracería e incluso cuando los camiones que transportan el mineral circulan por los caminos.

Este polvo que se mueve con el aire puede afectar a los seres vivos y el funcionamiento de la maquinaria, por eso es importante controlarlo y evitar que se disperse por el medio ambiente.

Hay tres fuentes fijas (fuentes de emisiones) en el sitio:

- Dos lavadores de gases ubicados en laboratorio y planta de electrólisis
- Un Colector de polvos ubicado en el laboratorio.

Ningún punto de emisión tiene resultados de muestreo recientes por encima de los límites permisibles individuales. También se lleva a cabo un monitoreo perimetral de las partículas suspendidas totales en cuatro lugares sin muestras recientes que tengan resultados por encima de los límites permisibles.

La empresa utiliza colectores de polvo que funcionan a la par de la producción minera, estos trabajan de manera automática y continua las 24 horas del día; cada uno tiene un sistema de autolimpieza que se activa cuando ya tiene demasiado polvo y se revisan periódicamente para que su desempeño sea de acuerdo con las normas ambientales establecidas para las unidades mineras y así tengan el cumplimiento normativo que año con año se realizan en las auditorías internas y externas.



Figura 35. Monitoreo de Partículas

- **Calentadores**



Figura 36. Calentadores 1,2,3 y 4

- **Scrubber**



Figura 37. Scrubber

- **Colector de polvos y lavador de gases**



Figura 38. Colector de polvos

- **Supresor de polvos**



Figura 39. Stock-Pile

Cada cierto tiempo se miden las emisiones de polvo para asegurarse de que los niveles cumplan con las normas ambientales establecidas, así mismo se le da mantenimiento constante a la maquinaria (quebradoras, bandas transportadoras) para que su funcionamiento sea óptimo.

Biodiversidad

Una de las características primordiales del medio ambiente es la biodiversidad, que puede definirse como todas las especies de seres vivos que habitan nuestro planeta y sus relaciones con el entorno, es importante que sepas que todos los organismos son valiosos por muchas razones, porque tenemos con ellos historia común, porque compartimos recursos y porque son indispensables para mantener la vida en la tierra como la conocemos, con toda su riqueza y diversidad.

La unidad minera reconoce el papel de la naturaleza en nuestras vidas, y por ello han implementado diferentes acciones que sirven para cuidar, conservar y restaurar la diversidad de seres vivos que habitan en la zona de desarrollo de los complejos mineros. Esto se realiza en las empresas que están por iniciar y también las que ya se encuentran operando, la empresa cuenta, con programas especiales para cuidar y proteger la biodiversidad local, así como sus programas de rescate de flora y fauna.

Flora y Fauna

En la unidad se cuenta con programa y reubicación de especies, más en especial cuando se tiene que hacer una remoción de masa como lo son los cambios de uso de suelo.

Para conseguirlo contratamos a especialistas o en su caso el mismo departamento de medio ambiente, estudiamos las especies del lugar e identificamos cuales son comunes, y si se encuentran en estatus de amenaza o peligro de extinción, toda esta información forma parte integral de la planeación de la mina y sirve de referencia para proteger y conservar a las especies del lugar.



Echinocereus rigidissimus



Agave palmeri



Quercus arizonica



Echinocereus rigidissimus

Figura 40. Flora

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la flora, se recolectan semillas que se siembran, germinan, desarrollan y crecen en viveros, que la empresa instala para su cuidado y conservación. En ocasiones existe vegetación que solo debe de cambiarse de sitio, ya sea por su tamaño o por su importancia en el ecosistema, en esos casos se transporta a lugares con las mismas condiciones adecuadas para que crezca sana y fuerte, esto es muy común que exista en la unidad.



Figura 41. Cuidado Ambiental

Fuente: (Desempeño Ambiental, Industrias Peñoles).

Uno de los procesos importantes es la reforestación, se instalan viveros e invernaderos para cuidar algunas de las especies endémicas de la región, con estos ejemplares alcanzan cierto tamaño se plantan en las zonas de la establecidas por la unidad y en las que el suelo ya fue adaptado para que sea posible el crecimiento vegetal.

Del mismo modo que sucede con la flora, la empresa minera debe de conocer la fauna del lugar, para ello contamos con biólogos y el mismo departamento de medio ambiente investigamos y estudiamos las especies, con base nuestras observaciones determinamos la forma adecuada de cuidar y proteger las especies endémicas de la región.

Es importante saber si en el área existe alguna especie en peligro de extinción, amenazada o incluso que habite exclusivamente en esa zona. Además, es esencial conocer algunos patrones de las especies, como épocas de reproducción y crianza, hábitos alimenticios y de conducta, si habitan la zona todo el año o tienen patrones de migración.

La fauna municipal es variada, destacando las siguientes especies:

Anfibios: sapo, rana y sapo verde.

Reptiles: tortuga de río, lagartijas, víbora de cascabel y camaleón.

Mamíferos: venado de cola blanca, puma, mapache, ratón de campo, ardilla, liebre, coyote y jabalí.

Aves: tortolita cola corta, lechuza, tecolote enano, golondrina común, aura y güilota



Figura 42. Fauna

Fuente: (iNaturalist México, 2025).

Industrias peñoles es una de las empresas consciente y preocupada por el cuidado de la biodiversidad debido a que es parte fundamental del equilibrio ecológico.

Peñoles cuenta con varios programas entre los que se incluyen campañas de forestación y reforestación en sus instalaciones y en los espacios de las comunidades cercanas, esto se realiza con especies de flora nativa del lugar, con el fin de recuperar y mantener los espacios lo más cercanos a las condiciones naturales. Para propagar esas especies de flora en la mayoría de sus complejos han construido viveros cuya capacidad aumenta anualmente, además de ello, también trabajan en el tratamiento de aguas residuales para reusarlas con diversos propósitos, entre los que destacan el riego de las zonas que se reforestan.



COMPAÑÍA MINERA LA PARREÑA S.A DE C.V.
LISTADO DE ESPCIAS DE FLORA A RESCATAR

Departamento de Seguridad y Medio Ambiente



Sistema de
Administración
Ambiental

FECHA
18 de Agosto del
2019

Hoja Num. 1 de 1

| No | ESPECIE | NOMBRE COMÚN | FAMILIA | CANTIDAD TOTAL POR LA 25.1793 Ha | % por Banco 2 | | 1er ETAPA | 2da ETAPA | 3ra ETAPA | TOTAL RESCATADO |
|----|----------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| 2 | <i>Agave palmeri</i> | Lechuguilla | <i>Asparagaceae</i> | 939 | 0.87 | 64 | 22 | 18 | 31 | 71 |
| 4 | <i>Bouteloua spp</i> | Navajitas | <i>Gramineae</i> | 95352 | 88.17 | 6494 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | <i>Calliandra eriophylla</i> | Cósahui | <i>Leguminosae</i> | 2276 | 2.10 | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | <i>Dasyllirion wheeleri</i> | Sotol | <i>Asparagaceae</i> | 967 | 0.89 | 66 | 6 | 33 | 17 | 56 |
| 9 | <i>Echinocereus rigidissimus</i> | Cabeza de viejo | <i>Cactaceae</i> | 233 | 0.22 | 16 | 24 | 8 | 21 | 53 |
| 11 | <i>Juniperus deppeana</i> | Táscale | <i>Cupressaceae</i> | 96 | 0.09 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | <i>Nolina microcarpa</i> | Palmilla | <i>Asparagaceae</i> | 1250 | 1.16 | 85 | 8 | 40 | 17 | 65 |
| 14 | <i>Opuntia engelmannii</i> | Nopal | <i>Cactaceae</i> | 519 | 0.48 | 35 | 18 | 23 | 22 | 63 |
| 15 | <i>Opuntia lasiocoma</i> | Choya tasajo | <i>Cactaceae</i> | 3457 | 3.20 | 235 | 128 | 266 | 174 | 568 |
| 16 | <i>Prosopis juliflora</i> | Mezquite | <i>Leguminosae</i> | 280 | 0.26 | 19 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 17 | <i>Quercus arizonica</i> | Encino blanco | <i>Fagaceae</i> | 995 | 0.92 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | <i>Yucca baccata</i> | Yuca | <i>Asparagaceae</i> | 1584 | 1.46 | 108 | 12 | 49 | 97 | 158 |

Figura 43. Listado de especies

Fuente: Elaboración propia.

Energía

La unidad minera se ha dado a la tarea de procurar el uso de energías alternativas, como la energía solar que sirve para que la flora realice la fotosíntesis, la energía eólica que se produce a partir del viento y la energía hídrica producida por el agua.

Una de las prioridades de la mina es la eficiencia energética, por ello ha impulsado algunas iniciáticas como la generación de energía eléctrica a partir de la instalación de celdas solares para dar energía principalmente a la planta beneficio y al resto de las oficinas de la empresa.

Por lo anterior el impulso y generación de procesos y tecnologías que vanguardia son un compromiso de la empresa socialmente responsable que procura realizar sus actividades de forma limpia y respetuosa con el medio ambiente.



Figura 44. Paneles solares

Fuente: (Desempeño Ambiental, Industrias Peñoles).



Figura 45. Foto panorámica trituración

Fuente: (Desempeño Ambiental, Industrias Peñoles).

Esta empresa minera se esmera en buscar y producir energías limpias, por ello impulso en el estado de Oaxaca el proyecto Fuerza Eólica del Istmo, un parque en el que se usa el viento como productor de energía.

Campañas y eventos



Figura 46. Campaña Día Mundial del Medio Ambiente 2024



Figura 47. Eventos y revisión de pipas ácido sulfúrico

7. Impacto de la experiencia laboral

De acuerdo con la experiencia laboral adquirida en el departamento de medio ambiente de la Compañía Minera La Parreña S.A de C.V., se enlistaron los siguientes tres ámbitos.

7.1 Ámbito Institucional

- Es necesario continuar implementando campañas de difusión sobre el manejo de los residuos, el cuidado del agua y la prevención de derrames y que se abarque al 100 % el total del personal que laboran en la unidad, tanto empleados como personal contratista, derivado de eso se tendrán menos derrames de aceite y se mantendrá el área donde se generan nuestras actividades dentro del estándar de orden y limpieza.
- Seguir con la implementación del Sistema de Gestión Integral Peñoles (SGIP) y capacitar al personal de acuerdo con sus aspectos ambientales que les apliquen en cada una de sus actividades y así lograr obtener certificaciones como la ISO 14001:2015, para garantizar las medidas para reducir la huella ambiental, mejorar su desempeño ambiental y concientizar y motivar al personal

7.2 Ámbito Profesional

- Mi experiencia profesional en una de las Unidades Mineras de Industrias Peñoles, se hizo uso de mi aprendizaje obtenido en la Licenciatura en Ciencias Ambientales, ya que en la minería abarca una lista grande de temas enfocados a la parte de medio ambiente.

- Se generaron alternativas de solución a los problemas ambientales que engloba la unidad, así como propuestas de manejo y uso sustentable de los recursos naturales.
- Se realizaron actividades referentes a educación ambiental impartidas en las diferentes escuelas cercanas a la unidad desde nivel primaria, secundaria y preparatoria, donde se abordaban temas en relación con el cambio climático y todo lo relacionada a la parte de medio ambiente.
- Durante mi estancia aquí en Unidad Milpillas en el departamento, se tomaba en cuenta mis opiniones, puntos de vista además de sugerencias para mejorar los aspectos ambientales y tener un menor impacto hacia las actividades desarrolladas por la minería, se mejoró la forma de trabajo y se hace una gran colaboración grupal dentro del departamento.
- La minería impacta no solo el medio ambiente sino también las comunidades locales en las que la unidad minera se encuentra establecida, fomentar la participación comunitaria en la planificación y toma de decisiones puede ayudar a minimizar conflictos y garantizar que los beneficios tanto académicos como en la minería se distribuyan equitativamente.
- Un ambientólogo debe tener un impacto profesional crucial en la minería al evaluar, gestionar y mitigar los impactos ambientales y sociales derivados de las operaciones mineras, trabajando para asegurar el cumplimiento normativo, la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, adquirida en nuestra formación educativa.
- La conciencia ambiental y la formación académica es crucial, además de invertir en programas de educación y sensibilización tanto para los trabajadores de la industria como para las comunidades y las escuelas,

puede fomentar practicas mas sostenibles y promover la responsabilidad ambiental.

- Durante las actividades de campo que se realizan, se obtiene una gran variedad de conocimientos tanto prácticos y teóricos, ya que en el departamento de medio ambiente es uno de los que tiene más relación con la mayoría de los departamentos, es por eso por lo que se interactuaba con todo el personal en temas de actividades ambientales y en cuestiones de seguridad y mantenimiento de los equipos.

7.3 Ámbito Académico

- Se dio mucho énfasis al aprendizaje en materia de legislación ambiental aplicable a la minera, así como los planes de manejo de residuos y tomo el tema referente a la gestión ambiental.
- Existe una mayor adquisición de conocimientos en general de todas las áreas, además de que en Industrias Peñoles es primordial el tema de capacitación a su personal para estar en las mejoras practicas estándar y tener un acervo educativo más amplio y general más visión ambiental.
- Se aparto una grande parte del conocimiento adquirido en las materias de gestión ambiental, ecología industrial, legislación y normatividad ambiental, para dar apoyo a los planes de manejo, certificaciones futuras para la unidad en base a las Normas ISO, Industrial limpia entre otras.

La universidad y el medio ambiente se encuentran relacionados entre sí, por el mismo hecho de que las universidades pretenden diseñar actividades y acciones que posibiliten el desarrollo de habilidades y capacidades para la conservación del Medio Ambiente. Cabe mencionar que el medio ambiente es una de las preocupaciones tanto políticas, económicas, sociales y educativas a nivel mundial,

por tal motivo, las instituciones educativas deben destacar la importancia del conocimiento y el cumplimiento de las normas ambientales aplicables a cada uno de los procesos se encuentren vigentes dentro del país. A su vez, de repercutir en una formación ambiental en la que los jóvenes universitarios deben de crear un comportamiento socialmente responsable ante las problemáticas ambientales enfrentadas en cada uno de los diferentes ámbitos, es decir, fomentar a la creación de una cultura ambiental desde la formación académica siendo más específica al entorno que nos vamos a enfrentar.

La Licenciatura de Ciencias Ambientales requiere profundizar sus formas de enseñanza para la planeación de actividades, administrativas y por supuesto en la cuestión de gestión de recursos naturales, específicas hacia el ámbito legal, ya que las normas y leyes, son actualizadas con frecuencia, para los ámbitos federales, estatales y municipales. Así como enfocarse a temas relacionados con la minería ya que como bien sabemos en México estamos catalogados con un país minería de gran relevancia, en los cuales siempre se han tenido problemas ambientales con gran frecuencia.

Debemos de reforzar la parte educativa con gran variedad de cursos y capacitaciones para los alumnos orientando a obtener una perspectiva sobre temas de proyectos de carácter ambiental muy amplio ya sea cerca o dentro de áreas naturales protegidas y el alumno tenga la capacidad de enfrentar esos problemas y brindar soluciones positivas, asumiendo las normas federales y estatales, con una variedad de planeaciones estratégicas aplicadas a las instituciones gubernamentales como lo son SEMARNAT y PROFEPA, lo cual permitirá que los alumnos tengan un mayor conocimiento y visión sobre las áreas de oportunidad laboral y al mismo tiempo adopten un enfoque encaminado a la administración, planeación, monitoreo y evaluación en base a sus diferentes resultados.

La implantación de sistemas de gestión ambiental en las universidades, contempla los distintos pasos que se incluyen en estos sistemas para cualquier empresa a la que los alumnos pueden llegar a desempeñar sus labores, compromiso, política

ambiental, estructura y responsabilidades, planes de acción, así como las auditorias del sistema de gestión; así como las acciones relacionadas con la gestión y la investigación, a través de la creación de recursos para la docencia que vinculen contenidos en las diferentes materias de estudio con los criterios de sostenibilidad y la implicación de la comunidad universitaria con los procesos de sostenibilidad local.

El ambientólogo debe ser multidisciplinario, el cual es el objetivo primordial de la carrera, ambas materias deben de tener una relación en general para abarcar la mayoría de temas relacionados en este caso con la minera y todos sus impactos genera hacia el medio ambiente, son temas de gran relevancia a lo que me he enfrentado ya una vez estando desempeñando un cargo, la importancia de la carrera radica en poder estar en distintas áreas con los conocimientos básicos, creando profesionales que sepan trabajar en equipo y que sepan respetar los diferentes puntos de vista para la solución de un problema, trabajar en la minería está lleno de experiencias nuevas, ya que se convive con diferentes tipos de profesionistas, los intereses no siempre serán los mismo en un principio, aun teniendo el mismo enfoque hacia la problemática, el equilibrar perfectamente lo que se necesita de cada área dará pauta a manejar distintos tipos de personalidades.

La carrera nos exige a desenvolver nos en diferentes áreas de trabajo, desde las practicas interdisciplinarias hasta los proyectos por materia semestral, como fueron trabajos de campo en algunas regiones con gran biodiversidad hasta trabajos de educación ambiental en algunas escuelas de la región.

La ambientalización o sostenibilización es un compromiso colectivo que no puede depender de una o dos personas, es un compromiso de la institución y el avance en la implantación de medidas, experiencias y acciones a favor de la sostenibilidad de la universidad no debería nunca retroceder y será así si realmente se implica a toda la comunidad universitaria en este reto.

En cuanto a la sensibilización ambiental deben de reforzar con más campañas, ciclos de conferencias, exposiciones, probablemente es uno de los aspectos más

desarrollados en las universidades, promovidos por los equipos de dirección de los centros o mejor aún por las asociaciones de estudiantes concientizados en el tema. Hay que mencionar el importante papel que pueden jugar los propios alumnos sobre sus compañeros en campañas protagonizadas por el voluntariado ambiental.

Se puede concluir que la carrera de ciencias ambientales se encuentra completamente comprometida con la sociedad y con el medio ambiente, de igual forma busca crear conciencia ambiental dentro la comunidad universitaria, para que así obtengan un mejor uso de los recursos y del cuidado ambiental para reducir el impacto generado de cada uno de los diferentes ámbitos laborales que se puedan enfrentar, por supuesto generando una educación ambiental. Además, los congresos y las prácticas profesionales cuentan con un enfoque de sostenibilidad ambiental en la que los alumnos podemos vivir de esa experiencia y ver con es que se encuentra los temas ambientales ya plasmados en la realidad.

8. Conclusiones

La actividad minera debe de realizarse en el sitio donde se encuentran los yacimientos que por su riqueza y disponibilidad se consideran sujetos a aprovechamientos, por lo que en este caso no se pueden evaluar varias alternativas por la ubicación de los diferentes servicios que requiere la unidad minera, sin embargo, a lo largo de la historia de las operaciones mineras, se han encontrado que los sitios seleccionados para la instalación de infraestructuras han sido las correctas.

En México se puede lograr un mejor desempeño minero ligado a su vez con el cuidado del medio ambiente, aplicando la normatividad que hay en México y con las buenas prácticas de ingeniería que se dan en todo el mundo. Siendo el caso que se encuentren depósitos abandonados, además de los lineamientos normativos, se pueden tomar como referencia algunas guías que se han desarrollado por instituciones y empresas en distintos lugares.

La empresa minera tendrá como beneficio, el reconocimiento de ser una minera preocupada por el medio ambiente, de procurar restablecer las zonas de trabajo una vez concluidas y no esperar el momento de realizar un cierre total.

Los impactos negativos sobre los elementos naturales son de mayor magnitud e importancia que los positivos, resultando que los elementos del medio ambiente afectados serán mitigados en el corto, mediano y largo plazo, con las medidas de mitigación a implementar, las cuales permitirán disminuir en forma sustancial los impactos sobre estos elementos, en las etapas de operación y de restitución.

Los impactos ambientales negativos más significativos, se verán revertidos en la etapa de abandono, aunque esto será a largo plazo.

Dentro de los principios ambientales de Peñoles está el considerar los aspectos ambientales en toda la cadena de valor, desde la exploración hasta el cierre y post-cierre de una unidad minera, por lo que se sujeta al cumplimiento normativo y a las mejores prácticas internacionales en la materia.

El impacto general causado por los proyectos, si bien de acuerdo con la metodología de evaluación utilizada se considera significativo, en términos comparativos con proyectos similares en otro tipo de ecosistemas y de otras industrias, se podría decir que se generara un impacto ambiental no significativo.

Las etapas en las que, si hay que poner mayor énfasis para mitigar y reducir los impactos son en las preparaciones de los sitios y de construcción, sin embargo, el impacto ambiental total del proyecto se puede considerar aceptable para el medio en el que se encuentran.

Como se puede ver, los impactos ambientales de la Unidad Milpillás, en el caso de la afectación al suelo y a la vegetación son de gran magnitud, pero de relativamente baja significancia debido a la proporción de estos recursos que serán conservados y recuperados por la misma empresa dentro de sus terrenos.

Hoy el sector minero se involucra profundamente con el medio ambiente desde las primeras etapas y hasta mucho después del cierre de las instalaciones. Un ejemplo claro son las operaciones mineras en todo el país que trabajan en áreas de protección de flora y fauna, participando activamente en la conservación de especies. Claro que hay que seguir trabajando, las industrias deben poner especial atención en el desarrollo de nuevas tecnologías para sus procesos.

Así mismo las leyes y las exigencias sociales son cada vez más rigurosas en torno al tema del desarrollo sostenible, por eso la razón importante es estar debidamente informado para contribuir con opiniones orientadas al beneficio de todos los que laboran en las unidades.

Los impactos sobre los recursos hídricos son de baja magnitud y escasa significancia dadas las características de su condición de acuíferos y a la recirculación dentro del proceso. Con respecto a la fauna silvestre, el impacto se puede considerar de baja magnitud y significancia dado que las especies bajo estatus de protección que se encuentran en el área del proyecto son de gran movilidad y la recuperación de hábitat que se puede esperar para todas las

especies existentes debido a la gran cantidad de terreno que permanecerá sin uso y vigilado.

El impacto de mayor significancia es sobre el paisaje, situación que será corregida durante la etapa de abandono.

Los proyectos han sido viables y favorables para la continuidad de las operaciones de la empresa en la región y por ende con la generación de economías de mercado, consumo y servicios tanto a nivel local, regional y nacional. Este continuara requiriendo de la mano de obra especializada tanto en el personal que está al servicio de la empresa, así como de los proveedores de la región y los contratistas externos.

9. Referencias de consulta

Alvarado, L. C. (2015). Peñoles y la sustentabilidad en el cierre de minas. Conferencia Facultad de Ingeniería, UNAM. México: Gerencia de Servicio a Minas Grupo Peñoles.

(2016). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf

Martínez, M. S. (2014). Gestión de relaves mineros. Diploma en minería: Gestión ambiental en minería. Montevideo, Uruguay.

Gestión de Sustentabilidad. (s/f). Industrias Peñoles. Recuperado el 20 de julio de 2025, de <https://www.penoles.com.mx/sustentabilidad/gestion-de-sustentabilidad.html>

SEMARNAT. (2014). Guía para conocer los principales trámites y permisos ambientales en las diferentes etapas del proceso minero. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/fomento/documentos/2014/guia-minas.pdf>

Plan de manejo integral de residuos sólidos. (s/f). Colombia Verde. Recuperado el 7 de julio de 2025, de <https://colombiaverde.com.co/ecologia/residuos/plan-de-manejo-integral-de-residuos-solidos/>

Informe de Sostenibilidad, 2023. Industrias Peñoles. <https://www.penoles.com.mx/IDS23/pdf/Penoles-informe-sostenibilidad-2023.pdf>

Desempeño Ambiental. (s/f). Industrias Peñoles. Recuperado el 20 de julio de 2025, de <https://www.penoles.com.mx/sustentabilidad/desempeno-ambiental/>

Método de Explotación de Corte y Relleno. (s/f). Scribd. Recuperado el 30 de julio de 2025, de <https://es.scribd.com/document/647391923/12-Metodo-de-explotacion-de-Corte-y-Relleno>

SERNAGEOMIN, S. N. (noviembre de 2002). Guía Metodológica para el Cierre de Faenas Mineras. Santiago, Chile. Obtenido de

<http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/cierrefaena/DocumentosRelacionados/Guia-Metodologica-Cierre-Faenas-Mineras-CM.pdf>

INFOGRAFÍA ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES. (s/f). Calidad y ADR. Recuperado el 7 de junio de 2025, de <https://aprendiendocalidadyadr.com/iso-140012015-capitulo-6-parte-1/infografia-aspectos-e-impactos-ambientales/>

Falcón Rangel, J.J. (2022). Exploraciones Mineras Parreña S.A de C.V. [Informe Preventivo Providencia, SEMARNAT]. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/gto/estudios/2022/11GU2022MD032.pdf>.

Acerca de Peñoles. (s/f). Industrias Peñoles. (2025). Recuperado el 20 de julio de 2025, de <https://www.penoles.com.mx/nuestro-grupo/acerca-de-penoles/>

NOM-127, 2021, Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

Knight Piésold: Consultores globales de ingeniería y medio ambiente. (s/f). Knightpiesold.com. Recuperado el 23 de junio de 2025, de <https://www.knightpiesold.com/es/>

Serrador, I. (2023, mayo 10). Empresas mineras: ¿cuáles son las principales en México? Sesame HR. <https://www.sesamehr.mx/blog/productividad/empresas-mineras-mexico/>

Compañía Minera La Parreña S.A de C.V., (2024): Modificación al Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Sonora, MX. (s/f). iNaturalist Mexico. Recuperado el 24 de junio de 2025, de <https://mexico.inaturalist.org/places/sonora>

Gustavo, C., (2023). Ciclo de Minado Subterráneo: Prezi. com. https://prezi.com/p/gbh_rfqzii1h/ciclo-de-minado-subterraneo/

Azamar, A., Téllez, I. (2022). Minería en México: Panorama Social, Ambiental y Económico [Archivo PDF].

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/708117/Mineria-en-Mexico-2022.pdf>

NOM-001, 2021, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Google Earth. [Localización]. Recuperado el 25 de Julio de 2025, de https://earth.google.com/web/search/milpillas+sonora/@31.11544375,-110.44505511,1397.90903653a,9876.84285652d,35y,0h,0t,0r/data=CmUaNxIxCiQweDg2ZDEyM2MwNzkxYmI5Mjk6MHg2YmU5YTM5YWEyNzc1OTAqCU1pbHBpbGxhcXgCIAEiJgokCT5LCI7GtzdAEYS-PZaTkTdAGX57QeFG51nAlaJG1q_t7lnAQgIIAUICCABKDQj_8BEAA