



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“INTEGRACIÓN DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE DE LA GUÍA DE
VERIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS MINEROS”**

INFORME DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

TOMÁS ALQUICIRA COLÍN



Ciudad Universitaria, CD.MX.

AÑO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Prof. Gavilán García Irma Cruz
VOCAL: Prof. Gutierrez Lara María Rafaela
SECRETARIO: Prof. Garcia Reynoso José Agustin
1er. SUPLENTE: Prof. Andraca Ayala Gema Luz
2° SUPLENTE: Prof. Luzcano Arriola Luz María

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
Avenida Felix Cuevas No. 6, Col. Tlacoquemécatl del Valle, Benito Juárez, C.P.
03200, Ciudad de México, CDMX

Asesor de tema:

Irma Cruz Gavilán García

Sustentante:

Tomás Alquicira Colín

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos	2
Capítulo 1	
1. Alcance	3
Capítulo 2. Antecedentes	
2.1 La industria minería	4
2.2 Fases de desarrollo de una explotación minera	5
2.3 La hidrología como factor clave de la extracción minera	6
2.4 Minería subterránea	6
2.5 Minería a cielo abierto	7
2.6 Métodos de beneficio según las características del mineral tratado	8
2.7 México como productor minero	10
Capítulo 3. Marco Legal	
3.1 La industria minera y el medio ambiente	11
3.2 Legislación en materia de minería en México	11
3.3 Aspectos del marco legal que vulnera al medio ambiente	13
3.4 Minería y agua	14
3.5 Minería y Áreas Naturales Protegidas	15
3.6 Aspectos del marco legal que vulnera los derechos de comunidades y pueblos	16

3.7 Consejo de Recursos Minerales (COREMI)	17
3.8 Tipos de concesiones	17
3.9 Minería en México y en el mundo.	18
3.10 Auditoría Ambiental en la minería.	18

Capítulo 4

4.1 Guía de Verificación en Materia de Residuos Mineros	20
---	----

CONCLUSIONES	82
------------------------	----

REFERENCIAS	83
-----------------------	----

INTRODUCCIÓN

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, practicada desde la época prehispánica desde la colonia. Ha estado presente a través de la historia de nuestro país como un factor importante de desarrollo económico.

El desarrollo y modernización de este sector, como el de la mayor parte de la industria, lleva implícitas perturbaciones en la ecología, que no deben ser soslayadas en el diseño y ejecución de las políticas para su desarrollo y dejando una estela de consecuencias que la mayoría de las veces resultan irreversibles: contaminación de cuerpos de agua y de los suelos, deforestación, enormes montañas de minerales lixiviados altamente tóxicos, desplazamiento de comunidades, conflictos sociales, graves daños a la salud pública y muy escasos beneficios económicos locales y para el país, por lo que se hace necesario contar con todos los elementos técnicos y legales para ayudar a controlar o evitar la contaminación ambiental que genera la minería; Una herramienta necesaria es, la guía de verificación de residuos mineros, que contiene todas las obligaciones con las que deben cumplir el giro de minería desde la exploración y hasta el abandono o cierre del sitio, con el fin de que este, quede lo menos impactado posible y el confinamiento de los residuos mineros sea controlado y seguro.

En este trabajo se abordan los siguientes apartados, en la primera parte se describe de manera resumida los antecedentes, enseguida se aborda el fundamento legal enfocado en la minería en México, posteriormente se presenta la propuesta de la Guía de Verificación en Materia de RESIDUOS MINEROS, y finalmente las conclusiones, que es a lo que se quiere lograr al utilizar esta guía.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar la Guía de Verificación de Residuos Mineros, como una herramienta de apoyo que permita homologar las revisiones de los informes de las auditorías ambientales dada la necesidad y la problemática ambiental del giro industrial de la minería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar el marco normativo vigente, el cual sienta las bases y justifica el desarrollo de una Guía de Verificación.
- Revisar las diferentes Guías de Verificación existentes en materia de aire, ruido, agua, suelo y subsuelo, residuos, recursos naturales, vida silvestre, recursos forestales, riesgo y emergencias ambientales, energía, gestión ambiental e impacto ambiental, para a partir de éstas dar estructura y homologar nuestra propuesta.
- Identificar todos los aspectos normativos y la problemática ambiental del giro industrial de la minería, para así integrar los requisitos para la estructuración de la guía de verificación de los residuos mineros con la finalidad de homologar las revisiones de los informes de las auditorías ambientales en la materia.

CAPÍTULO 1

1. ALCANCE

Partiendo de que, la auditoría ambiental tiene como finalidad evaluar los procesos de una empresa respecto al desempeño ambiental, el riesgo potencial que se derivan de sus actividades, el cumplimiento de la normatividad aplicable, los parámetros internacionales y las buenas prácticas de operación e ingeniería.

Y que, cuando una empresa y la PROFEPA convienen en la realización de una auditoría, están depositando su confianza en un grupo profesionista, conocidos como auditores ambientales, quien conforman a la Unidades de Verificación (UV), la cual debe de contar con la acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y la aprobados de la PROFEPA.

Surge la necesidad de proporcionar una herramienta de apoyo para la revisión de los informes, siendo estas, las Guías de Verificación por aspecto ambiental, dada la necesidad y la problemática ambiental del giro industrial de la minería, el alcance de este trabajo se restringe a la normatividad vigente de la guía de verificación de los residuos mineros, la cual deberá actualizarse de acuerdo a las necesidades del sector.

CAPÍTULO 2

2. ANTECEDENTES

2.1 La industria minera

La minería es la industria encargada de extraer minerales, que son materiales que se formaron a través de distintos procesos naturales —y en la mayoría de los casos, durante millones de años— en la corteza terrestre, la capa más superficial de nuestro planeta. Estas sustancias útiles se extraen de minas subterráneas, que se construyen a gran profundidad, o de minas a cielo abierto, que se llaman así porque se construyen en la superficie (figura 1). (Minería y Medio Ambiente; Dirección General de Promoción Minera, Dirección de Fomento y Organización; Secretaría de Economía; Nayhely Pérez Báez, Blanca Margarita Ramírez Garza, Sergio Hugo Puga Sánchez y Víctor Hugo Gutiérrez García; página 10)



Mina Subterránea



Mina a Cielo Abierto

Figura 1. Tipos de minas. (Fuente: Minería y Medio Ambiente; Dirección General de Promoción Minera, Dirección de Fomento y Organización; Secretaría de Economía; Nayhely Pérez Báez, Blanca Margarita Ramírez Garza, Sergio Hugo Puga Sánchez y Víctor Hugo Gutiérrez García; página 10)

Los minerales que se obtienen de las minas se transforman de diferentes maneras para producir objetos. Todas las demás industrias necesitan materias primas para funcionar, de modo que la minería es el primer eslabón de una gran cadena de procesos, y de allí su importancia. Como te imaginarás, esta industria tiene muchos aspectos 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. (Minería y Medio Ambiente; Dirección General de Promoción Minera, Dirección de Fomento y Organización; Secretaría de Economía; Nayhely Pérez Báez, Blanca Margarita Ramírez Garza, Sergio Hugo Puga Sánchez y Víctor Hugo Gutiérrez García; página 12)

Obtener los minerales requiere un gran esfuerzo. Incluso antes de mover la primera piedra hay personas que trabajan durante muchos años para investigar sobre las condiciones del terreno, planear la forma de la mina y saber cómo operará. Las personas que hacen este trabajo son

ingenieros de minas, geólogos, ingenieros ambientales, geofísicos, químicos, metalurgistas, biólogos y muchos más.

Los lugares en los que se instalan las minas no se eligen al azar. Primero debe hallarse un yacimiento, es decir un sitio donde exista una acumulación de minerales. De éste debe determinarse su forma, tamaño, profundidad e incluso la manera en la que deberá extraerse el mineral, ya sea por minería a cielo abierto o subterránea. Si el sitio resulta adecuado para extraer minerales, entonces deben analizarse los efectos ambientales que causarían las actividades mineras en ese sitio y entonces saber qué acciones deberán aplicarse para cuidar y proteger el medio ambiente. Es imprescindible que se obtengan los permisos ambientales necesarios para iniciar los trabajos en el área. (Minería y Medio Ambiente; Dirección General de Promoción Minera, Dirección de Fomento y Organización; Secretaría de Economía; Nayhely Pérez Báez, Blanca Margarita Ramírez Garza, Sergio Hugo Puga Sánchez y Víctor Hugo Gutiérrez García; página 14)

2.2 Fases de desarrollo de una explotación minera.

La actividad de explotación de una mina, considera varias etapas, las cuales se describen a continuación:

a) Exploración: o sea la prospección e investigación del tipo de yacimiento y de sus características, así como de la evaluación de las reservas y del estudio de la viabilidad económica de explotarlo.

b) Desarrollo y puesta en marcha del proyecto: en esta fase destacan la preparación de los tiros y socavones, en el caso de la minería subterránea, o las labores denominadas de descapote – remisión de los materiales estériles que cubren la mineralización – en el caso de las minas a cielo abierto o tajos; la construcción de vías de acceso a la mina y de comunicaciones internas; y la construcción de obras de dotación de agua y de energía eléctrica, y la construcción de las instalaciones de superficie de la unidad minera.

c) Operación: una primera fase implica la extracción propiamente de los minerales de valor económico; la segunda, el proceso de beneficio por molienda, concentración de minerales valiosos según diferentes métodos y eliminación de residuos líquidos y sólidos vía presa de jales o terreros.

d) Cierre o abandono: que implica, teóricamente, la restauración y rehabilitación del sitio minero una vez finalizada la explotación. (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 105)

Las características geográficas del sitio minero que inciden en la problemática ambiental afectando su grado de vulnerabilidad son la topografía local, o sea el tipo de relieve y la intensidad de las pendientes (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 105).

La geología del lugar incide a través de la presencia de numerosas fallas y fracturas de las rocas que influyen en la permeabilidad del suelo de tal forma que, ante la presencia del fenómeno de lixiviación de los residuos en las presas de jales, puede provocarse la contaminación de los suelos o de los mantos acuíferos subyacentes (figura 2). La influencia del clima, por su parte se refleja a través del régimen pluviométrico.



Figura 2. Fuente: Hacia un Plan Nacional de Atención y Manejo de Presas de Jales en México; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua | 18 de septiembre de 2022; (<https://bit.ly/3BJZONB>)

2.3 La hidrología como factor clave de la extracción minera

Otra de las características geográficas importante es la hidrología superficial o subterránea. Entre los factores que influyen en los procesos de contaminación ambiental está el tipo de minado que se lleva a cabo. Éste a su vez, depende de la profundidad del yacimiento, de la forma de inclinación del depósito, de la distribución de las leyes del mineral, de las características geomecánicas de las rocas encajonantes y del propio yacimiento, lo que en conjunto afecta, además, los costos de explotación (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 106).

2.4 Minería subterránea

Se puede decir que, la minería subterránea tiene efectos menos visibles en el entorno que la que se realiza a cielo abierto (figura 3). No obstante, los cambios que provoca son los siguientes: Hay alteraciones en el paisaje, por otra parte, ocurre un abatimiento de los mantos freáticos como consecuencia del continuo bombeo del agua del interior de las minas, otro efecto es la inestabilidad del terreno que puede provocar hundimientos locales (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 106).



Figura 3. Tipos de mina subterránea (Fuente: <https://bit.ly/3BJg0yP>)

2.5 Minería a cielo abierto

Por su parte, la minería a cielo abierto tiene efectos más evidentes que la anterior, este tipo de minado incide en la alteración de la geo morfología local debido a la acumulación de materiales estériles en terreros producto de los trabajos de descapote, así como por las depresiones ocasionadas por la profundización de los tajos, a lo que se suman procesos de desestabilización del terreno y deslizamiento de laderas (figura 4). La pérdida de la cubierta vegetal y de suelo, debido a las labores de descapote, favorece la erosión eólica e hídrica y elimina el hábitat natural de la fauna local. Las etapas más contaminantes del laboreo minero son quizás las del beneficio y de la metalurgia de los minerales. (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 107)



Figura 4. Ejemplo de un cráter de la minería a cielo abierto (Fuente: Minería a cielo abierto y sus impactos en el medio ambiente; Geo Innova; <https://bit.ly/3BJfKQn>)

2.6 Métodos de beneficio según las características del mineral tratado

En la actualidad, se tiende a utilizar métodos más eficientes para la extracción de los minerales valiosos, los cuales suelen ser más agresivos con el medio, sobre todo si no se tiene un control adecuado y se toman las precauciones necesarias ante el uso de ciertos reactivos químicos, considerando la escala e intensidad de las operaciones en la minería moderna. Tal es el caso de los métodos de cianuración en tanques y camas; de la hidrometalurgia o proceso de extracción por solventes y precipitación electrolítica; de los métodos de lixiviación con soluciones de cianuro utilizadas en las explotaciones auríferas más recientes del país; la lixiviación de terreros con soluciones ácidas empleadas en las unidades cupríferas; la piro-metalurgia que genera polvos, escorias de fundición y sustancias gaseosas tóxicas; y la electrometalurgia que también emite gases tóxicos (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 108).

Por otra parte, los procesos metalúrgicos provocan graves alteraciones ambientales si no se toman las medidas preventivas adecuadas. La pirometalurgia, la hidrometalurgia y la electrometalurgia contaminan el aire a través de la emisión de polvos y gases tóxicos, en particular dióxido de azufre, además de la contaminación del agua y el suelo generada por residuos líquidos y sólidos con contenidos de solventes y metales pesados en diversas proporciones (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 109).

Entre las medidas de rehabilitación que se están llevando a cabo en diversas partes del mundo, muchas veces aún en etapa experimental, están las que permiten la recuperación de los terreros de materiales inertes para rellenar los huecos dejados por el laboreo subterráneo (Da Gama et al., 1993); la recuperación de efluentes con cianuro mediante agentes químicos o energía solar (Rader et al., 1995); el manejo de los drenajes ácidos (Robb; Robinson, 1995); la confinación de residuos peligrosos (Shu; Bradshaw, 1995); el uso de agentes biológicos para control de los metales pesados (Lubke et al., 1996; Sudubhi; Kar, 1996).

Se pueden tomar tres tipos principales de plantas de tratamiento como, por ejemplo: las de flotación, lixiviación y cianuración, por una parte, y otros beneficios – como los del cobre o del aluminio – y las fundiciones, por la otra. El tipo de tratamiento más frecuente en las minas metálicas es la flotación, es la técnica utilizada preferentemente para beneficiar minerales sulfurosos y se lleva a cabo a boca mina (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 111).

Los estados mineros más importantes y que cuentan con el mayor número de plantas: Chihuahua, Coahuila y Sonora con 34 cada una; Durango, México y Zacatecas poseen entre 20 y 30 plantas. La Ciudad de México (figura 5), aun no es una entidad minera propiamente dicha, cuenta con más de 10 plantas de fundición. (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 111).

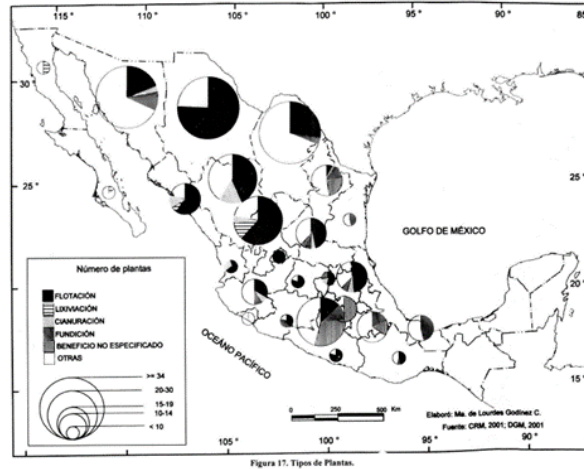


Figura 17. Tipos de Plantas.

Figura 5. Tipos de plantas (Fuente: La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 113)

Las plantas que utilizan los métodos de lixiviación y los de cianuración se ubican en Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Sonora, Hidalgo, Nayarit y el Estado de México. Las fundiciones, más escasas todavía pero normalmente de gran capacidad y de ocupación espacial, tienen una distribución muy puntual: la Ciudad de México, Cananea, Nacozari, Monterrey, Gómez Palacio – Torreón, San Luis Potosí, Tamós y Puebla (figura 6), (La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 112).

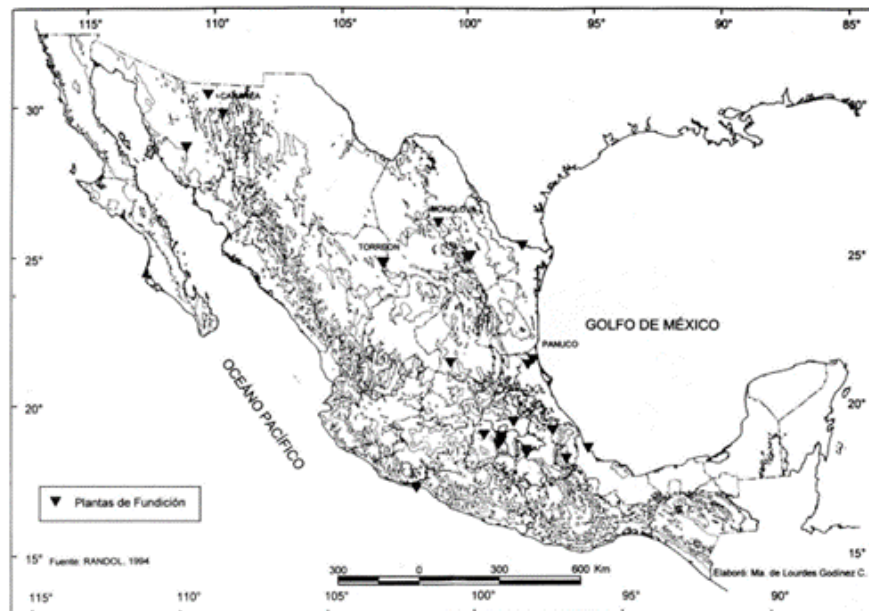


Figura 21. Fundiciones.

Figura 6. Plantas de flotación (Fuente: La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 112)

2.7 México como productor minero

Ocupa el 1er lugar en la producción de plata a nivel mundial, se ubica entre los 10 principales productores de 16 diferentes minerales: plata, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, molibdeno, plomo, zinc, diatomita, sal, barita, grafito, yeso, oro y cobre.

Es el 1er destino en inversión en exploración minera en América Latina y el 4to en el mundo de acuerdo con el reporte publicado por SNL Metals & Mining 2015. Es el 5to país con el mejor ambiente para hacer negocios mineros, de acuerdo al reporte de la consultora Behre Dolbear publicado en agosto de 2015.

Contribuye con el 4 por ciento del Producto Interno Bruto nacional. Al mes de julio de 2015, generó 352 mil 666 empleos directos y más de 1.6 millones de empleos indirectos, de acuerdo con el reporte del Instituto Mexicano del Seguro Social.

CAPÍTULO 3

3. MARCO LEGAL

3.1 La industria minera y el medio ambiente

Las empresas mineras de hoy en día cumplen con una legislación ambiental estricta. Con el aumento de la inversión en México en la última década, las autoridades mexicanas han establecido una reglamentación nueva y más estricta. Por ejemplo, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México (SEMARNAP) ha alineado sus políticas con las normas internacionales para garantizar que las actividades de exploración y minería tengan un impacto reducido en el medio ambiente.

Las actividades de exploración de superficie tienen generalmente un impacto ambiental muy bajo. Si un proyecto de exploración cumple con la NOM-120-SEMARNAT-1997 (Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT, 1997 [1998]), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ("SEMARNAT") no requiere un permiso para llevar a cabo trabajo de superficie de bajo impacto, tales como la perforación. En la práctica, aunque no lo exige la NOM-120, muchas compañías presentan un "Informe Preventivo", o sea un informe que indica las medidas que serán utilizadas por la compañía para minimizar los impactos ambientales.

La minería implica cambios en la superficie, al igual que la construcción de un edificio y por lo tanto requiere una serie de permisos y autorizaciones ambientales para cumplir con las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA). Antes de comenzar las operaciones mineras, las empresas están obligadas a elaborar una declaración preliminar de impacto ambiental de todas las actividades mineras. Además, hay muchas otras licencias de funcionamiento y permisos necesarios para iniciar la explotación.

La minería en México tiene un historial muy bueno en cuanto a cumplir y exceder lo requerido en la legislación ambiental del país. Por ejemplo, hay 69 operaciones mineras mexicanas que han sido certificadas como "Industria Limpia" y otras 24 que están en proceso de certificación. En los últimos seis años, el sector minero ha plantado 10 millones de árboles, lo que lo convierte en el tercer sector principal (después de las Fuerzas Armadas de México y la industria de la madera) en proyectos de plantación de árboles. <https://www.almadenminerals.com/espanol/la-mineria-en-mexico>

3.2 Legislación en materia de minería en México

La Ley Minera es reglamentaria del artículo 27 constitucional, el cual establece que la nación tendrá el dominio directo de todos los minerales que se encuentren en territorio mexicano. Este dominio es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de dichos recursos, sólo podrá realizarse mediante concesión que otorgue el Ejecutivo Federal a particulares o a sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, excepto tratándose del petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de minerales radioactivos, los cuales serán explotados directamente por la nación. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Economía. Por lo que hace a la reforma constitucional sobre los derechos indígenas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el martes 14 de agosto de 2001,

que dispone que las comunidades indígenas tienen un derecho preferente para explotar los recursos naturales que se encuentren en sus tierras, dicha reforma todavía no se incorpora en la legislación minera. (Breve análisis de la legislación minera; Pablo Francisco Isla Vázquez; Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; DR © 2002. Facultad de Derecho Universidad Panamericana; página 311; www.juridicas.unam.mx; <http://biblio.juridicas.unam.mx>)

La Ley, en su capítulo primero, establece que se sujetarán a las disposiciones de la misma, la exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos. La ley, en su artículo tercero, establece lo que se debe entender por los siguientes conceptos:

1. Exploración. Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos minerales, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan.
2. Explotación. Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales existentes en el mismo.
3. Beneficio. Los trabajos para preparación y tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.

Asimismo, la Ley, en su artículo cuarto, establece un listado de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos, como las gemas minerales, los combustibles minerales sólidos como el carbón mineral, la antracita, etcétera. (Breve análisis de la legislación minera; Pablo Francisco Isla Vázquez; Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; DR © 2002. Facultad de Derecho Universidad Panamericana; página 312; www.juridicas.unam.mx; <http://biblio.juridicas.unam.mx>)

Con la nueva Ley Minera –y ante la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN)– se permitió la participación del capital privado extranjero en el sector minero, en áreas antes reservadas al capital nacional. Por otro lado, se estableció una nueva duración para las concesiones mineras, que pasó de 25 a 50 años, prorrogables a otros 50 años más. (Delgado y Del Pozo, 2001). A la par, la ley le otorgó el carácter de preferente a la actividad minera sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, categoría que ha mantenido desde entonces. Además, declaró a la actividad minera de utilidad pública, lo que también hace sujetos de expropiación a los terrenos donde se encuentren los minerales (López Bárcenas y Eslava Galicia, 2011). Por su parte, la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994 es un punto de partida que permite explicar el incremento del modelo extractivista en el país, particularmente de la minería que antes de esa década había tenido niveles bajos de desarrollo. De acuerdo con Rodríguez (2014) previo a la firma del Tratado el sector minero apenas representaba 0.72 % del Producto Interno Bruto (PIB). Posteriormente, a la firma del TLCAN tuvieron lugar una serie de medidas económicas y fiscales que facilitaron las inversiones de Estados Unidos y Canadá en México, particularmente de las empresas mineras canadienses. De tal forma que, actualmente, el sector minero representó

alrededor de 4 % del PIB en 2016. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 17; <https://bit.ly/3WsrP66>).

La Ley Minera, a través de su artículo 6, da carácter de preferente a la exploración, explotación y beneficio de minerales sobre cualquier otro uso o aprovechamiento de la tierra y señala que esta actividad es de utilidad pública, disposiciones cruciales para entender la prioridad que tiene el sector en el país (López Bárcenas y Eslava Galicia, 2011). Sin embargo, la ley también establece una excepción cuando se trate de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, y al servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, sobre las cuales no tendrá prioridad. Ambas actividades económicas son las únicas que, en el marco legal, pueden limitar a la minería. Aunque la ley también prevé, cuando sea técnicamente posible, mecanismos para facilitar la coexistencia de ambas actividades, de lo cual se encargarán las secretarías de Energía (Sener) y de Economía (SE).

Al poseer carácter preferente, todas las actividades productivas, exceptuando las descritas en el párrafo anterior, quedan subordinadas a la minería; tales como la agricultura, el turismo, cualquier otra actividad industrial e incluso los usos que del territorio realicen las comunidades indígenas y campesinas de acuerdo con sus costumbres y cultura. En consecuencia, a través de esta Ley y de manera contraria a las obligaciones del Estado para garantizar sus derechos a la auto determinación y a la tierra y el territorio, se privilegian los intereses de las empresas mineras sobre los de pueblos y comunidades campesinas e indígenas. Cárdenas (2013) señala que esta disposición viola dichos derechos, los cuales se desprenden del artículo 2o constitucional, además de violentar también el derecho que tienen los habitantes de comunidades a un medio ambiente sano, a la alimentación y al agua, contenidos en el artículo 4o constitucional. Derechos que entran en franca contradicción con el carácter de utilidad pública que se le otorga a la minería en la Ley. Además, con estos antecedentes, la actividad minera deja fuera una importante gama de actividades económicas que podrían ser alternativas de desarrollo local de comunidades y pueblos. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 18; <https://bit.ly/3WsrP66>).

3.3 Aspectos del marco legal que vulnera al medio ambiente

Otra condición favorable a la minería establecida en la Ley Minera es la que otorga el Estado en lo referente a las concesiones, mismas que pueden darse hasta por 50 años y ser prorrogadas por igual término. Peláez (2015) señala que “esta disposición convierte a las concesiones mineras en un privilegio que favorece la especulación en las bolsas de valores, teniendo en cuenta que la vida útil de una mina a partir de las nuevas técnicas de extracción casi nunca rebasa los 20 años” (p.112). Además de considerar que un periodo de tiempo tan largo puede favorecer la creación de pasivos ambientales mineros y dificultar la definición de responsabilidades y sanciones a aquellas empresas mineras que no realicen un adecuado proceso de cierre de minas.

En ese sentido, aunque la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece en sus artículos 68, 69 y 70 la responsabilidad de las empresas para la reparación del daño o la remediación de sitios contaminados, para el año 2014, la PROFEPA señala que existen 634 de estos sitios en México y no especifica cuáles eran las acciones de remediación o reparación que se habían realizado. Cabe aclarar que esta es la información más reciente que da a conocer esa

institución, sin desagregar a los sitios contaminados por minería u otras actividades industriales. Adicionalmente, el artículo 73 de la misma ley de residuos establece que es el Estado el responsable de realizar actividades de remediación en aquellos casos en los cuales se desconozca a la empresa o entidad que haya sido causante del daño ambiental. Situación que puede volverse muy probable al tener concesiones mineras otorgadas por un periodo de hasta 100 años. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 18; <https://bit.ly/3WsrP66>)

Por otro lado, los impactos y daños al medio ambiente provocados por la industria minera son sancionados por las disposiciones establecidas en el capítulo IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Esta ley establece que, dependiendo de la gravedad de la infracción, se podrán imponer sanciones que van desde lo monetario hasta la suspensión, revocación o cancelación de la concesión, para el caso de la industria minera. Sin embargo, en la práctica es patente la debilidad de este marco jurídico, como lo muestra el derrame ocasionado por la minera Buenavista del Cobre –subsidiaria de Grupo México– ocurrido en agosto de 2014 en Sonora. La empresa derramó 40 mil metros cúbicos de lixiviados de sulfato de cobre (CuSO₄) en el río Bacanuchi, afluente del río Sonora, como consecuencia de una falla en la tubería de salida de una represa, afectando los municipios de Arizpe, Banámichi, Huépac, Aconchi, Baviácora, San Felipe de Jesús y Ures, con una población total aproximada de 24,048 habitantes.

El derrame ocasionado por el Grupo México es considerado como el “peor desastre” ambiental provocado por la industria minera en el país. El informe elaborado por la Comisión Especial para dar seguimiento a la problemática generada por el derrame de diversas sustancias contaminantes en los ríos Sonora y Bacanuchi refiere que los contaminantes encontrados en la zona, entre otros, fueron cobre, arsénico, aluminio, cadmio, cromo, fierro, manganeso y plomo, cuyos niveles estuvieron fuera de las normas ecológicas y de salud. Sin embargo, García (2015) refiere que las multas impuestas a la compañía no resultan equiparables al daño ambiental ocasionado, cuyas consecuencias y externalidades continúan siendo analizadas. En total, las multas impuestas a Grupo México consideradas hasta septiembre de 2014, equivalían apenas a 5 % de la utilidad neta de la compañía en el segundo trimestre de 2014. El caso del derrame en el río Sonora es una muestra clara de la falta de sanciones apropiadas para quienes contaminan y degradan al medio ambiente. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 19; <https://bit.ly/3WsrP66>)

3.4 Minería y agua

Otro aspecto de particular preocupación es el tema del agua usada para la actividad minera; tanto por la cantidad de agua utilizada, como por la contaminación de la misma. Aburto (2015) advierte que para extraer solo un centenario de oro (1.2 onzas), se requieren de 100 a 150 mil litros de agua dulce, suficientes para proporcionar agua a una familia por un año. La explotación, uso y aprovechamiento del agua, está regulado por la Ley de Aguas Nacionales (LAN) modificada en 2016. A través de sus artículos 42 y 82, establece que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, entre las que se encuentra la minería, se podrá realizar por personas físicas o morales mediante concesiones o asignaciones otorgadas por el Ejecutivo Federal a través de la Conagua.

La Fracción VI del Artículo 19 de la Ley Minera establece que las concesiones mineras confieren el derecho a aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan. En concordancia, el artículo 124 del reglamento de la LAN define que se entiende por aguas provenientes del laboreo de las minas aquéllas del subsuelo que necesariamente deban extraerse para permitir la realización de obras y trabajos de exploración y explotación. Por su parte, el artículo 224 de la Ley Federal de Derechos (LFD) define que no se pagarán derechos por las aguas que “pasen, broten o aparezcan en el laboreo de las minas”. En este sentido, las tres regulaciones son congruentes entre sí para favorecer el acceso al agua a las empresas mineras. Al respecto, Pérez (2014) aporta información relevante al señalar que en los estados de Chiapas, Oaxaca, Colima, Jalisco, Durango, Zacatecas, Sinaloa, San Luis Potosí y Sonora todos los acuíferos con disponibilidad de agua subterránea coinciden con la ubicación de proyectos mineros.

El Consejo Consultivo del Agua (2017) señala que 22.7 % del agua superficial se encuentra contaminada o fuertemente contaminada y que de los 653 acuíferos que hay en el país, 106 se encuentran sobreexplotados. A su vez, señala que la normatividad es obsoleta y relativamente laxa en materia de descarga de aguas residuales. Dado lo anterior, la permisividad de la LAN en cuanto al otorgamiento de las concesiones de agua para la industria minera contradice el espíritu del Derecho humano al agua y al saneamiento. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 19; <https://bit.ly/3WsrP66>)

3.5 Minería y Áreas Naturales Protegidas

Otro punto de análisis tiene relación con la actividad minera que se realiza dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANPs). La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2017) señala que México cuenta con 176 áreas divididas en nueve regiones del país, además es considerado como un país megadiverso. Por lo que, esencialmente, el marco regulatorio debería restringir aquellas actividades que pongan en riesgo la riqueza biológica de estas áreas. Aunado a que la Ley Minera favorece el ejercicio de esta actividad frente a otras actividades socio-económicas, en su Artículo 20 también permite realizar obras y trabajos de exploración y de explotación en ANPs mediante autorización, permiso o concesión, según el caso, de las autoridades que tengan a su cargo a estos bienes. En concordancia, los artículos 88 y 89 del reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de ANPs, establecen el procedimiento para obtener autorización para realizar obras y trabajos de exploración y explotación minera dentro de las mismas.

Estas disposiciones han favorecido que la actividad minera en estas áreas, que deberían estar protegidas y ser excluidas de actividades industriales, esté incrementándose. La Dirección General de Regulación Minera (2013) refiere que en 2013 año existían 1,282 concesiones mineras en ANPs, cifra que contrasta con la del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sustentable (CCMSS), quien señala que, para el año 2015, este número se había incrementado a 1,609. Lo anterior es una muestra del marco jurídico ambiental laxo e insuficiente en torno al cual se desarrolla la actividad minera en México. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 20; <https://bit.ly/3WsrP66>)

3.6 Aspectos del marco legal que vulnera los derechos de comunidades y pueblos

Un tema sustancial en la regulación de este sector tiene que ver con el uso de la tierra y del territorio. Dado que la minería está contemplada como una actividad de utilidad pública y con carácter preferencial, la Ley Minera, a través de sus artículos 19 y 26, establece que las concesiones y asignaciones mineras confieren derecho a obtener la expropiación, ocupación temporal o constitución de servidumbre de los terrenos para llevar a cabo actividades mineras.

Es necesario señalar que gran parte de los conflictos sociales relacionados con la actividad minera tienen su origen en las diferentes formas y mecanismos que usan las empresas para acceder al territorio. Emanuelli y Gómez (2015) señalan que en México más del 54 % de la propiedad es social, por lo que se encuentra en manos de ejidos y comunidades agrarias. Esto implica que las empresas mineras entren en ocasiones en negociación directa con las comunidades para tener acceso a su territorio.

El Centro Prodh (2015), por su parte, ha identificado diferentes estrategias usadas por las empresas mineras para poder penetrar en las comunidades, ejidos y acceder a sus territorios. Entre estas, destacan la corrupción a través de la “compra” de autoridades, el fomento de la división comunitaria, la creación de incertidumbre sobre el futuro de las comunidades, la represión, la creación de grupos de choque y la entrega de grandes cantidades de dinero a algunas comunidades. Todo lo anterior en un clima de criminalización, represión y amenazas a los integrantes o líderes comunitarios que se oponen a los diferentes proyectos mineros. El informe The Canada Brand (Imai et al., 2016) refiere que la violencia generalizada es común en las actividades de las compañías mineras canadienses en países latinoamericanos y señala que, entre 2000 y 2015, en las explotaciones mineras canadienses en América Latina, se produjeron al menos 30 asesinatos selectivos relacionados con los conflictos mineros. Al menos 44 personas resultaron muertas y más de 700 personas fueron arrestadas o detenidas con relación a hechos ocurridos en torno a las minas canadienses. Adicionalmente, en 2016, el Grupo de Trabajo sobre Empresas y Derechos Humanos de la ONU documentó 61 casos de abusos de derechos humanos perpetrados por el Estado o empresas en México. De estos, 17 casos involucran afectaciones al medioambiente y a la tierra y el territorio causados por la industria minera.

Los datos anteriores son muestra de la constante vulnerabilidad que tienen las comunidades que se oponen al desarrollo de proyectos mineros en sus territorios, al existir un marco regulatorio en materia minera que vulnera sus derechos. Al respecto, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), en su informe sobre la situación de los derechos humanos en México del año 2015, advirtió que las graves violaciones a los derechos humanos en contra de las comunidades indígenas en México se dan en un contexto de violencia asociada a megaproyectos autorizados sin el debido proceso de consulta y consentimiento previo, libre e informado; o bien, en el marco de reivindicación de sus tierras y faltas al debido proceso penal. (1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 21; <https://bit.ly/3WsrP66>)

3.7 Consejo de Recursos Minerales (COREMI)

La exploración del territorio nacional, con el objeto de identificar y cuantificar los recursos minerales potenciales de la nación, se llevará a cabo por el Consejo de Recursos Minerales (COREMI), organismo descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, por medio de asignaciones mineras que serán expedidas únicamente en su favor y tendrán una duración improrrogable de seis años.

El Consejo de Recursos Minerales, antes del término de la vigencia de cada asignación, deberá rendir un informe por escrito a la Secretaría de Economía sobre los resultados obtenidos para que ésta proceda a declarar:

1. La cancelación de la asignación y la consiguiente libertad del terreno.
2. La cancelación de la asignación y la celebración de el o los concursos para continuar los trabajos de exploración en la totalidad o parte del terreno, así como la libertad del terreno que en su caso se abandone.
3. La cancelación de la asignación y la incorporación a reservas mineras de la totalidad o parte del terreno amparado, al igual que la libertad del que en su caso se abandone.

El Ejecutivo Federal podrá, mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, establecer, por causas de utilidad pública o para la satisfacción de necesidades futuras del país, zonas de reservas mineras. (Breve análisis de la legislación minera; Pablo Francisco Isla Vázquez; Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; DR © 2002. Facultad de Derecho Universidad Panamericana; página 313; www.juridicas.unam.mx; <http://biblio.juridicas.unam.mx>)

3.8 Tipos de concesiones

La Ley prevé, en su artículo 10, dos tipos de concesiones: 1. De exploración, que se otorgan por un término improrrogable de seis años. 2. De explotación, que se otorgan por un término de 50 años, las cuales pueden ser prorrogadas por otro periodo igual, siempre y cuando sus titulares no incurran en las causales de cancelación y lo soliciten dentro de los cinco años previos al término de su vigencia. Las concesiones de exploración se otorgan en favor del primero que las solicite; si dos o más personas solicitan la misma área a la vez, se hace un sorteo para otorgar la concesión. Como excepción, las concesiones que se otorgan en las zonas marítimas mexicanas o sobre áreas que hayan sido parte de las reservas mineras, o que hayan sido exploradas por el Consejo de Recursos Minerales pueden ser otorgadas mediante licitación pública al mejor postor.¹

Conforme a la Ley Minera las concesiones sólo se otorgan a personas físicas de nacionalidad mexicana, ejidos y comunidades agrarias y sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas. Aunque la Constitución prevé la posibilidad de otorgar concesiones a personas físicas extranjeras, la Ley Minera no lo permite.

Asimismo, como mencioné, la Ley Minera establece la posibilidad de otorgar concesiones a ejidos y a comunidades agrarias; aquí la Ley va más allá de lo que establece la Constitución, por lo que considero se debería reformar la Ley de acuerdo con lo que establece la Constitución, en virtud de que un tercero perjudicado podría alegar la inconstitucionalidad de dicha disposición. (Breve análisis

de la legislación minera; Pablo Francisco Isla Vázquez; Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; DR © 2002. Facultad de Derecho Universidad Panamericana; página 313; www.juridicas.unam.mx; <http://biblio.juridicas.unam.mx>)

Registro Público de Minería y la cartografía minera La Secretaría de Economía tendrá a su cargo el Registro Público de Minería y la cartografía minera. En el primero se deben inscribir los títulos de concesión de exploración y de explotación, así como los contratos y gravámenes que afecten a las mismas.

La finalidad de la cartografía es comprobar el carácter libre de los lotes que sean objeto de solicitudes de concesión y de asignación minera. En dicha cartografía se representarán gráficamente la ubicación y el perímetro de los lotes amparados por concesiones, asignaciones y reservas mineras vigentes, al igual que por solicitudes de concesión y asignación mineras en trámite.

Los datos consignados en la cartografía minera no crean derechos, y en caso de discrepar con los que obren en el Registro Público de Minería prevalecerán estos últimos. (Breve análisis de la legislación minera; Pablo Francisco Isla Vázquez; Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; DR © 2002. Facultad de Derecho Universidad Panamericana; página 315; www.juridicas.unam.mx; <http://biblio.juridicas.unam.mx>)

3.9 Minería en México y en el mundo

En este sentido, es importante subrayar el papel de las empresas mineras canadienses, las cuales representan cerca del 40% del gasto en la exploración minera a nivel global, con 1,062 proyectos en Sudamérica y 618 en México. Asimismo, de las 279 empresas mineras extranjeras que operan en México, 210 son canadienses. Están encabezadas por empresas como Goldcorp, NewGold, Alamos Gold, Endeavour Silver, First Majestic Silver y Fortuna Silver Mines. También hay tres empresas mineras mexicanas gigantescas que lograron expandirse fuertemente y consolidar sus activos hacia finales de los ochenta y principios de los noventa durante la privatización en remate de empresas del sector público y de las reservas minerales nacionales: Minera Frisco, Industrias Peñoles y Grupo México.⁹ No causa sorpresa el hecho de que los dueños de estas empresas son, respectivamente, Carlos Slim (el hombre más rico del mundo), Alberto Bailleres (el tercer hombre más rico en México) y Germán Larrea (el cuarto más rico en México). (La minería mexicana en el contexto internacional; Darcy Tetreault Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, UAZ; página 18; OBSERVATORIO DEL DESARROLLO vol. 1 no. 3; <https://bit.ly/3MJVCDQ>)

3.10 Auditoría Ambiental en la minería

El Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNA) se creó en 1992 bajo iniciativa de la PROFEPA, y se le conoció como Industria Limpia. En sus inicios, se enfocó fundamentalmente a la industria de mayor riesgo en el país. El 1 de abril de 1997, el Presidente de la República, Ernesto Zedillo Ponce de León, entregó los primeros 80 certificados, con vigencia de un año, a las industrias que llevaron a cabo sus planes de acción, cumpliendo la normatividad mexicana e internacional. Con el tiempo, el programa se diversificó para incluir a sectores distintos al industrial (comercio, servicios, instalaciones turísticas, municipios) y a pequeñas y medianas empresas. Actualmente se expiden tres tipos de certificados: el de Industria Limpia, el Calidad Ambiental y el de Calidad Ambiental Turística.

Los requisitos y parámetros para obtener y renovar un certificado ambiental se encuentran establecidos en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, así como en las Normas Mexicanas NMX-AA-162-SCFI-2012 y NMX-AA-163-SCFI-2012, disponibles para consulta en la propia página de internet de esta Procuraduría.

Las empresas que decidan someterse a una auditoría ambiental o renovar su certificado por diagnóstico ambiental, podrán ELEGIR Y CONTRATAR LIBREMENTE los servicios de un Auditor Ambiental que se encuentre dentro del padrón de auditores aprobados por esta Procuraduría, publicado en su sitio oficial en Internet.

El Programa consiste en una serie ordenada de actividades necesarias para fomentar la realización de auditorías ambientales. El ingreso al programa es de carácter voluntario al cual pueden adherirse las organizaciones productivas que así lo deseen con la finalidad no solo de ayudarse a garantizar el cumplimiento efectivo de la legislación, sino mejorar la eficiencia de sus procesos de producción, su desempeño ambiental y su competitividad.

El PNAA es un esfuerzo conjunto de la PROFEPA, gobiernos locales, empresas, asociaciones empresariales, instituciones académicas, auditores ambientales y la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Gracias a todos ellos el programa puede cumplir con su objetivo y contribuir a que la sociedad mexicana cuente con un medio ambiente mejor. Cada uno de nuestros socios desempeña una función muy importante, ya sea promoviendo, operando o participando en el programa a través de la auditoría ambiental. (<https://bit.ly/3pZ9yB1>)

CAPÍTULO 4

4.1 Guía de Verificación en Materia de Residuos Mineros

NMX-AA-162-SCFI-2012 Auditoría Ambiental – Metodología para realizar auditorías y diagnósticos, ambientales y verificaciones de cumplimiento de Plan de Acción – determinación del nivel de desempeño ambiental de una empresa – evaluación de desempeño de auditores ambientales	
<p>III.5.1 Aspectos ambientales significativos en materia de residuos. Indicar si la Empresa los tiene identificados, jerarquizados y/o administrados considerando sus operaciones, ubicación, características y entorno. 5.2.4 y 7.2.5 (a) NMX-AA-162-SCFI-2012</p>	<p>NDA1 Tabla de identificación de aspectos ambientales significativos e impactos asociados y descripción de la metodología empleada. Podría estar referenciada a: - anexo número; ó - Evaluada en el numeral 3.3.9 Evaluación del desempeño de la empresa en materia de gestión ambiental. Se tienen aspectos ambientales significativos identificados y jerarquizados en materia de agua, considerando sus operaciones, su ubicación, sus características y el entorno en el que se encuentra</p> <p>NDA2 Éstos se encuentran administrados: evaluados y en mejora continua. Describe las características de las mejoras en tecnología, procedimientos, metas, objetivos e indicadores que demuestran que mejoran el control de sus aspectos ambientales significativos, incluso en aquellos no declarados en la última certificación</p>
<p>III.5.2 Fuentes de generación de residuos. Indicar origen, características y volumen de generación. 5.2.4 NMX-AA-162-SCFI-2012</p>	<p>Descripción y análisis de las áreas de generación, características de los residuos y volúmenes</p>
<p>III.5.3 Áreas de manejo de residuos. Indicar ubicación y características físicas y de operación 5.2.4 NMX-AA-162-SCFI-2012</p>	<p>Descripción y análisis de la infraestructura con la que cuenta para almacenar y manejar los residuos que se generan</p>
<p>III.5.4 Cumplimiento de la regulación ambiental de la Empresa, respecto al manejo integral de residuos (generación, almacenamiento, transporte y tratamiento o disposición final). 5.2.4 y 7.2.5 (b) NMX-AA-162-SCFI-2012</p>	

Ley Minera y su Reglamento	
Art. 19 Fracc. I de la Ley Minera	Las obras y trabajos de exploración y de explotación dentro de los lotes mineros que amparen, cuentan con Título de Concesión Minero
Art. 27 Fracc. IV de la Ley Minera	Se sujeta a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente
Art. 27 Fracc. V de la Ley Minera	Cuenta con las obras permanentes de fortificación, los ademes y demás instalaciones necesarias para la estabilidad y seguridad de las minas
Art. 27 Fracc. VI de la Ley Minera Art. 24 del Reglamento de la Ley Minera	Conservar en el mismo lugar y mantiene en buen estado la mojonera o señal que precise la ubicación del punto de partida, adjuntando la memoria de cálculo y una fotografía de dicha mojonera o señal
Art. 57 de la Ley Minera	Los titulares de concesiones mineras o agrupamiento de éstas o quienes lleven a cabo obras y trabajos mediante contrato, deberán designar como responsable del cumplimiento de las normas de seguridad en las minas a un ingeniero de minas que cuente con cédula profesional, siempre y cuando las obras y trabajos involucren a más de nueve trabajadores en el caso de las minas de carbón y más de cuarenta y nueve trabajadores en los demás casos
Art. 58 de la Ley Minera	Cuando derivado de las condiciones de trabajo se requiera destruir la mojonera que indica la posición del punto de partida de un lote minero, el interesado podrá hacerlo previo posicionamiento y construcción de una nueva mojonera, con las particularidades que señale el Manual. A estos efectos, el interesado deberá rendir un informe a la Secretaría, dentro de los veintiún días hábiles siguientes a la construcción de la nueva mojonera o señal, el cual deberá contener los requisitos establecidos en el presente artículo
Art. 67 de la Ley Minera	Cuenta con el aviso sobre el inicio de operaciones de beneficio de minerales o sustancias sujetas a la aplicación de la Ley, presentado por escrito ante la Secretaría dentro de los veintiún días hábiles siguientes a dicho inicio, y deberá contener
Art. 27 Fracc. VII de la Ley Minera Art. 69 del Reglamento de la Ley Minera	Presentar ante la Secretaría los informes estadísticos, técnicos y contables
Art. 69 del Reglamento de la Ley Minera Art. 69 del Reglamento de la Ley Minera	Presentar ante la Secretaría el informe técnico , dentro de los primeros treinta días hábiles del año

Ley Minera y su Reglamento	
	siguiente al término de su sexto año de vigencia, detallando las obras y trabajos mineros desarrollados, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de esta Ley
Art. 70 del Reglamento de la Ley Minera	Los titulares de concesiones mineras con más de seis años de vigencia están obligados a rendir a la Secretaría, de manera anual un informe sobre la producción, beneficio y destino de minerales o sustancias por el período enero-diciembre, dentro de los primeros treinta días hábiles del año siguiente al que se reporta
Art. 27 Fracc. IX y 35 bis de la Ley Minera Art. 71 del Reglamento de la Ley Minera	Presentar ante la Secretaría un informe geológico-minero cuando la concesión minera correspondiente se cancele por terminación de su vigencia, desistimiento, sustitución por reducción, infracción o resolución judicial. El informe describirá los trabajos de exploración y explotación realizados en el lote minero, o en la superficie que se abandona, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de esta Ley, y deberá ser presentado junto con la solicitud de desistimiento o reducción, o dentro de los sesenta días naturales siguientes a la terminación de la vigencia de la concesión minera o a la notificación de su cancelación por infracción o resolución judicial
Art. 27 Fracc. X de la Ley Minera Art. 72 del Reglamento de la Ley Minera	Presentar ante el Servicio Geológico Mexicano, en el caso de concesiones otorgadas mediante concurso , un informe semestral en los meses de enero y julio de cada año, de los trabajos realizados y de la producción obtenida en el lote amparado por la concesión minera, para efectos de control del pago de la prima por descubrimiento o cualquier otra contraprestación económica contemplada a favor de dicho organismo
Art. 49 de la Ley Minera	Cuenta con constancia de inscripción en el Registro Público de Minería , que acredite los derechos que le confieren las concesiones mineras y los actos, contratos y convenios que las afecten

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento

Art. 69 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Llevó a cabo las acciones de remediación del sitio contaminado ocasionado por las actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos
Art. 22 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Determina si los residuos mineros que genera o maneja son peligrosos, de acuerdo a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales
Art. 33 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Los residuos minero-metalúrgicos se manejan de acuerdo a su planes de manejo
Art. 68 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	La empresa no dio aviso por escrito ante la Secretaría, el motivo por el cual dejó de generar residuos peligrosos, que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente

Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020, Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos	
Numeral 4.1.1 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Los tipos climáticos serán determinados con base en las cartas temáticas de clima del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, escala 1:1'000,000 (Sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García, E. 2004)
Numeral 4.1.2 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Los tipos de vegetación serán determinados de acuerdo con la clasificación de la vegetación de México de Rzedowski (2006) que estará a disposición de los interesados en el Centro de Información para la Gestión Ambiental de la SEMARNAT. También se podrá utilizar la clasificación de vegetación y uso de suelo del INEGI (Uso de Suelo y Vegetación Serie VI y sus actualizaciones, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017)
Numeral 4.1.3 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	La persona responsable del proyecto deberá llevar a cabo un programa de supervisión en el cual se designe a quien fungirá como responsable técnico en el sitio del proyecto, para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que pueda tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades nocivas.
Numeral 4.1.4 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	En caso de que se detecte la presencia de minerales radiactivos , se debe dar aviso por escrito a la Secretaría de Energía , conforme a lo establecido en los artículos 6 y 7 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear
Numeral 4.1.6 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Los pozos, zanjas, socavones y barrenos de exploración se deben realizar fuera de sitios susceptibles de inundación , con el propósito de evitar la migración de contaminantes hacia los cuerpos de agua subterráneos
Numeral 4.1.7 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Cuando el proyecto se ubique dentro del área de tránsito de los pobladores locales , se colocará una adecuada señalización preventiva, restrictiva, informativa y/o prohibitiva en la que se haga referencia a los trabajos que se realicen en la zona, con el objeto de evitar accidentes en el sitio del proyecto
Numeral 4.1.8 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	No se realizarán actividades de quema de maleza, uso de herbicidas o productos químicos durante las actividades de desmonte o deshierbe del sitio del proyecto

Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020, Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos	
Numeral 4.1.9 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	El material removido por las actividades deberá ser depositado en sitios seleccionados para tal fin por la persona responsable del proyecto, en donde se garantice que éste no será arrastrado por el drenaje pluvial o por el crecimiento de cuerpos de agua , que no obstruirá cauces naturales o similares y que no afectará innecesariamente a la vegetación. De ser posible deberá utilizarse un solo sitio de depósito
Numeral 4.1.10 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Se trozarán y esparcirán en sitios previamente seleccionados , los residuos vegetales producto de la limpieza de los terrenos, a fin de facilitar su integración al suelo, en caso de no ser utilizados como esquejes o material para la reforestación La selección de los sitios a que se refiere este numeral, deberá considerar preferentemente zonas que hayan sido perturbadas por las actividades realizadas
Numeral 4.1.11 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Las especies de flora y fauna clasificadas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se localicen dentro del área del proyecto a explorar, deben ser protegidas, según el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat , conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, apegándose a la normatividad de referencia
Numeral 4.1.12 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	La capa superficial del suelo vegetal será recuperada junto con el material removido sin mezclarse , con el fin de utilizarla para las actividades de restauración de la zona. Para lo anterior, se deberá designar un área de almacenamiento temporal dentro de las de depósito, con el fin de evitar pérdidas por erosión
Numeral 4.1.13 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Se realizará la revisión y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria que sean utilizados. En caso de realizar actividades de mantenimiento y reparación en el sitio del proyecto, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo por aceites, grasas, combustibles o similares
Numeral 4.1.14 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Cuando se realice almacenamiento de combustibles , éste se debe llevar a cabo dentro del área del proyecto, en recipientes cerrados que estén en

Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020, Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos	
	perfectas condiciones , para garantizar que no tenga fugas
Numeral 4.1.15 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Se debe ejercer un control sobre los residuos sólidos urbanos generados, para su disposición final en los lugares establecidos por el municipio
Numeral 4.1.16 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Los materiales de consumo , aditivos, aceites, grasas y combustibles, usados o no y sus envases, no deben dispersarse o derramarse en el área de trabajo o fuera de ella. Será necesaria la recolección rutinaria de los materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles usados a que se refiere el párrafo anterior. La disposición de esos residuos se hará en recipientes cerrados y resguardados en lugares aislados y seguros, dentro de alguna de las superficies ocupadas por las obras que se llevarán a cabo y su manejo deberá sujetarse a las disposiciones aplicables. Los materiales de consumo, aditivos, aceites, grasas y combustibles a que se refiere la presente especificación que aún no hayan sido usados , se almacenarán en un lugar aislado y seguro dentro de alguna de las superficies ocupadas por las obras
Numeral 4.1.18 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Cuando se termine el proyecto de exploración minera directa y se prepare para el abandono el área en que se desarrollaron los trabajos, el responsable del proyecto deberá llevar a cabo el programa de restauración que contemple acciones tales como la estabilización de taludes, el relleno de pozos de exploración, el relleno de zanjas, la escarificación de suelos, la inhabilitación y cierre de los caminos nuevos, el sellado de los barrenos, la revegetación y restauración forestal. El programa deberá contener el calendario de actividades, incluyendo las correspondientes al mantenimiento.
Numeral 4.2.1.3 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Para evitar filtraciones de los fluidos de barrenación al suelo, los cárcamos deberán ser de material impermeable con arcillas naturales o , en su defecto, material plástico . El material plástico que se utilice deberá ser retirado al término de la actividad
Numeral 4.2.1.4 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Sólo se deben utilizar fluidos de barrenación con arcillas naturales, grasas lubricantes y aditivos que no tengan características de toxicidad

Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020, Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos	
Numeral 4.2.1.6 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Los residuos de material, roca y sobrantes de muestras producidas por la barrenación , podrán disponerse dentro de alguna de las áreas de depósito de material removido o, en su caso, en depósitos de residuos mineros como presas de jales o tepetateras y, en el caso de barrenación de circulación inversa, podrán colocarse dentro de los barrenos realizados
Numeral 4.2.2.1 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	En el trazo de caminos de acceso deberá evitarse la afectación a los individuos de las especies de flora clasificadas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Numeral 4.3 de la NOM-120-SEMARNAT-2020	Las especificaciones de los trabajos de campo mencionados anteriormente, se determinan con base en las condiciones geológicas y fisiográficas del proyecto, no siendo siempre necesaria la ejecución de toda la gama de trabajos descritos, por lo que el porcentaje de afectación máximo permisible por hectárea de la superficie del sitio del proyecto definida en esta Norma, no deberá rebasar el 25% , sin considerar la superficie que ocupen actividades que se lleven a cabo en áreas afectadas por trabajos ajenos a la minería. En el caso de exploración por etapas en referencia a un mismo sitio, sí deberá considerarse la afectación generada en el sitio en etapas anteriores

Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros	
Numeral 5.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	El generador identificará sus residuos en función del proceso que los genera
Numeral 5.3.1.6.4 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Determinación de la peligrosidad conforme a esta Norma Oficial Mexicana para los residuos mineros que no tengan una norma específica
Numeral 5.3.1.6.4 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Determinación de la peligrosidad conforme la Norma Oficial Mexicana específicas de residuos mineros
Numeral 5.3.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Describe en el Plan de Manejo los procesos bajo los cuales se desarrollarán las actividades de reducción en la fuente, separación, valorización, tratamiento, almacenamiento y/o disposición final
Numeral 5.3.3.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Describe en el Plan de Manejo los mecanismos de evaluación incluyendo uno o varios indicadores de desempeño, el procedimiento y periodicidad de su evaluación, y el registro de las conclusiones y mejoras correspondientes.
Numeral 5.3.3.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Cuenta con los registros de los programas que se realicen, así como de las evidencias de su cumplimiento y mejora
Numeral 5.3.4.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	El plan de manejo esta actualizado debido a que se efectuaron modificaciones de proceso, sustitución de materiales, cambios a alguno de los conceptos a que se refiere el numeral 5.3. (Contenido de los planes de manejo: Identificación del generador, objetivo, vigencia, programa de actividades, modalidad y/o descripción de los residuos mineros)
Numeral 5.3.4.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	El plan de manejo esta actualizado por alguna otra situación establecida en la regulación vigente, en cuyo caso, deberán ser notificadas a la Secretaría
Numeral 5.4.1.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	El muestreo para la caracterización del residuo , se realizó antes del inicio de operaciones o cuando se modifiquen procesos , de las pruebas metalúrgicas realizadas en el laboratorio, y/o durante la operación, de las corrientes donde se generan los residuos o directamente de los depósitos de residuos.
Numeral 5.4.1.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	El muestreo para la caracterización del residuo , en la etapa de operación se hará un compósito anual durante la vida útil del proyecto que sea representativo de las características del residuo
Numeral 5.4.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	La caracterización del residuo se realizó conforme a las especificaciones de la norma oficial mexicana específica, para los jales la NOM-141-SEMARNAT-2003
Numeral 5.4.2.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Se determinó la concentraciones totales (base seca) de los elementos incluidos en el Cuadro 2: antimonio,

Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros

	arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, mercurio, plata, plomo y selenio																																			
Numeral 5.4.2.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Se determinó la movilidad de los metales y metaloides presentes en el residuo, conforme a la determinación de las concentraciones totales, con base en los métodos de prueba aplicables (de acuerdo con la granulometría) c) El potencial de generación de drenaje ácido. d) El pH de la disolución del residuo en agua																																			
Numeral 5.4.2.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Se determinó el potencial de generación de drenaje ácido																																			
Numeral 5.4.2.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Se determinó el pH de la disolución del residuo en agua																																			
Numeral 5.4.2.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Para los residuo generados en la etapa de “ minado y tratamiento de minerales ”, se determinó Concentración total, movilidad y Potencial de generación de drenaje ácido																																			
Numeral 5.4.2.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Para los residuos generados en la etapa de “ Producción de metales mediante procesos pirometalúrgicos o hidrometalúrgicos ”, se determinó Concentración total, movilidad y pH de la disolución del residuo en agua																																			
Numeral 5.4.2.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	La determinación de las concentraciones totales (base seca) , se determinan mediante los procedimientos descritos en el Apéndice Normativo B: Métodos Analíticos de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, numerales B3 Métodos por espectrofotometría de absorción atómica y B4 Método por espectrofotometría de emisión con plasma acoplado inductivamente																																			
Numeral 5.4.2.4 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Cuando la concentración total de los elementos normados sea mayor que el correspondiente límite máximo permisible base seca señalado en el Cuadro 2, se deberán realizar las pruebas de movilidad en el extracto PECT y base seca Cuadro 2. Límites máximos permisibles (LMP) para los constituyentes tóxicos																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Contaminante</th> <th colspan="2">LMP (mg/L)</th> </tr> <tr> <th>PECT</th> <th>Base seca</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Antimonio</td> <td>0.53</td> <td>10.6</td> </tr> <tr> <td>Arsénico</td> <td>5.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Bario</td> <td>100.0</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>Berilio</td> <td>1.22</td> <td>24.4</td> </tr> <tr> <td>Cadmio</td> <td>1.00</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Cromo</td> <td>5.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td>0.20</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Plata</td> <td>5.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>5.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Selenio</td> <td>1.00</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Contaminante	LMP (mg/L)		PECT	Base seca	Antimonio	0.53	10.6	Arsénico	5.00	100	Bario	100.0	2000	Berilio	1.22	24.4	Cadmio	1.00	20	Cromo	5.00	100	Mercurio	0.20	4	Plata	5.00	100	Plomo	5.00	100	Selenio	1.00	20
Contaminante	LMP (mg/L)																																			
	PECT	Base seca																																		
Antimonio	0.53	10.6																																		
Arsénico	5.00	100																																		
Bario	100.0	2000																																		
Berilio	1.22	24.4																																		
Cadmio	1.00	20																																		
Cromo	5.00	100																																		
Mercurio	0.20	4																																		
Plata	5.00	100																																		
Plomo	5.00	100																																		
Selenio	1.00	20																																		

Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros

<p>Numeral 5.4.2.4.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>Para las pruebas de movilidad se deberá seleccionar una de las siguientes pruebas de extracción de los constituyentes tóxicos:</p> <p>a) Lixiviación con agua en equilibrio con CO₂ (H₂O a pH = 5.50 ajustado con burbujeo de CO₂) (Anexo Normativo 5 fracción I, NOM-141-SEMARNAT-2003).</p> <p>b) Procedimiento de movilidad con agua meteórica (MWMP) (Anexo Normativo 2).</p> <p>c) Lixiviación de precipitación sintética con mezcla H₂SO₄/HNO₃ (Anexo Normativo 1).</p>									
<p>Numeral 5.4.2.4.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>Cuando la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en el Cuadro 2, sea superior a los límites permisibles PECT señalados en el mismo, se concluye que el residuo representado por la muestra es peligroso por la toxicidad asociada con la movilidad del elemento en cuestión</p>									
<p>Numeral 5.4.2.5.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>En los residuos de los procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, la generación potencial de acidez se determinará mediante el procedimiento indicado en la NMX-AA-025-1984, Protección al ambiente-Contaminación del suelo residuos sólidos-determinación del pH-método potenciométrico; cuando el valor del pH sea menor o igual que 4 o mayor que 10, se considera que el residuo es peligroso</p>									
<p>Numeral 5.4.2.6.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>Para determinar si los residuos de los procesos de minado y tratamiento de minerales, son generador potencial de drenaje ácido, se debe de aplicar la prueba ABA establecida en los Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos en el Cuadro 3.</p> <p>Cuadro 3. Límites para determinar la peligrosidad por el potencial de generación de drenaje ácido</p> <table border="1" data-bbox="803 1417 1377 1486"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>Calificación</th> <th>Peligrosidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PN/ PA ≤ 3</td> <td>Generador de drenaje ácido</td> <td>Peligroso¹⁾</td> </tr> <tr> <td>PN/ PA > 3</td> <td>No generará drenaje ácido</td> <td>No peligroso</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>¹⁾ Si el valor de la relación PN/PA es mayor de 1 y menor o igual a 3, se considera generador de ácido. En este caso, el generador podrá optar por realizar la prueba estándar de laboratorio sobre intemperización de materiales sólidos utilizando una celda húmeda, para determinar que el residuo no es peligroso.</small></p>	Criterio	Calificación	Peligrosidad	PN/ PA ≤ 3	Generador de drenaje ácido	Peligroso ¹⁾	PN/ PA > 3	No generará drenaje ácido	No peligroso
Criterio	Calificación	Peligrosidad								
PN/ PA ≤ 3	Generador de drenaje ácido	Peligroso ¹⁾								
PN/ PA > 3	No generará drenaje ácido	No peligroso								
<p>Numeral 5.5.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>El aprovechamiento o valorización de los residuos, se sujete al principio de eficiencia ambiental y se desarrolle de conformidad con las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, riesgo, prevención de la contaminación del agua, aire y suelo y otras, que resulten aplicables</p>									
<p>Numeral 5.5.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009</p>	<p>Los procesos empleados para la valorización o el aprovechamiento no deben liberar contaminantes al</p>									

Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros	
	ambiente ni constituir un riesgo para la salud, y habrán de promover el ahorro de energía y de materias primas
Numeral 5.5.3.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	En el caso de aprovechamiento o valorización de los residuos en la fuente que los generó, para la reutilización el plan de manejo deberá indicar: las características técnicas del material o residuo a reutilizar , los procesos productivos en los cuales serán utilizados, su capacidad anual de reutilización y su balance de materia
Numeral 5.5.3.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	En el caso de aprovechamiento o valorización de los residuos en la fuente que los generó, para el reciclaje o co-procesamiento el plan de manejo deberá indicar: los procedimientos, métodos o técnicas de reciclaje o co-procesamiento que se proponen, detallando todas sus etapas; las cargas de residuos peligrosos, emisiones, efluentes y generación de otros residuos, así como los parámetros de control de proceso
Numeral 5.5.3.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	En el caso de aprovechamiento o valorización de los residuos en la fuente que los generó, para el aprovechamiento energético el plan de manejo deberá indicar: el balance de energía, el poder calorífico del residuo y el proceso al cual será incorporado
Numeral 5.6.1 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Identificar los elementos del ambiente presentes en el sitio en que se depositarán los residuos, aquéllos que sean susceptibles de afectación por los impactos generados por la disposición de residuos, así como la capacidad del entorno para atenuar dichos impactos, conforme al estudio de la caracterización del sitio del numeral 5.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003
Numeral 5.6.2 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Cuenta con las especificaciones de ingeniería y mantenimiento que aseguren su estabilidad física, durante el proyecto, construcción, operación y cierre de los depósitos de almacenamiento y disposición final de residuos
Numeral 5.6.2.1 a) de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Establece medidas de control para evitar procesos de erosión eólica e hídrica, así como los arrastres mecánicos, para los terreros, tepetateras y demás depósitos de residuos mineros no sujetos a una Norma Oficial Mexicana específica
Numeral 5.6.2.1 b) de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Establece medidas de control para Impedir la dispersión en el ambiente de drenaje ácido, lixiviados y escurrimientos, para los terreros, tepetateras y demás

Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros	
	depósitos de residuos mineros no sujetos a una Norma Oficial Mexicana específica
Numeral 5.6.2.2 a) de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Para los depósitos de residuos provenientes de procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, deposita únicamente residuos sólidos de naturaleza inorgánica y compatibles entre sí , y además cuenta con las medidas de control para evitar procesos de erosión eólica e hídrica, así como los arrastres mecánicos, e impedir la dispersión en el ambiente de drenaje ácido, lixiviados y escurrimientos
Numeral 5.6.2.2 b) de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Para los depósitos de residuos provenientes de procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, asegurar el aislamiento adecuado del depósito para impedir el contacto de los residuos con cuerpos de agua , así como para evitar su transporte por viento o arrastres, y además contar con las medidas de control para evitar procesos de erosión eólica e hídrica, así como los arrastres mecánicos, e impedir la dispersión en el ambiente de drenaje ácido, lixiviados y escurrimientos
Numeral 5.6.2.2 c) de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Para los depósitos de residuos provenientes de procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, contar con un sistema de captación y canalización del agua pluvial , acorde a las condiciones climáticas locales, y además cuenta con las medidas de control para evitar procesos de erosión eólica e hídrica, así como los arrastres mecánicos, e impedir la dispersión en el ambiente de drenaje ácido, lixiviados y escurrimientos
Numeral 5.6.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	Monitorea los cuerpos de agua vulnerables en todos los depósitos, durante las etapas de operación y post-operación
Numeral 5.6.4 de la NOM-157-SEMARNAT-2009	En las zonas de los depósitos que van quedando fuera de operación , se realiza la restauración forestal con especies endémicas del sitio, en el caso de que sea factible, en virtud de la cantidad recuperable del suelo originalmente existente en el sitio, y/o las cualidades de los residuos para que directamente sobre ellos se desarrolle dicha vegetación

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
Numeral 5.1.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuenta con autorización por el cambio de utilización en terrenos forestales de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento
Numeral 5.1.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuenta permiso por utilización de cauces y zonas federales , de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales
Numeral 5.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Las muestras de jal para la determinación analítica deben ser tomadas directamente del área de almacenamiento o de las pruebas metalúrgicas realizadas al inicio de la operación de la unidad minera, de conformidad con las especificaciones del Anexo Normativo 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.
Numeral 5.2.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Para determinar la peligrosidad del jal de los constituyentes tóxicos , aplica la prueba de extracción, de acuerdo con el método de prueba para realizar la extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO ₂ (véanse Anexos Normativos 1 y 5). Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-1993 o la que la sustituya, es superior a los límites permisibles señalados en la misma, los jales son peligrosos por su toxicidad
Numeral 5.2.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Para determinar si los jales son generadores potenciales de ácido , se debe aplicar la prueba modificada de balance ácido base (véanse Anexos Normativos 1 y 5). En caso de que la relación Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Acido (PA) sea menor a 1.2 , se consideran generadores potenciales de ácido y por lo tanto peligroso
Numeral 5.3.1 a) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Investigar y documentar la Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana), para prevenir daños a la presa de jales por factores climatológicos y evitar que se genere carga hidráulica sobre la cortina contenedora o se produzca algún derrame de excedencias hacia la cuenca de aguas abajo, por los años que establezca la Tabla 1, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal TABLA 1

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales

	<p>Periodo de retorno de la tormenta de diseño (Años)</p> <table border="1" data-bbox="802 338 1446 562"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="6">Zona hidrológica</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Seca</th> <th colspan="2">Húmeda</th> <th colspan="2">Ciclónica</th> </tr> <tr> <th>Topografía</th> <th>(1)</th> <th>(2)</th> <th>(1)</th> <th>(2)</th> <th>(1)</th> <th>(2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Montañoso</td> <td>5</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Lomerío</td> <td>25</td> <td>100</td> <td>25</td> <td>100</td> <td>50</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Plano</td> <td>25</td> <td>100</td> <td>30</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1) Jal no peligroso por su toxicidad (2) Jal peligroso por su toxicidad</p>		Zona hidrológica						Seca		Húmeda		Ciclónica		Topografía	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	Montañoso	5	25	25	50	50	50	Lomerío	25	100	25	100	50	100	Plano	25	100	30	100	100	100
	Zona hidrológica																																									
	Seca		Húmeda		Ciclónica																																					
Topografía	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)																																				
Montañoso	5	25	25	50	50	50																																				
Lomerío	25	100	25	100	50	100																																				
Plano	25	100	30	100	100	100																																				
<p>Numeral 5.3.1 b) de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Investigar y documentar la precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos, por los años que establezca la Tabla 1, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal</p>																																									
<p>Numeral 5.3.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Investigar y documentar la tormenta máxima observada para una duración de 24 horas, por los años que establezca la Tabla 1, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal</p>																																									
<p>Numeral 5.3.1 d) de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Investigar y documentar la tormenta de diseño para un periodo de retorno establecido de acuerdo con la clasificación del jal, la zona hidrológica y la topografía del sitio, por los años que establezca la Tabla 1, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal</p>																																									
<p>Numeral 5.3.1 e) de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Investigar y documentar la velocidad, dirección y frecuencia de los vientos, por los años que establezca la Tabla 1, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir una presa de jales, siempre y cuando la obra no pretenda ocupar una zona federal</p>																																									
<p>Numeral 5.3.1.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Describir el sitio seleccionado de acuerdo a la Clasificación Topográfica de la República Mexicana, incluida como Tabla 2 de la presente Norma</p>																																									

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales

	<p>Tabla 2. Clasificación topográfica en la República Mexicana</p>
<p>Numeral 5.3.1.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Determinar los datos de información hidrométrica y pluviométrica suficiente indirectamente para la cuenca en estudio cuando esta no exista, transfiriendo la información de cuencas vecinas a la región, cuando éstas puedan ser consideradas homogéneas y se disponga de suficiente información</p>
<p>Numeral 5.3.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Determinar en el sitio de ubicación de la presa de jales los siguientes parámetros del suelo (Aspectos edafológicos): textura, conductividad eléctrica y pH. Estos parámetros físicos y químicos permiten describir el tipo de suelo para la caracterización del sitio</p>
<p>Numeral 5.3.3.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Describir la estructura geológica general y al detalle (Aspectos geotécnicos); las propiedades mecánicas de las formaciones rocosas, especialmente las relativas a su permeabilidad y resistencia; las condiciones de fisuramiento y orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras; el grado y profundidad actual de la roca intemperizada y posibilidades de alteración futura, por los agentes del intemperismo</p>
<p>Numeral 5.3.3.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas de los depósitos de suelo (Aspectos geotécnicos), en lo que se refiere a su estratigrafía, haciendo resaltar la homogeneidad o heterogeneidad de los mismos, el tipo de suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4), así como su permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte</p>
<p>Numeral 5.3.3.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003</p>	<p>Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 1 (Aspectos geotécnicos): Regiones sísmicas en la República Mexicana.</p>

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales

La información geotécnica debe ser utilizada en el proyecto para asegurar la estabilidad que requiere la obra.



Fuente: Servicio Sismológico de la UNAM

- A) Región asísmica
- B) Región penesísmica
- C) y D) Región sísmica

Numeral 5.3.4.1 a) de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Estudio para delimitar la **subcuenca hidrológica** donde se localiza el sitio del depósito de jales

Numeral 5.3.4.1 b) de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Estudio para determinar el **volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba** del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000

Numeral 5.3.4.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Estudio para determinar el **gasto correspondiente en el sitio de interés**, cuando tenga que utilizarse algún cauce de cualquier tipo de corriente para ubicar el depósito

Numeral 5.3.4.1 d) de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Estudio para determinar el **área de inundación de la subcuenca**, representándola en cartas topográficas de INEGI a escala 1:50,000 o a una adecuada, si la zona de estudio es pequeña

Numeral 5.3.4.1 e) de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Estudio para determinar la **calidad del agua de los cuerpos superficiales**, tanto **aguas arriba** como **aguas abajo**, con base en las concentraciones de parámetros físicos y químicos: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, sólidos disueltos totales, cianuro total, coliformes fecales y metales como plomo, cadmio, cobre, zinc o cualquier otro que pueda en un momento dado derivarse del depósito de jales

Numeral 5.3.4.2.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Evaluar la **vulnerabilidad del acuífero**, de acuerdo con el Anexo Normativo 2, cuando en el sitio seleccionado para establecer una presa de jales exista este

Numeral 5.3.4.2.2 a) de la NOM-141-SEMARNAT-2003

Cuando en el **sitio seleccionado** para la construcción de la presa de jales **exista un acuífero**:

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 500 metros alrededor de los límites de la presa colmada. Esta condición no se aplicará en los casos de aprovechamientos ubicados aguas arriba y cuyo radio máximo de influencia se localice a una distancia mínima de 100 m en dirección del sitio de depósito. En caso de que existan parteaguas de la subcuenca a menos de 500 m, se tomarán éstos como límites
Numeral 5.3.4.2.2 b) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando en el sitio seleccionado para la construcción de la presa de jales exista un acuífero : Caracterización física y química del agua subterránea nativa , seleccionando aquellos parámetros directamente asociados a la generación de lixiviados derivados de la presa de jales. La caracterización se debe realizar directamente en el sitio de interés o a través del muestreo en aprovechamientos hidráulicos subterráneos aledaños a la presa de jales
Numeral 5.3.5.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El manejo de las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo lo lleva a cabo de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre
Numeral 5.3.5.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El sitio seleccionado corresponde a un área que no represente riesgo a las especies definidas en la Norma de referencia bajo cualquier categoría de riesgo, y aquella que produzca el mínimo impacto ambiental sobre los recursos naturales
Numeral 5.3.5.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Definir los tipos de vegetación que serían afectados , especificando la superficie por cada tipo de vegetación, así como la densidad y abundancia relativa por especie con nombres comunes y científicos
Numeral 5.3.6.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Se identifican centros de población, cuerpos de agua superficiales, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios que puedan ser afectados en caso de derrame o fuga por falla parcial o total de la cortina contenedora, proceder de acuerdo a 5.3.6.1.1 y 5.3.6.1.2
Numeral 5.3.6.1.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Existe posibilidad de afectación a un centro de población o de daño a un cuerpo de agua superficial , en caso afirmativo, se deben aplicar las medidas de proyecto, construcción, operación y monitoreo clasificadas con el número 1 en el Anexo Normativo 3: Clasificación de presas de jales en la República Mexicana. También se aplicarán las medidas

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	señaladas en el punto 5.7 relativas a la etapa de postoperación.
Numeral 5.3.6.1.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Afectación a ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios vulnerables , cuando el daño no implique cuerpos de agua superficiales, se deben aplicar las medidas recomendadas como 1 o 2 en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana
Numeral 5.3.6.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Aplican libremente las disposiciones del Anexo Normativo 3 de la presente Norma, cuando no exista potencial de daño
Numeral 5.3.6.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Analizar si los polvos fugitivos del depósito pueden llegar a algún centro de población y alterar la calidad del aire ; en este caso, se tienen que implementar las medidas descritas en los criterios de construcción-operación y de la etapa de postoperación, enfocados a mitigar estas emisiones.
Numeral 5.4.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso , y <ul style="list-style-type: none"> a) El acuífero no sea vulnerable, o b) Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localicen más allá de 500 metros del perímetro de la presa colmada, o c) El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto a las especificaciones para su uso.
Numeral 5.4.2 a) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuenta con medidas de prevención o control a la contaminación , a través de obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos, en la preparación del sitio de la presa de jales, cuando exista un acuífero vulnerable de acuerdo con la evaluación del Anexo Normativo 2;
Numeral 5.4.2 b) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuenta con medidas de prevención o control a la contaminación , a través de obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos, en la preparación del sitio de la presa de jales, cuando el jal sea peligroso
Numeral 5.4.2 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuenta con medidas de prevención o control a la contaminación , a través de obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos, en la preparación del sitio de la presa de jales, cuando existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada
Numeral 5.4.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Evita que agua de la presa de jales cuando se recircule al proceso de beneficio entre en contacto con los cuerpos naturales de agua superficiales
Numeral 5.4.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Programas o acciones encaminadas a su reubicación, salvamento o enriquecimiento de las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo determinados en el punto 5.3.5.3, que se localicen en el área del proyecto mediante viveros y criaderos, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y apegándose a la normatividad de referencia
Numeral 5.4.4.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Identificación previa a las actividades de desmonte , de las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como, especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, entre otras, susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico
Numeral 5.4.4.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuenta con superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar y proteger el germoplasma nativo en una proporción de especies similar a la original
Numeral 5.4.4.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Realiza labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia
Numeral 5.4.4.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El desmonte y despalme se deben realizar en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas
Numeral 5.4.4.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Están definidas y señaladas las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada
Numeral 5.4.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando la capa de suelo sea retirada para preservar el germoplasma, y utilizarse para forestar o restituir la cubierta vegetal, el sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado deberá contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial
Numeral 5.4.6 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El sitio seleccionado es capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales									
Numeral 5.4.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Mantiene clasificada y disponible los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de preparación, así como la evidencia de su cumplimiento, para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario								
Numeral 5.5.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El volumen de almacenamiento , utilizando el método de las áreas medias y la vida útil del depósito, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico de los jales								
Numeral 5.5.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La sección propuesta de la cortina contenedora cumple con los análisis de estabilidad indicados en el Anexo Normativo 3 de esta Norma.								
Numeral 5.5.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Los escurrimientos superficiales cumplen con los métodos establecidos en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o los Manuales equivalentes de la Comisión Nacional del Agua (CNA)								
Numeral 5.5.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Los sistemas de recuperación deben contemplar los escurrimientos pluviales que aportan carga hidráulica causados por la precipitación máxima probable , estimada de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE								
Numeral 5.5.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	<p>La cortina contenedora de la presa de jales se debe formar por suelos y materiales definidos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4) o con fragmentos de roca. El procedimiento constructivo será el indicado en el Anexo Normativo 3 de esta Norma. Los números utilizados en el Anexo Normativo 3 representan los criterios de aplicación para cada método constructivo y su interpretación se indica en la Tabla siguiente:</p> <p>Criterios de aplicación para cada método constructivo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>OPCIÓN</th> <th>INTERPRETACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Permitido</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)</td> </tr> </tbody> </table>	OPCIÓN	INTERPRETACIÓN	1	Permitido	2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)	3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)
OPCIÓN	INTERPRETACIÓN								
1	Permitido								
2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)								
3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)								

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales		
	4	La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales dictaminados por la Secretaría
	-	Prohibido
Numeral 5.5.6 a) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Obras de retención y derivación del curso de los escurrimientos normales y extremos , desde aguas arriba de la zona de almacenamiento de jales, por medio de canales o túneles de derivación, como obras de excedencias que deben calcularse para recibir la avenida del proyecto y construirse para resistir fallas, en caso de inundación	
Numeral 5.5.6 b) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El escurrimiento generado por la tormenta de diseño puede derivarse por debajo de la cortina de la presa, a través de un túnel de concreto reforzado, con base en la avenida de diseño	
Numeral 5.5.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Sistemas de recuperación del agua de la presa de jales para su recirculación al proceso	
Numeral 5.5.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Medidas de tratamiento del agua de la presa de jales para su descarga a cuerpos receptores y bienes nacionales de acuerdo a la normatividad aplicable	
Numeral 5.6.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Evitar la degradación de la calidad del agua subterránea y la afectación a las fuentes de abastecimiento subterráneas, en la construcción y operación de la presa de jales, cuando haya un acuífero vulnerable, el jal sea peligroso o existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos.	
Numeral 5.6.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Excavación de limpia para eliminar toda la materia vegetal, suelos y/o fragmentos de roca sueltos en el área de cimentación de la presa de jales, para obtener un buen contacto entre la base de la cortina contenedora y la superficie del terreno natural	
Numeral 5.6.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Corregir o mejorar los defectos en el área de desplante de la cortina contenedora o del bordo iniciador , tales como arcillas agrietadas, grietas abiertas en la roca, depósitos de materiales de derrumbe incrustados y suelos permeables, retirando los materiales sueltos y frágiles, y sellando las grietas abiertas para evitar la tubificación debajo de la cortina contenedora o del bordo iniciador	
Numeral 5.6.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Excavación de un dentellón para anclar la cortina contenedora o el bordo iniciador cuando se desplante sobre una superficie rocosa inclinada, que tiende a ser lisa	

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
Numeral 5.6.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Distribución y colocación de los materiales en el terraplén de la cortina contenedora se realizó de acuerdo a las condiciones especificadas en el proyecto. Para la colocación de los materiales debe alcanzarse el grado de compactación y humedad que se estipulen en cada proyecto en particular
Numeral 5.6.6 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La construcción de los elementos y obras complementarias se deben realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para asegurar un buen manejo del agua superficial
Numeral 5.6.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Que no haya derrames e infiltraciones en canales o conductos abiertos, utilizados para el envío de los jales a la presa por gravedad
Numeral 5.6.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Avisos de advertencia ubicados en forma apropiada a las condiciones de topografía y visibilidad del sitio, cuando haya derrames e infiltraciones en canales o conductos abiertos utilizados para el envío de los jales a la presa por gravedad
Numeral 5.6.8 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La distribución de los jales sobre la cortina contenedora debe iniciarse por la parte interior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior de la misma y favoreciendo el sellado del vaso del depósito con los finos de los jales
Numeral 5.6.9 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Los primeros jales depositados deben retenerse para que el agua contenida en ellos se clarifique y se pueda extraer para su posterior reutilización mediante alguno de los métodos establecidos en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana
Numeral 5.6.10 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Los jales utilizados en la construcción de la cortina contenedora , deben cumplir, con el contenido de arenas mayores a 76 µm (malla 200) debe ser igual o mayor a 15% y su contenido de sólidos sea igual o mayor a 50%; en caso de ser generadores potenciales de drenaje ácido, de acuerdo a los criterios del punto 5.2.2, su uso está supeditado a la aplicación de un método de estabilización química o por cubierta de material de préstamo.
Numeral 5.6.11 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	De acuerdo con el método seleccionado para su construcción y en apego a lo establecido en 5.5.5. de

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	esta Norma, la cortina contenedora se debe formar paulatinamente y como resultado del depósito de jales en la presa
Numeral 5.6.12 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El vaso de almacenamiento debe tener el área suficiente para permitir la clarificación del agua contenida en los jales, para facilitar la extracción de la misma ya clarificada a través de las tomas del depósito o de las torres decantadoras
Numeral 5.6.12 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Que la playa sea amplia con el nivel del agua alejado del talud , de tal manera que la longitud de la misma sea igual o mayor a la altura de la cortina, o se demuestre técnicamente que la cortina contenedora es estable. Debe consultarse el Anexo Normativo 3, en lo relativo al sistema decantador drenante
Numeral 5.6.13 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El vaso de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente para mantener un bordo libre (BL) de 3 metros en zonas ciclónicas, 2 metros en zonas húmedas y 1 metro en zonas secas.
Numeral 5.6.14 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El agua clarificada que se recupere se envíe a las piletas o tanques de asentamiento, donde se retienen los sólidos que hayan sido arrastrados, para enviar el agua recuperada al cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio
Numeral 5.6.15 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Se llevan a cabo las acciones necesarias para evitar que la cortina contenedora del depósito se convierta en una fuente de emisión de partículas a la atmósfera, de acuerdo a 5.7.1 a), 5.7.2.1. y 5.7.4 y según el método constructivo que sea utilizado
Numeral 5.6.16 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Los estudios, planos y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de construcción, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario
Numeral 5.7.1 a) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Se deben implementar medidas que aseguren que no se emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras, una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil
Numeral 5.7.1 b) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Se deben implementar medidas que aseguren que no se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	agua superficiales y subterráneos , una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil
Numeral 5.7.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Se deben implementar medidas que aseguren que no falle la presa de jales , una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil
Numeral 5.7.2.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cubrir con un material mineral o con agua, para evitar la formación de drenaje ácido del jal, cuidando de no solubilizar otros elementos tóxicos. También se podrán utilizar otros materiales que impidan la acidificación
Numeral 5.7.2.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido no se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato
Numeral 5.7.2.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos
Numeral 5.7.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Se puede cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, cuando el depósito cumpla con las especificaciones de proyecto y construcción de presas para almacenamiento de agua
Numeral 5.7.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La superficie del depósito debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales
Numeral 5.7.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región , para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación
Numeral 5.7.6 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la misma
Numeral 5.8 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	En el caso de que la presa de jales se encuentre dentro de una de las condiciones que establece la especificación 5.4.2, el generador debe entregar a la autoridad antes de iniciar la operación de la presa de jales, un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables
Numeral 5.8.1.1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La construcción y operación de un mínimo de dos pozos de monitoreo de aguas subterráneas, uno ubicado aguas arriba de la presa y otro aguas abajo .

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	Este último debe colocarse a una distancia máxima de 1.5 veces del ancho de la cortina contenedora en dirección perpendicular al flujo subterráneo local, cuando la presa de jales esté colmada. En el caso de que la presa de jales tenga una geometría irregular, en la que la cortina contenedora sea muy angosta, se debe considerar la dimensión mayor de la presa.
Numeral 5.7.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Que el muestreo es representativo y en el análisis del agua subterránea, se consideraron los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicada en 5.3.4.2.2. b)
Numeral 5.8.1.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Comparación de los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba , con los del pozo de monitoreo aguas abajo . Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes, con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.2.2. b), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes. En el caso de que la comparación indique que no hay alteración de la calidad del agua subterránea nativa, no se requerirá de pozos de monitoreo adicionales
Numeral 5.8.1.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Realizar un muestreo semestral de las aguas subterráneas durante la construcción y operación del depósito, y anual durante un periodo determinado por el resultado del monitoreo, a partir de la fecha del cierre definitivo de la presa de jales
Numeral 5.8.1.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cada pozo de monitoreo debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x,y,z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación, así como los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realicen en este punto
Numeral 5.8.1.6 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Las distancias señaladas en 5.8.1.1 pueden modificarse en función de las condiciones topográficas, así como de la variación del gradiente hidráulico, la conductividad hidráulica y la profundidad del nivel freático, siempre y cuando no cambie el monitoreo periódico y confiable del acuífero
Numeral 5.8.1.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Si hay un acuífero vulnerable o hay aprovechamientos alrededor y el jal es peligroso , el monitoreo debe llegar

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	hasta el nivel del agua. En este caso se deben construir obras de ingeniería complementarias que garanticen la no afectación a los acuíferos. Cuando no se conozca el acuífero, el monitoreo debe hacerse hasta 50 m de profundidad.
Numeral 5.7.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños a la presa de jales, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones de los puntos 5.3.4.1.
Numeral 5.8.2.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Especificar los puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de los cuerpos de agua superficiales que puedan encontrarse en el sitio seleccionado. El sitio de muestreo aguas abajo debe estar ubicado antes de cualquier afluente
Numeral 5.7.1 c) de la NOM-141-SEMARNAT-2003	La técnica de muestreo y los parámetros a analizar , haciendo énfasis en aquellos que pudiesen variar a causa del depósito de jales, la periodicidad de muestreo y el número de muestras. Deben llevarse a cabo dos análisis de la calidad del agua superficial, el primero al finalizar la temporada de lluvias y el segundo durante el estiaje
Numeral 5.8.2.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Para el monitoreo de aguas superficiales se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales , con respecto a los parámetros, límites máximos permisibles, cuerpos receptores y usos indicados, y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba de la presa de jales
Numeral 5.8.2.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada de las aguas superficiales registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.1. e), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes.
Numeral 5.8.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Instalación de líneas de piezómetros para determinar el nivel de saturación acuosa de los jales y evitar un deslizamiento o agrietamiento -conforme a los incisos 5.3.6.1 y 5.3.6.2-, el número de líneas de piezómetros será como mínimo de una y el proyecto del depósito deberá determinar la cantidad específica para asegurar el monitoreo correcto y oportuno.
Numeral 5.8.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Instalación de testigos de movimiento y el registro periódico de observaciones, con el fin de correlacionar

Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	
	si los movimientos detectados en la estructura se deben a sismos, a sobresaturación acuosa o asentamiento del terreno, ya que pueden provocar una falla de la estructura
Numeral 5.8.5 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Muestras periódicos perimetrales de partículas , para garantizar que no se modifica la calidad del aire por este factor
Numeral 5.8.6 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando la presa de jales se ubique en una región sísmica, de acuerdo a la Figura 1. Regiones sísmicas en la República Mexicana, se debe instalar un sismógrafo en la cortina contenedora
Numeral 5.8.7 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando los datos del sismógrafo o los testigos de movimiento indiquen riesgo de derrumbe o desborde , deben realizarse las acciones de estabilización de los taludes y la cortina, que sean necesarias
Numeral 5.8.8 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Cuando se desarrollen programas de acuerdo al numeral 5.4.4 se deben establecer registros en bitácoras de las actividades con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna . Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica y estar disponible para la autoridad competente que requiera su revisión. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses
Numeral 5.8.9 de la NOM-141-SEMARNAT-2003	Bitácora y evidencia gráfica , de todas las actividades realizadas en la etapa de postoperación

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
Numeral 5.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Aplicación de las especificaciones para la caracterización del sitio y los criterios de protección ambiental establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, en la preparación del sitio, construcción, operación, cierre y monitoreo de los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata
Numeral 5.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible en el sitio para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario
Numeral 5.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Designación de un responsable de la supervisión ambiental en el sitio del proyecto , para detectar aspectos críticos desde el punto de vista ambiental y que pueda tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que generen impactos al ambiente, así como que se cumplan las especificaciones establecidas en esta norma
Numeral 5.2.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las pruebas para la caracterización del mineral deben efectuarse a partir de muestras de mineral lixiviado o gastado y deben ser obtenidas: <ul style="list-style-type: none"> • Antes del inicio de operaciones, de las pruebas metalúrgicas realizadas, y • Durante la operación minera, de pruebas metalúrgicas realizadas en laboratorio o directamente de las pilas
Numeral 5.2.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El método empleado en el laboratorio para el beneficio del mineral, debe simular el proceso de lixiviación seguido durante la operación
Numeral 5.2.4.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	En la etapa de operación se deberán tomar dos muestras representativas cada mes durante la vida útil del proyecto, a partir de las cuales se hará un compósito anual que represente las características del mineral gastado. Estas muestras deben ser obtenidas de pruebas de lixiviación a nivel laboratorio, hechas con mineral a lixiviar extraído de la mina, o bien, con mineral gastado de las pilas
Numeral 5.2.4.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	A las muestras señaladas se les aplicarán las pruebas referidas en los incisos 5.2.5. y 5.2.6., por triplicado: <p>5.2.5. Prueba de movilidad.</p> Se deberá de aplicar la prueba de extracción de constituyentes tóxicos, de acuerdo con el

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata

procedimiento de movilidad con agua meteórica (véase Anexo Normativo 1).
 Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-2005, **es superior a los límites permisibles** señalados en la misma, el mineral lixiviado o gastado representado por la muestra **es peligroso por su toxicidad.**

5.2.6. Prueba de generación de drenaje ácido.

Para determinar si el mineral lixiviado o gastado es generador potencial de drenaje ácido, se debe de aplicar la **prueba modificada de balance de ácido base** establecida en los Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Límites para determinar peligrosidad por reactividad del mineral

Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Acido (PA)		
PN/PA < 3	Generador de ácido*/	Peligroso
PN/PA > 3	No genera drenaje ácido	No peligroso
*/ Si el valor de la relación PN/PA es mayor de 1 y menor o igual a 3 se considera generador de ácido, a menos de que con base en pruebas cinéticas se demuestre lo contrario		

Numeral 5.3.1.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007

Documentar los siguientes aspectos climáticos:

- a) Región hidrológica de ubicación del sitio, cuenca y subcuenca (Figura 2. Regiones Hidrológico-Administrativas de la República Mexicana, Comisión Nacional del Agua, 2002).
- b) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.
- c) Temperatura media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.
- d) Niveles de evaporación.
- e) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas.
- f) Tormenta de diseño para un periodo de retorno de 100 años.
- g) Tormenta de diseño para un periodo de retorno de 10 años.

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	<p>h) Tormenta de diseño para un periodo de retorno de 50 años.</p> <p>i) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos. Para asegurar la toma de las medidas necesarias para prevenir daños al sistema de lixiviación derivados de factores climatológicos y evitar que se genere carga hidráulica en las pilas, o bien que se produzca algún derrame de excedencias fuera del sistema de lixiviación</p>
Numeral 5.3.1.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo con la Clasificación Topográfica en la República Mexicana, incluida como Cuadro 2 de la presente Norma
Numeral 5.3.1.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando para la zona en estudio no exista información hidrométrica y pluviométrica suficiente, los datos podrán determinarse indirectamente , mediante el uso de información de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio
Numeral 5.3.1.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los tipos climáticos serán determinados con base en las cartas temáticas de clima del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, escala 1:1 000 000 (uno a un millón) (Climas-Escala 1:1 000 000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2001)
Numeral 5.3.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Determinar e identificar el tipo de suelo de acuerdo con el Sistema FAO/UNESCO/ISRIC (Edafología de la República Mexicana, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1994)
Numeral 5.3.3.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Describir la estructura geológica general y en detalle de la zona en que se ubicará el sistema de lixiviación; las propiedades mecánicas de las formaciones rocosas, especialmente las relativas a su permeabilidad y resistencia; las fracturas presentes en el sitio y sus características; las condiciones de fisuramiento y orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras; y el grado y la profundidad actual de la roca intemperizada y las posibilidades de alteración futura
Numeral 5.3.3.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Obtener los perfiles estratigráficos del terreno de cimentación, haciendo resaltar la variación de la resistencia relativa, la homogeneidad o heterogeneidad de los mismos, así como la clasificación de los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (véase Anexo Normativo 2), y realizar pruebas in situ de

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte
Numeral 5.3.3.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 3: Regiones sísmicas en la República Mexicana (Regiones Sísmicas en México, Servicio Sismológico de la UNAM, 2003)
Numeral 5.3.4.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	<p>Hidrología superficial.</p> <ol style="list-style-type: none"> Delimitar la subcuenca hidrológica donde se instalará el sistema de lixiviación. Determinar el volumen medio anual del escurrimiento superficial aguas arriba del patio, conforme a la NOM-011-CNA-2000. Identificar las áreas susceptibles de inundación. Determinar la calidad del agua de los cuerpos superficiales, aguas arriba y aguas abajo, con base en los parámetros físicos y químicos establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y aquellos metales y compuestos químicos no señalados en dichas Tablas, representativos del proceso. Las técnicas de muestreo de cuerpos de agua podrán ser la NMX-AA-014-1980 o la NMX en la materia vigente, o las normas ISO 5667-6:2005 e ISO 5667-3:2003. Se tomarán al menos dos muestras de agua, una en la época de estiaje y otra en la de lluvias
Numeral 5.3.4.2.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	<p>Hidrología subterránea.</p> <p>En el sitio seleccionado para la construcción del sistema de lixiviación se debe:</p> <ol style="list-style-type: none"> Evaluar la vulnerabilidad del acuífero de acuerdo con el Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003. Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 1 000 m alrededor de los límites del sistema de lixiviación, indicando su ubicación en coordenadas geográficas, las características constructivas y el uso del agua. Efectuar la caracterización física y química del agua subterránea nativa en cuanto a cianuros, arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como con respecto a los parámetros directamente asociados a la generación de lixiviados derivados de las obras del sistema de lixiviación. La caracterización se debe realizar directamente en el sitio de interés o

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	a través del muestreo semestral en aprovechamientos hidráulicos subterráneos aledaños a las obras del sistema de lixiviación. Para ello, se tomarán al menos dos muestras de agua subterránea, una en aguas arriba y la otra aguas abajo del sitio seleccionado
Numeral 5.3.5.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El sitio seleccionado debe corresponder a un área no clasificada como hábitat crítico de acuerdo con lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento
Numeral 5.3.5.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Identificar la presencia en el sitio de especies de la vida silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo , de conformidad con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2001
Numeral 5.3.5.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Determinar los tipos de vegetación que serán afectados, especificando la superficie por cada tipo de vegetación, así como la densidad y abundancia relativa por especie con nombres comunes y científicos
Numeral 5.3.5.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los tipos de vegetación deben ser determinados de acuerdo con la clasificación de la vegetación y uso de suelo del INEGI, que estará a disposición de los interesados en las delegaciones federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en los Estados (Uso de Suelo y Vegetación Serie III, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005)
Numeral 5.4.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Evaluar la intensidad de los riesgos a los centros de población, cuerpos de agua, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios, asociados a las condiciones físicas del sitio en que se desarrollará y operará el sistema de lixiviación. Para ello se deben prever, desde el proyecto del sistema de lixiviación, las medidas necesarias que minimicen los posibles riesgos derivados de derrames o fugas, por la falla parcial o total del patio
Numeral 5.4.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Para asegurar la estabilidad de la obra durante el proyecto, construcción y operación del patio , se deben considerar las intensidades relativas de riesgo por: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de carga del terreno de cimentación • Estabilidad de taludes de las pilas • Asentamientos diferenciales en las pilas • Rotura del recubrimiento

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	<ul style="list-style-type: none"> Erosión en la superficie de las pilas por efecto de las lluvias, y Derrames de lixiviados por efecto de tormentas <p>En el Anexo Normativo 3, se establecen criterios y se recomiendan los métodos de análisis de estabilidad y de monitoreo más apropiados, conforme a las condiciones topográficas, hidrológicas y sísmicas bajo las cuales se desarrollará el proyecto</p>
Numeral 5.5.1.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	La preparación del sitio para construir un sistema de lixiviación debe incluir medidas de prevención o control de la contaminación , a través de obras de ingeniería que acrediten técnicamente que no se afectará a los cuerpos de aguas superficiales, a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos
Numeral 5.5.2.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	De manera previa a la construcción de obras, la capa de suelo vegetal debe ser retirada para utilizar este recurso en las actividades de reforestación o recuperación de la cubierta vegetal.
Numeral 5.5.2.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado debe contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial.
Numeral 5.5.2.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Al término de las operaciones se deberá obtener una caracterización con el fin de conocer los valores de fondo en el sitio , para descartar contaminación del suelo por esos elementos
Numeral 5.5.3.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las especies en riesgo, que se localicen en el área del proyecto, deben ser protegidas, según el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat , conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, y apegándose a la normatividad de referencia
Numeral 5.5.3.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Previamente a las actividades de desmonte, se deben identificar las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes , así como las especies biológicas de especial interés susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico
Numeral 5.5.3.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar, o en su caso, reproducir a partir de

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	material parental nativo, una cantidad de individuos de especies con alguna categoría de riesgo, endémicas, y de difícil regeneración, similar a la original
Numeral 5.5.3.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada y desarrollar un Programa de Protección que incluya áreas de conservación y, en su caso, delimitar el área para un jardín botánico, para el acopio de material vegetal representativo del sitio y aprovechar las semillas que produzcan individuos vegetales susceptibles de ser empleados en los trabajos de restauración del sitio
Numeral 5.5.3.5 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las labores de reubicación, trasplante y monitoreo se deben realizar con métodos que garanticen una sobrevivencia del 95% o superior de los ejemplares reubicados o trasplantados; de no ser posible se remplazarán los ejemplares de flora muertos por individuos de la misma especie obtenidos o producidos en viveros
Numeral 5.5.3.6 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El desmonte y despalme deben permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas
Numeral 5.5.3.7 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando exista material producto del desmonte , proveniente de individuos de especies herbáceas y arbustivas no rescatables , se deberá triturar e incorporar al suelo almacenado
Numeral 5.5.3.8. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Medidas necesarias que limiten el acceso de especies de fauna silvestre a las soluciones cianuradas
Numeral 5.6.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Contar con los estudios necesarios indicados en el numeral 5.3., que aseguren que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de mineral a lixiviar proyectado , conforme a la vida útil del patio, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico del material
Numeral 5.6.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las actividades de excavación, nivelación, compactación y relleno necesarios para la preparación del sitio deben garantizar su impermeabilización , así como la conservación de la capacidad de drenaje natural de la zona.
Numeral 5.6.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Debe asegurarse la estabilidad del patio , considerando la topografía del terreno, la hidrología de la zona y la sismicidad de la región, así como la geometría de la pila seleccionada. En la elaboración

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	del proyecto se deben incorporar los criterios de intensidad relativa de riesgo geotécnico e hidráulico, así como los criterios sobre análisis de estabilidad y monitoreo descritos en el Anexo Normativo 3
Numeral 5.6.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	En el diseño y construcción de canales de desvío, trincheras, piletas de sedimentación, canales de descarga, diques , etc., se debe considerar la hidrología superficial del sitio, con el fin de evitar derrames
Numeral 5.6.5. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Todas las pilas y piletas deben tener una geomembrana sintética impermeable con propósitos de contención, para evitar el daño ambiental por la fuga de las soluciones
Numeral 5.6.6 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Contar con un sistema de detección y control de fugas y/o derrames de las soluciones en las pilas, así como en las piletas de solución, el cual deberá operar de forma continua
Numeral 5.6.7 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	La geomembrana sintética utilizada en el patio debe soportar el tipo de solución, la carga física del material, el tipo de clima a que estará expuesto, así como el sistema de descarga de mineral
Numeral 5.6.8 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	La impermeabilidad del recubrimiento debe mantenerse hasta que haya terminado el monitoreo del sitio
Numeral 5.6.9 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las piletas cuyo propósito sea contener la solución del proceso, con excepción de la pileta de emergencia , deben tener una geomembrana sintética primaria y una secundaria , así como un sistema de recuperación de los fluidos que penetren la geomembrana primaria, en caso de rotura de la misma. Para ello, debe colocarse entre ambas geomembranas un material que tenga la habilidad de transportar rápidamente dichos fluidos hasta el punto del sistema de recolección donde será recuperado
Numeral 5.6.10 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando el material entre las geomembranas sea incapaz de contener, coleccionar, transportar y remover los líquidos a una tasa que prevenga la existencia de cargas hidráulicas de transferencia entre la primera y segunda membrana, la pileta debe ser sacada de operación y vaciada
Numeral 5.6.11. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Implementar medidas conducentes a mitigar las emisiones de polvos, gases y partículas a la atmósfera, provenientes de la construcción ,

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	operación y cierre del sistema , con el fin de evitar que lleguen a algún centro de población y alteren la calidad del aire
Numeral 5.6.12. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Alrededor de las piletas debe instalarse un cerco de protección perimetral como medida de protección para evitar el acceso terrestre de la fauna silvestre
Numeral 5.6.13 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Instalar sistemas cuyo propósito sea ahuyentar la presencia de aves en las piletas de solución con cianuro
Numeral 5.6.14 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Deben establecerse fuentes alternas de agua fresca para consumo de la fauna silvestre presente en el sitio
Numeral 5.6.15 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El agua que se recircula en el circuito cerrado del sistema de lixiviación , no debe tener contacto con los cuerpos naturales de agua superficiales
Numeral 5.7.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los asentamientos diferenciales máximos deberán ser tales que eviten la formación de grietas y fisuras en la pila , así como en el recubrimiento, y se asegure la estabilidad de la obra sin filtraciones, sobre todo bajo el terreno de cimentación natural
Numeral 5.7.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Construirse todas las obras necesarias para el manejo del agua superficial dentro de la zona de influencia a la que pertenece el sistema de lixiviación, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento hidráulico de todas las instalaciones principales y complementarias, y evitar que el drenaje hidráulico local invada el patio
Numeral 5.7.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	La construcción de las obras complementarias se debe realizar considerando pendientes apropiadas que aseguren el buen manejo del agua superficial
Numeral 5.7.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando la circulación de las soluciones se realice por gravedad a través de canales o conductos abiertos , se debe asegurar que no habrá derrames e infiltraciones . Se deben colocar avisos de advertencia ubicados en forma apropiada, según las condiciones de topografía y visibilidad del sitio
Numeral 5.7.5 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las soluciones con cianuro deben mantenerse en un valor de pH de 10.5 o superior , para controlar la formación de ácido cianhídrico en niveles aceptables y evitar la creación de impactos ambientales significativos derivados de la toxicidad del compuesto
Numeral 5.7.6. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Durante la operación, se deben monitorear las áreas de circulación del sistema (piletas de soluciones)

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
Numeral 5.7.7 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Durante la construcción y operación del sistema de lixiviación, se debe realizar el monitoreo de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos , mediante un muestreo semestral . Se deben especificar los puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de los cuerpos de agua que se encuentren en el sitio seleccionado
Numeral 5.7.8 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	En el caso de aguas subterráneas , construir y operar un mínimo de dos pozos de monitoreo , uno ubicado aguas arriba del sistema de lixiviación y otro aguas abajo . Este último debe colocarse a una distancia máxima de 1.5 veces del ancho de la pila de mineral para lixiviación en dirección perpendicular al flujo subterráneo local. En el caso de que la pila de mineral para lixiviación presente una geometría irregular se debe considerar la dimensión mayor de ésta
Numeral 5.7.9. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Las distancias señaladas en el punto anterior pueden modificarse en función de las condiciones topográficas, de la variación del gradiente hidráulico, de la conductividad hidráulica y de la profundidad del nivel freático, así como de la disponibilidad del terreno, de tal manera que se asegure un monitoreo periódico y confiable del acuífero
Numeral 5.7.10 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cada pozo de monitoreo de aguas subterráneas debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x, y, z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación; así como los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realicen en este punto
Numeral 5.7.11 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Si en la evaluación correspondiente resulta un acuífero vulnerable o existen aprovechamientos alrededor del sistema de lixiviación , el monitoreo debe llegar hasta el nivel del agua . En este caso se deben construir obras de ingeniería complementarias que garanticen la no afectación a los acuíferos
Numeral 5.7.12 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños al patio, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones del numeral 5.3.4.1.
Numeral 5.7.13. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea , se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	agua subterránea, conforme a lo señalado en el numeral 5.3.4.2.1 c)
Numeral 5.7.14 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El diseño de los pozos de monitoreo debe considerar las oscilaciones estacionales del nivel, y medir la profundidad al nivel freático o nivel piezométrico, así como permitir coleccionar muestras de agua representativas del acuífero. Durante el monitoreo del acuífero se debe registrar cualquier variación del nivel freático o piezométrico
Numeral 5.7.15 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Instalación sensores que midan la presión del agua en los intersticios de dicho material , para identificar preventivamente la posibilidad de su desplazamiento y, con ello, posibles asentamientos diferenciales del patio, cuando el patio se construya sobre estratos naturales confinados de material de grano fino, en el que predominen arcillas o limos saturados o susceptibles de saturación con el agua contenida en sus intersticios, derivada de su posible consolidación por efecto de la creciente carga durante la formación de la pilas. Lo anterior puede ocurrir en condiciones de confinamiento tales que el agua no pueda salir de dicho material, propiciando un posible efecto de fluidización y con ello su desplazamiento que implique asentamientos diferenciales del patio
Numeral 5.7.16 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Instalación de testigos topográficos de asentamiento y registrar las observaciones al final del periodo de estiaje y de lluvias, con el fin de prevenir asentamientos diferenciales del terreno que impliquen posibles roturas o agrietamientos de la capa impermeable
Numeral 5.8.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Una vez que ha terminado la recuperación de valores , el patio de lixiviación debe lavarse y tratarse , antes de quedar como depósito de mineral lixiviado o gastado. El depósito estará estabilizado, cuando en la solución del lavado del patio se cumplan los siguientes valores: <ul style="list-style-type: none"> a) Los niveles de complejos débiles de cianuro asociados a los metales (WAD-CN) en el efluente de agua lavada y/o tratada sean menores a 0.2 mg/L. b) El nivel del potencial hidrógeno (pH) en el efluente de agua lavada o tratada esté entre 5 y 10 unidades.

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
Numeral 5.8.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los efluentes del patio deben cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996
Numeral 5.8.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El patio de mineral lixiviado o gastado, una vez estabilizado , deberá asegurar las condiciones que impidan el transporte de contaminantes por la migración del agua meteórica y se deberá extraer el máximo de líquido existente de la pila
Numeral 5.8.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Debe tenerse la información de los procedimientos para la caracterización de los materiales lixiviados o gastados de proceso , cuando se fueron generando, además de los procedimientos para estabilizar todos los componentes de procesos, en particular los utilizados en la estabilización de los patios. Se deberán documentar los periodos de duración y procedimiento de lavado, técnicas de muestreo y la curva estimada de disminución de drenaje residual
Numeral 5.9.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Una vez que la pila llegue al final de su vida útil , se deben implementar las medidas necesarias para: a) Prevenir la erosión hídrica y eólica con el fin de garantizar que no se afecten suelos, sedimentos y cuerpos de agua superficiales y subterráneos. b) Garantizar la estabilidad física del patio.
Numeral 5.9.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando las pilas , durante la etapa de operación sean generadores potenciales de ácido , se deben establecer medidas para evitar la formación de drenaje ácido, asegurando la no disolución de los elementos tóxicos
Numeral 5.9.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando no sea pertinente establecer las medidas señaladas en el numeral anterior para prevenir la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos
Numeral 5.9.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El patio debe ser inhabilitado, conforme a los siguientes conceptos: a) Estabilidad de taludes y modificación de su pendiente, con la finalidad de frenar la velocidad de escurrimientos superficiales y disminuir procesos erosivos b) Establecimiento de vegetación nativa: ● La superficie del patio debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
	<ul style="list-style-type: none"> ● Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación c) Asegurar que las condiciones de drenaje eviten que los escurrimientos superficiales afecten a la pila. d) Conformar la geometría fomentando técnicas que minimicen efectos visuales adversos
Numeral 5.9.5 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	<p>Las piletas de solución preñada y gastada deben restaurarse considerando:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Su relleno con material no peligroso y contorneo aproximados a la forma original del sitio. b) El aseguramiento de la capacidad de drenaje de agua superficial conforme al que existía de manera previa a la afectación.
Numeral 5.9.6 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los taludes deben ser ajustados, en su caso, para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la pila de mineral lixiviado
Numeral 5.9.7 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Realizar el cierre de la planta metalúrgica y la limpieza y el desmantelamiento de las mismas, a menos que tengan una utilidad para terceros
Numeral 5.10.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	<p>Monitoreo de cuerpos de agua.</p> <p>Contar con un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. El monitoreo durante la etapa de cierre debe ajustarse a lo establecido en los numerales 5.7.7, 5.7.8, 5.7.9, 5.7.10, 5.7.11, 5.7.12, 5.7.13 y 5.7.14. Se debe realizar un muestreo anual de los acuíferos durante 20 años a partir de la fecha del cierre del patio, cuando el mineral lixiviado o gastado haya resultado peligroso en la aplicación de las pruebas del numeral 5.2. En caso contrario, se sujetará a lo indicado en el numeral 5.10.1.2.4.</p>
Numeral 5.10.1.1.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños al patio, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones del numeral 5.3.4.1.
Numeral 5.10.1.1.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales , con respecto a cianuros, arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como a los metales y compuestos químicos, representativos del proceso; límites máximos permisibles; cuerpos receptores y usos indicados; y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba del patio

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
Numeral 5.10.1.1.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad de agua determinada en el numeral 5.3.4.1. d) y ese cambio en la calidad se relacione con la operación del sistema, se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes determinadas por la autoridad o de acuerdo con ésta
Numeral 5.10.1.2.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El monitoreo de aguas subterráneas debe efectuarse a través de los pozos construidos conforme al numeral 5.7.8.
Numeral 5.10.1.2.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea , se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea , conforme a lo indicado en el numeral 5.3.4.2.1 c)
Numeral 5.10.1.2.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba, se deben comparar con los del pozo de monitoreo aguas abajo. Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes , con respecto a la calidad del agua nativa determinada en el numeral 5.3.4.2.1. c), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes, determinadas por la autoridad o de acuerdo con ésta.
Numeral 5.10.1.2.4 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El monitoreo de aguas superficiales y subterráneas podrá concluirse una vez cumplidas las condiciones a y b del numeral 5.8.1. y del numeral 5.8.2. de esta norma, siempre y cuando el mineral lixiviado o gastado no sea peligroso conforme a lo establecido en el numeral 5.2
Numeral 5.10.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Se debe realizar el monitoreo de sensores conforme al numeral 5.7.15.
Numeral 5.10.3 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Se debe realizar el monitoreo de los testigos topográficos conforme a lo establecido en el numeral 5.7.16
Numeral 5.10.4.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Se aplicará la NOM-043-SEMARNAT-1993 para emisiones provenientes de operaciones de fundición en la planta metalúrgica
Numeral 5.10.4.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El monitoreo de partículas sólidas podrá concluirse cuando se dé cumplimiento a los criterios establecidos en la NOM-043-SEMARNAT-1993

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SEMARNAT-2007, Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata	
Numeral 5.10.5.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando el patio se ubique en una región sísmica , de acuerdo a la Figura 3, se debe instalar un sismógrafo en alguno de los taludes
Numeral 5.10.5.2 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Cuando los datos del sismógrafo o los testigos topográficos indiquen riesgo de derrumbe o desborde, deben realizarse las acciones de estabilización de los taludes que sean necesarias
Numeral 5.10.6.1 de la NOM-155-SEMARNAT-2007	En el programa señalado en el numeral 5.5.3.4., se deben establecer registros de los resultados del mismo con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna . Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica y estar disponible para la autoridad competente que requiera su revisión . Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses
Numeral 5.10.6.2. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	El monitoreo de las condiciones en que se encuentran los especímenes de vida silvestre rescatados se concluirá cuando sean capaces de subsistir en las condiciones prevalecientes
Numeral 5.10.7. de la NOM-155-SEMARNAT-2007	Se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica , de todas las actividades realizadas durante el monitoreo y en la etapa de cierre

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
Numeral 5.1 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada, así como la evidencia de su cumplimiento, deben mantenerse clasificados y disponibles en el sitio para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario
Numeral 5.2 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las pruebas para determinar la caracterización del mineral , se efectuarán durante la etapa de exploración de la mena o durante la etapa de operación minera, en ambos casos, a partir de muestras de mineral lixiviado o gastado
Numeral 5.2.1.1 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las muestras de mineral lixiviado o gastado se obtendrán a partir de la lixiviación en laboratorio de mineral fresco
Numeral 5.2.1.2 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El método empleado en el laboratorio para el beneficio del mineral muestreado, debe simular el proceso de lixiviación a escala real, seguido durante la operación minera.
Numeral 5.2.1.3 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las muestras de mineral fresco deben ser obtenidas del mineral que se vaya a procesar en la pila durante la operación minera, o de las muestras de mineral fresco que sean tomadas durante la etapa de exploración de la mena, conforme a las consideraciones contenidas en el Anexo Normativo 1: Plan de muestreo, manejo y control de la muestra.
Numeral 5.2.1.4 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el caso de que las muestras de mineral fresco sean tomadas durante la etapa de exploración de la mena, correspondiente a la ubicación y cuantificación de reservas susceptibles de someterse al proceso de lixiviación, se realizará lo siguiente: El número total de muestras individuales correspondientes a la vida útil de la operación minera (NTMVU) se debe determinar con alguna de las ecuaciones que se presentan en el Cuadro 1, la cual se selecciona en función del rango en que se encuentre la masa de las reservas probadas económicamente explotables (MRPEE). El resultado del cálculo se cerrará a enteros. Si la fracción del resultado es menor a 0.5, el resultado se cerrará al entero inmediato anterior; si la fracción resultante es superior a 0.5, el resultado se cerrará al entero inmediato siguiente
Numeral 5.2.1.4.1 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las muestras de mineral que se tomen en las etapas de exploración de la mena, serán obtenidas en cantidad suficiente , tanto para cumplir con el

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	propósito de identificar las especies minerales presentes y cuantificar las reservas, como para la integración de muestras compuestas que se someterán a lixiviación a escala laboratorio, con el fin de generar el mineral gastado a ser caracterizado
Numeral 5.2.1.4.2 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	A partir de los resultados de los análisis de las especies minerales presentes, se estimaré la distribución tridimensional en la mena de los precursores del potencial de drenaje ácido
Numeral 5.2.1.4.3.1 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Con base en el plan para la explotación de la mena que realizará la unidad minera, se seleccionarán de entre las muestras tomadas en la etapa de exploración, las muestras de las cuales se tomarán las porciones que conformarán las muestras compuestas representativas de cada sección de la mena. El peso de cada porción se seleccionará de manera que la compuesta correspondiente, resulte representativa de la composición de la sección respectiva en cuanto a los precursores de drenaje ácido
Numeral 5.2.1.4.3.2 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las muestras compuestas así conformadas y homogenizadas se someterán al proceso de beneficio a escala en el laboratorio. El mineral gastado resultante se someterá a un proceso de cuarteo y homogeneización sucesivos, hasta obtener la cantidad de muestra suficiente para el análisis de caracterización
Numeral 5.2.1.5.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando las muestras de mineral fresco sean tomadas del mineral extraído de la mena durante su minado, el número mínimo mensual de muestras individuales a tomar, se determinará con base en los estimados de tonelaje de mineral a lixiviar , tanto el mensual como el tonelaje que se obtendrá durante la vida útil, y en el número total de muestras individuales correspondientes a la vida útil de la operación minera
Numeral 5.2.1.5.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El número mínimo mensual de muestras (NMM) se calculará mediante la siguiente fórmula: $NMM = NTMVU \times MMEM / MRPEE$ Donde: NTMVU: es el número total de muestras correspondientes a la vida útil de la operación minera. MMEM: es la masa de mineral a extraer durante el mes que corresponda.

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	MRPEE: es la masa de reservas probadas económicamente explotables.
Numeral 5.2.1.5.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Con el número mínimo mensual de muestras (NMM) se formará un compuesto anual , al cual se le aplicarán las pruebas de lixiviación a escala real para obtener las muestras de mineral gastado
Numeral 5.2.1.6. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	A las muestras del mineral lixiviado o gastado referido en el numeral 5.2.1.4.3.2. o en el numeral 5.2.1.5.3., según corresponda, se le aplicarán las pruebas de peligrosidad establecidas en el numeral 5.2.2.
Numeral 5.2.1.7. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Se registrará en una bitácora la toma y selección de muestras individuales , la conformación de las muestras compuestas, los resultados del proceso de lixiviación a nivel laboratorio y de la caracterización del mineral gastado, así como la identificación del tipo de peligrosidad conforme a las pruebas establecidas en el numeral 5.2.2.
Numeral 5.2.1.8. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las muestras se conservarán en un almacén con los controles de calidad necesarios hasta la etapa de cierre y serán etiquetadas y almacenadas ordenadamente para facilitar su selección y consumo
Numeral 5.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Pruebas para determinar la peligrosidad de los residuos en los patios y terreros de lixiviación. Las pruebas señaladas en los numerales 5.2.2.1, 5.2.2.2. y 5.2.2.3., se deben realizar a las muestras señaladas en el numeral 5.2.1.6. En el caso del compuesto obtenido durante la etapa de operación, la periodicidad será anual
Numeral 5.2.2.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Determinar las concentraciones totales (base seca) de los siguientes elementos: antimonio, arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio, plata, plomo y selenio, mediante la aplicación de los procedimientos descritos en el Apéndice Normativo B de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 , numerales B3 Métodos por espectrometría de absorción atómica y B4 Método por espectrometría de emisión con plasma acoplado inductivamente, o método(s) avalado(s) en publicaciones científicas y cuyos resultados contengan el control de calidad
Numeral 5.2.2.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando la concentración total de los elementos normados sea mayor que el correspondiente límite máximo permisible base seca señalado en el Cuadro 2 de la presente Norma Oficial Mexicana, se debe

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre

	<p>realizar la prueba de movilidad, conforme a lo descrito en el numeral 5.2.2.2.</p> <p>Cuadro 2. Límites máximos permisibles (LMP) para los constituyentes tóxicos en el extracto del procedimiento de extracción de constituyentes tóxicos (PECT) y base seca</p> <table border="1" data-bbox="824 478 1456 884"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Contaminante</th> <th colspan="2">LMP (mg/L)</th> </tr> <tr> <th>PECT</th> <th>Base seca</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Antimonio</td> <td>0.53</td> <td>10.60</td> </tr> <tr> <td>Arsénico</td> <td>5.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>Bario</td> <td>100.00</td> <td>2000.00</td> </tr> <tr> <td>Cadmio</td> <td>1.00</td> <td>20.00</td> </tr> <tr> <td>Cromo</td> <td>5.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td>0.20</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td>Plata</td> <td>5.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>5.00</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td>Selenio</td> <td>1.00</td> <td>20.00</td> </tr> </tbody> </table>	Contaminante	LMP (mg/L)		PECT	Base seca	Antimonio	0.53	10.60	Arsénico	5.00	100.00	Bario	100.00	2000.00	Cadmio	1.00	20.00	Cromo	5.00	100.00	Mercurio	0.20	4.00	Plata	5.00	100.00	Plomo	5.00	100.00	Selenio	1.00	20.00
Contaminante	LMP (mg/L)																																
	PECT	Base seca																															
Antimonio	0.53	10.60																															
Arsénico	5.00	100.00																															
Bario	100.00	2000.00																															
Cadmio	1.00	20.00																															
Cromo	5.00	100.00																															
Mercurio	0.20	4.00																															
Plata	5.00	100.00																															
Plomo	5.00	100.00																															
Selenio	1.00	20.00																															
<p>Numeral 5.2.2.1.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Cuando la concentración total de los elementos normados, sea menor que el correspondiente límite máximo permisible base seca, señalado en el Cuadro 2 de la presente Norma Oficial Mexicana se concluye, que el mineral no es peligroso por movilidad, por lo que no es necesario realizar la prueba de movilidad</p>																																
<p>Numeral 5.2.2.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Prueba de movilidad.</p> <p>Se deberá seleccionar una de las siguientes pruebas de extracción de los constituyentes tóxicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Procedimiento de movilidad con agua meteórica (MWMP) (Anexo Normativo 1, NOM-155-SEMARNAT-2007), Lixiviación de precipitación sintética con mezcla H₂SO₄/HNO₃ (Anexo Normativo 2) 																																
<p>Numeral 5.2.2.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en el Cuadro 2 de la presente Norma Oficial Mexicana, es superior a los límites permisibles para constituyentes tóxicos en el extracto PECT señalados en ese mismo cuadro, el residuo representado por la muestra es peligroso por su toxicidad</p>																																
<p>Numeral 5.2.2.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Prueba de generación de drenaje ácido.</p> <p>Para determinar si el residuo es generador potencial de drenaje ácido, se debe de aplicar la prueba modificada de balance de ácido base establecida en los Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-</p>																																

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre

	<p>SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos en el Cuadro 3.</p> <p>Cuadro 3. Criterios para determinar la peligrosidad del mineral gastado por su potencial de generación de drenaje ácido Potencial de neutralización (PN)/Potencial de acidez (PA)</p> <table border="1" data-bbox="824 478 1453 661"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>Calificación</th> <th>Peligrosidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PN/ PA ≤ 3</td> <td>Generador de drenaje ácido</td> <td>Peligroso*/</td> </tr> <tr> <td>PN/ PA > 3</td> <td>No generará drenaje ácido</td> <td>No peligroso</td> </tr> </tbody> </table> <p>*/ Si el valor de la relación PN/PA es mayor de 1 y menor o igual a 3, se considera generador de ácido. En este caso, el generador podrá optar por realizar la prueba estándar de laboratorio sobre intemperización de materiales sólidos utilizando una celda húmeda, para determinar que el residuo no es peligroso. El residuo es peligroso si el resultado de la prueba estándar de laboratorio sobre intemperización de materiales sólidos utilizando una celda húmeda es mayor que 1</p>	Criterio	Calificación	Peligrosidad	PN/ PA ≤ 3	Generador de drenaje ácido	Peligroso*/	PN/ PA > 3	No generará drenaje ácido	No peligroso
Criterio	Calificación	Peligrosidad								
PN/ PA ≤ 3	Generador de drenaje ácido	Peligroso*/								
PN/ PA > 3	No generará drenaje ácido	No peligroso								
<p>Numeral 5.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Caracterización del sitio: estudios de los elementos del ambiente presentes en el sitio que sean susceptibles de afectación por los impactos generados por la operación del sistema. La caracterización del sitio debe contemplar los temas siguientes:</p>									
<p>Numeral 5.3.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Aspectos geotécnicos (geología, mecánica de suelos y de rocas). Describir la estructura geológica general y en detalle de la zona en que se ubicará el sistema de lixiviación</p>									
<p>Numeral 5.3.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Describir las propiedades mecánicas de las formaciones rocosas, especialmente las relativas a su permeabilidad y resistencia; las fracturas y sus características; las condiciones de fisuramiento y orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras; y el grado y la profundidad actual de la roca intemperizada y las posibilidades de alteración futura considerando las condiciones de operación</p>									
<p>Numeral 5.3.1.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Obtener los perfiles estratigráficos del terreno de cimentación, haciendo resaltar la variación de la resistencia relativa, la homogeneidad o heterogeneidad de los mismos, así como la identificación de los suelos de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (véase Anexo</p>									

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	Normativo 3); realizar pruebas in situ de permeabilidad y porosidad y, en laboratorio, de compresibilidad y resistencia al corte. En el caso de patios con recubrimiento sintético las pruebas in situ de permeabilidad serán en el terreno de cimentación
Numeral 5.3.1.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 2: Regiones Sísmicas en la República Mexicana (Regiones Sísmicas en México, Servicio Sismológico de la UNAM, 2003)
Numeral 5.3.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Señalar la región hidrológica de ubicación del sitio, cuenca y subcuenca (Figura 3. Regiones Hidrológico-Administrativas de la República Mexicana, Comisión Nacional del Agua, 2002)
Numeral 5.3.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Para asegurar la toma de las medidas necesarias para prevenir daños al sistema de lixiviación derivados de factores hidrológicos y los consecuentes daños potenciales a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos existentes, en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, se deben realizar las actividades señaladas en el numeral 5.3.2.3.
Numeral 5.3.2.3.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Para evitar que se genere carga hidráulica en las pilas , o bien que se produzca algún derrame de excedencias fuera del sistema de lixiviación , se deben documentar los siguientes aspectos climáticos : <ul style="list-style-type: none"> a) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos. b) Temperatura media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos. c) Niveles de evaporación. d) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas. e) Tormenta de diseño para un periodo de retorno de 100 años. f) Tormenta de diseño para un periodo de retorno de 50 años. g) Tormenta de diseño para un periodo de retorno de 10 años. h) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.
Numeral 5.3.2.3.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo con la Clasificación Topográfica en la República Mexicana, incluida como Cuadro 4 de la presente Norma

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
Numeral 5.3.2.3.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando no exista información hidrométrica y pluviométrica suficiente para la zona en estudio, los datos podrán determinarse indirectamente, mediante el uso de información de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio
Numeral 5.3.2.3.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los tipos climáticos serán determinados con base en el Continuo Nacional de Efectos Climáticos Regionales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, escala 1:250 000 (uno a doscientos cincuenta mil) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2006)
Numeral 5.3.2.3.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Hidrología superficial. a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se instalará el sistema de lixiviación. b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento superficial aguas arriba del patio o terrero, conforme a la NOM-011-CONAGUA-2000. c) Identificar las áreas susceptibles de inundación. d) Determinar la calidad del agua de los cuerpos superficiales, aguas arriba y aguas abajo, con base en los parámetros físicos y químicos establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y aquellos metales y compuestos químicos no señalados en dichas Tablas, que sean representativos del proceso. Las técnicas de muestreo de cuerpos de agua podrán ser las indicadas en la NMX-AA-014-1980 o en la NMX en la materia vigente, o las normas ISO 5667-6:2005 e ISO 5667-3:2003. Se tomarán al menos dos muestras de agua, una en la época de estiaje y otra en la de lluvias
Numeral 5.3.2.3.6.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Hidrología subterránea. En el sitio seleccionado para la construcción del sistema de lixiviación se debe: a) Realizar un estudio geohidrológico que tenga como objetivo definir el tipo de confinamiento hidráulico del agua subterránea en el sitio, la granulometría y litología sobreyacente a la zona saturada y la profundidad del agua subterránea. b) Con base en los resultados del estudio geohidrológico se evaluará la vulnerabilidad del acuífero de acuerdo con el Anexo Normativo 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003. c) Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 1 000 m alrededor de los límites del sistema de

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	lixiviación, indicando su ubicación en coordenadas geográficas, las características constructivas y el uso del agua
Numeral 5.3.3.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El sitio seleccionado debe corresponder a un área no clasificada como hábitat crítico de acuerdo con lo establecido por la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento
Numeral 5.3.3.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Identificar la presencia en el sitio de especies de la vida silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo, de conformidad con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Numeral 5.3.3.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Se deben determinar los tipos de vegetación que serán afectados , especificando la superficie por cada tipo de vegetación , así como la densidad y abundancia relativa por especie con nombres comunes y científicos
Numeral 5.3.3.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los tipos de vegetación deben ser determinados de acuerdo con la clasificación de la vegetación y uso de suelo del INEGI , que estará a disposición de los interesados en las delegaciones federales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en los Estados (Uso de Suelo y Vegetación Serie IV, Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Numeral 5.3.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El reporte que contenga los resultados de la caracterización del sitio , referida en el numeral 5.3, incluirlá las fuentes de referencia . Estos resultados deben ser considerados en la elaboración del proyecto del sistema de lixiviación
Numeral 5.4.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las especies en riesgo , que se localicen en el área del proyecto, deben ser protegidas , según el caso, mediante proyectos de conservación y recuperación o mediante el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación del hábitat, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, apegándose a la normatividad de referencia
Numeral 5.4.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Previamente a las actividades de desmonte, se deben identificar las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como las especies biológicas de especial interés susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico
Numeral 5.4.1.3 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar o, en su caso, reproducir a partir del material parental nativo, una cantidad de individuos de especies con alguna categoría de riesgo, endémicas y de difícil regeneración, similar a la original
Numeral 5.4.1.4 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Desarrollar un proyecto de conservación y recuperación que defina y señale las zonas en que se mantendrán las especies con alguna categoría de riesgo, endémicas y de difícil regeneración; el proyecto incluirá áreas de conservación para las especies, para el acopio de material vegetal representativo del sitio y se deberán aprovechar las semillas de vegetales susceptibles de ser empleadas en los trabajos de restauración del sitio
Numeral 5.4.1.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las labores de reubicación, trasplante y monitoreo se deben realizar con métodos que garanticen una sobrevivencia de 95% o superior de los ejemplares reubicados o trasplantados; de no ser posible se remplazarán los ejemplares de flora muertos por individuos de la misma especie obtenidos o producidos en viveros
Numeral 5.4.1.6. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El desmonte y despalme debe permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas
Numeral 5.4.1.7. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando exista material producto del desmonte, proveniente de individuos de especies herbáceas y arbustivas no rescatables, se deberá triturar e incorporar al suelo almacenado o, si tiene algún valor, donarlo
Numeral 5.4.1.8. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Establecer las medidas necesarias que limiten el acceso de especies de fauna silvestre a las soluciones ácidas del patio y terreros
Numeral 5.4.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	De manera previa a la construcción de obras, los suelos deben ser retirados para aprovecharlos en las actividades de reforestación o recuperación de la cubierta vegetal.
Numeral 5.4.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado debe contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial
Numeral 5.4.2.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Caracterización del sitio con el fin de conocer los valores de fondo, los cuales se verificarán al término de las operaciones para descartar la contaminación del suelo

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
Numeral 5.4.3.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	La preparación del sitio para construir un sistema de lixiviación debe incluir medidas de prevención de inundaciones y control de la contaminación , a través de obras de ingeniería que acrediten técnicamente que no se afectará a los cuerpos de aguas superficiales , a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos
Numeral 5.4.3.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Con base en la información que se genere, relativa a la hidrología subterránea, se adaptará el sitio en que se ubicará el área de lixiviación y se ejecutarán las obras complementarias necesarias para contener los lixiviados
Numeral 5.4.3.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	La protección del suelo y de los cuerpos de agua subterránea, se debe lograr a través de barreras geológicas naturalmente impermeables o la combinación de éstas y otras barreras artificialmente impermeables, con un estricto control de calidad, de acuerdo con las especificaciones de construcción <ul style="list-style-type: none"> a) En el caso de que existan barreras geológicas naturalmente impermeables debe asegurarse que la permeabilidad de la zona vadosa del área en que ocurra la lixiviación sea equivalente a la que se tiene en un estrato de 5 m de espesor mínimo y con una conductividad hidráulica menor o igual que 1×10^{-9} m/s. b) En el caso contrario, en dicha área se utilizará un sistema combinado de barrera geológica artificialmente impermeable y geomembrana sintética; para ello se deberá instalar un recubrimiento que provea una contención igual o mayor que la que provee una geomembrana sintética colocada en la parte superior de una capa impermeable compactada de 30 centímetros de suelo arcilloso, para alcanzar un coeficiente de permeabilidad de por lo menos 1×10^{-8} m/s
Numeral 5.4.3.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el caso de existir un acuífero vulnerable se deben construir al menos un pozo de monitoreo aguas arriba y un pozo aguas abajo , conforme a los resultados del estudio geohidrológico del sitio. Se debe asegurar un monitoreo periódico y confiable del acuífero
Numeral 5.5.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Prever, desde el proyecto del sistema de lixiviación, las medidas necesarias que minimicen los posibles riesgos derivados de derrames o fugas, por la falla parcial o total del patio o terrero

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
Numeral 5.5.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el Anexo Normativo 4, se establecen criterios y se recomiendan los métodos de análisis de estabilidad y de monitoreo más apropiados , conforme a las condiciones topográficas, hidrológicas y sísmicas bajo las cuales se desarrollará el proyecto
Numeral 5.5.1.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Para asegurar la estabilidad de la obra durante el proyecto, construcción y operación del proceso de lixiviación, se deben considerar las intensidades relativas de riesgo por: <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de carga del terreno de cimentación • Estabilidad de taludes de las pilas • Asentamientos diferenciales • Esfuerzos cortantes y/o resistencias friccionantes de los materiales • Rotura del recubrimiento • Erosión en la superficie de las pilas por efecto de las lluvias • Derrames de lixiviados por efecto de tormentas
Numeral 5.5.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	La construcción de los patios y terreros de lixiviación deberá ajustarse a los siguientes criterios de proyecto: <ul style="list-style-type: none"> • Establecer en planos y otros documentos las especificaciones de calidad a que se sujetará la obra. • Establecer una altura máxima de la pila, conforme a los estudios geotécnicos. • Proveer bermas entre las camas de mineral para conseguir un adecuado ángulo de estabilidad en la pendiente media final de las pilas. • Tener un buen diseño que refuerce la base del apilamiento principalmente al pie del talud. • Incluir previsiones para minimizar el riesgo de la presión de poro del líquido contenido en la pila del mineral. • Proveer bermas en el perímetro de las pilas para evitar escurrimientos de la solución fuera del sistema de colección y conducción establecido. • Garantizar la integridad de los cuerpos de agua subterránea.
Numeral 5.5.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Debe asegurarse que el sitio seleccionado para la localización del sistema de lixiviación sea capaz de soportar y almacenar el volumen de mineral a lixiviar proyectado, conforme a la vida útil del

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	sistema, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico del material
Numeral 5.5.2.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Debe asegurarse la estabilidad del sistema , considerando la topografía del terreno, la hidrología de la zona y la sismicidad de la región, así como la geometría de la pila seleccionada. En la elaboración del proyecto se deben incorporar los criterios de intensidad relativa de riesgo geotécnico e hidráulico, así como los criterios sobre análisis de estabilidad y monitoreo descritos en el Anexo Normativo 4.
Numeral 5.5.2.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los asentamientos diferenciales máximos deberán ser tales que eviten la formación de grietas y fisuras en la pila, así como en la plataforma, y se asegure la estabilidad de la obra sin infiltraciones, sobre todo bajo el terreno de cimentación natural
Numeral 5.5.2.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el diseño y construcción de canales de desvío, trincheras, piletas de sedimentación, canales de descarga, diques , etc., se debe considerar la hidrología superficial del sitio, con el fin de impedir entradas de escurrimientos de agua al sistema y los derrames de solución
Numeral 5.5.2.6. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El recubrimiento utilizado en el patio debe soportar el tipo de solución, la carga física del material, el tipo de clima a que estará expuesto, así como el sistema de descarga del mineral
Numeral 5.6.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El proyectista podrá aceptar ajustes o mejoras durante la construcción y operación, con base en la retroalimentación de los resultados obtenidos
Numeral 5.6.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las actividades de excavación, nivelación, compactación y relleno necesarios para la preparación del sitio deben garantizar su impermeabilización , así como la conservación de la capacidad de drenaje natural de la zona
Numeral 5.6.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Todas las piletas deben tener una geomembrana sintética impermeable con propósitos de contención, para evitar el posible daño ambiental por la fuga de las soluciones
Numeral 5.6.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Disponer de un sistema de detección y control de fugas y/o derrames de las soluciones en las pilas, así como en las piletas de solución.
Numeral 5.6.6. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando la circulación de las soluciones se realice por gravedad a través de canales o conductos abiertos, se debe asegurar que no habrá derrames e infiltraciones . En caso de derrames e infiltraciones se

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	deben colocar avisos de advertencia ubicados en forma apropiada, según las condiciones de topografía y visibilidad del sitio
Numeral 5.6.7. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Dependiendo de los métodos y los materiales utilizados para su construcción, todos los canales abiertos que transporten fluidos de proceso deberán monitorearse con un sistema de detección y control de fugas
Numeral 5.6.8. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	La impermeabilidad de la plataforma debe mantenerse hasta que al patio y a los terreros se les haya eliminado totalmente la peligrosidad y estén completamente estabilizados .
Numeral 5.6.9. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las piletas cuyo propósito sea contener la solución del proceso , con excepción de la pileta de emergencia, deben tener una geomembrana sintética primaria y una secundaria , así como un sistema de recuperación de los fluidos que penetren la geomembrana primaria, en caso de rotura de la misma. Para ello, debe colocarse entre ambas geomembranas un material que tenga la habilidad de transportar rápidamente dichos fluidos hasta el punto del sistema de recolección, donde será recuperado
Numeral 5.6.10. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando se detecte solución de proceso en el punto del sistema de recolección, donde serán recuperados los fluidos, la pileta debe ser sacada de operación para su reparación
Numeral 5.6.11. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Implementación de medidas conducentes a mitigar las emisiones de polvos, gases y partículas a la atmósfera , provenientes de la construcción, operación y cierre del patio y terrero, con el fin de evitar que lleguen a algún centro de población y alteren la calidad del aire
Numeral 5.6.12. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Alrededor de las piletas debe instalarse un cercos de protección perimetral como medida de protección para la fauna silvestre
Numeral 5.6.13. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Instalar sistemas cuyo propósito sea ahuyentar e impedir la presencia de aves en las piletas de solución
Numeral 5.6.14. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Deben establecerse fuentes alternas de agua fresca para consumo de la fauna silvestre presente en el sitio
Numeral 5.6.15. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las piletas de emergencia deben vaciarse completamente a la brevedad posterior a un evento

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	de precipitación, para el caso de que sea necesario utilizarlas debido a la ocurrencia de la siguiente lluvia
Numeral 5.6.16. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los sistemas de conducción y bombeo de soluciones deben contar con un programa de conservación y mantenimiento preventivo con el fin de que siempre estén en condiciones de operación y minimizar riesgos de derrames
Numeral 5.6.17. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Identificar las posibilidades de saturación y alta presión del agua en los intersticios y desplazamiento de estratos de material arcilloso subyacente en el sitio , que eventualmente pudieran ser causa de asentamientos diferenciales del patio o de los terreros y, en su caso, tomar las medidas preventivas en las etapas de selección del sitio, proyecto y construcción
Numeral 5.6.18. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Instalar testigos topográficos de asentamientos y registrar las observaciones al final del periodo de estiaje y de lluvias, con el fin de prevenir asentamientos diferenciales del terreno que impliquen posibles roturas o agrietamientos de la capa impermeable
Numeral 5.7.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El responsable de la supervisión deberá revisar, verificar y, en su caso, sugerir los cambios para mejorar los planos de proyecto y otros documentos establecidos por el proyectista, para su anuencia
Numeral 5.7.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El responsable del control de calidad deberá certificar en forma ágil y oportuna, los niveles de calidad (especificaciones) para que se cumpla lo establecido en el proyecto
Numeral 5.8.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Una vez que se ha terminado con la recuperación del cobre, y con el fin de definir las medidas de protección ambiental para el cierre del patio , deberán considerarse los resultados de la evaluación del potencial de generación de lixiviados, tomando en cuenta las características de peligrosidad del mineral gastado conforme al inciso 5.2. y la información climática referida en el inciso 5.3.2.3. El proyecto de cierre debe estar soportado por un análisis de la tasa de generación de lixiviados esperada en el largo plazo , con lo cual, se deberán tomar las medidas necesarias para cerrar el apilamiento de mineral gastado de manera tal, que no se generen efluentes en los que: a) Los niveles de metales y metaloides rebasen los valores de fondo en agua definidos conforme al

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre

	<p>inciso 5.8.1.4. Cuando los valores de fondo antes de la operación del sistema, se encuentren por abajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 3 de la NOM-001-SEMARNAT-1996, se tomarán como valores de referencia los establecidos en dicha norma, y</p> <p>b) El nivel del potencial hidrógeno (pH) esté entre 5 y 10 unidades.</p> <p>Para cumplir con lo anterior, se deberán realizar una o más de las siguientes medidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Control en la fuente.- Remoción o aislamiento de los constituyentes de preocupación ambiental disponibles en el mineral gastado. 2) Control de la migración.- Limitación de la cantidad de lixiviado que se puede formar y migrar a través del apilamiento de mineral gastado. 3) Intercepción y tratamiento.- Es la intercepción de los lixiviados formados para que sean efectivamente tratados antes de su descarga a los cuerpos receptores. <p>Se entenderá que se llegó al equilibrio cuando los valores se mantengan a través del tiempo</p>
<p>Numeral 5.8.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Para la caracterización del efluente de la pila durante el proceso de remoción de soluciones ácidas, debe realizarse el muestreo y análisis de dicho efluente, formando una muestra de 24 horas compuesta por 4 muestras individuales de 1 litro, tomadas cada 6 horas dos veces al mes, durante el proceso de remoción de soluciones ácidas</p>
<p>Numeral 5.8.1.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>La toma y preservación de las muestras se realizarán conforme a las siguientes normas: Norma Mexicana NMX-AA-003-1980, Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2011 y Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001</p>
<p>Numeral 5.8.1.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>Los valores de fondo se obtendrán antes de la operación del sistema, de muestras representativas tomadas de los cuerpos de agua ubicados en la subcuenca hidrológica correspondiente al sitio, que permitan determinar las concentraciones de metales y metaloides en cuerpos de agua no alterados antropogénicamente.</p>
<p>Numeral 5.8.1.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011</p>	<p>En caso de que después del periodo estimado por la empresa para la remoción de las soluciones ácidas, no se logre cumplir con los límites establecidos en el</p>

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	numeral 5.8.1.1, se procederá a iniciar el cierre de la pila aplicando las medidas de estabilización física, prevención de dispersión de contaminantes y rehabilitación , evitando la generación de lixiviados que pudieran afectar cuerpos de agua
Numeral 5.8.1.6. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Contar con un reporte del proceso de lavado en el que se registre la evolución de la calidad del efluente. Se deberán documentar los periodos de duración y procedimiento de lavado, técnicas de muestreo y análisis, así como la curva de disminución de los parámetros señalados
Numeral 5.8.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	De conformidad con los registros indicados en el numeral 5.2.1.7, se procederá de la siguiente forma para la estabilización del sistema de lixiviación: a. En el caso de que la valoración de los resultados de las pruebas registradas en la bitácora indiquen que el mineral gastado o lixiviado no es peligroso , se procederá a la estabilización física del depósito de acuerdo con las medidas señaladas en el numeral 5.8.3. y con las medidas para restaurar el sistema de lixiviación establecidas en el numeral 5.8.5. b. En el caso de que la valoración de los resultados de las pruebas registradas en la bitácora indiquen que el mineral gastado o lixiviado es peligroso , se deberán cumplir con las medidas indicadas en los numerales 5.8.3. y 5.8.4., y llevar a cabo las medidas para restaurar el sistema de lixiviación establecidas en el numeral 5.8.5.
Numeral 5.8.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el caso de los sistemas de lixiviación que conforme al capítulo 2, ingresen a la fase de cierre , deberán cumplir con las medidas indicadas en los numerales 5.8.3. y 5.8.4., y llevar a cabo las medidas para restaurar el sistema de lixiviación establecidas en el numeral 5.8.5
Numeral 5.8.3.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Una vez que se haya concluido el proceso de lavado de la pila, se deben implementar medidas de prevención y control para garantizar la estabilidad física de la pila en el largo plazo
Numeral 5.8.3.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Para asegurar la disminución de fenómenos de erosión eólica e hídrica , se deben realizar las obras complementarias necesarias en el vaso y taludes del sistema, tales como: a) Reconfigurar los taludes, a partir de un análisis de estabilidad de taludes, apoyado en los resultados de un estudio geotécnico, que incluya pruebas de

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	<p>laboratorio, para lograr una pendiente adecuada que permita disminuir procesos de erosión.</p> <p>b) Construir bermas sobre el talud para reducir la erosión hídrica y poder canalizar el agua pluvial de escurrimiento.</p> <p>c) Construir obras de drenaje en el perímetro de la pila para evitar el ingreso del agua de escurrimiento captada de la subcuenca hidrológica.</p>
Numeral 5.8.4.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Para evitar y controlar la generación de drenaje ácido y la liberación y movilidad de los elementos químicos normados e impedir que los drenajes afecten suelos y cuerpos de agua superficiales y subterráneos, se utilizarán tratamientos químicos, físicos o biológicos o su combinación
Numeral 5.8.5.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Implementar medidas de reforestación de pilas y piletas de manera que se reincorpore el sitio al paisaje del lugar, sin que se afecten las medidas para la estabilización física y química del patio y de los terreros establecidas en los numerales 5.8.3. y 5.8.4.
Numeral 5.8.5.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el caso de que la pila de mineral gastado resulte no peligrosa , se deberán llevar a cabo las siguientes medidas que permitan reintegrar el sitio al paisaje del lugar: <p>a. Cubrir la superficie de la pila con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.</p> <p>b. Promover la restauración forestal con especies vegetales nativas de la región, para garantizar su sucesión y permanencia con un mínimo de conservación</p>
Numeral 5.8.5.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el caso de que la pila de mineral gastado resulte peligrosa , además de las medidas establecidas en 5.8.5.2., se deberán construir sobre la pila, obras de drenaje para canalizar los escurrimientos del agua pluvial hacia el exterior, asegurando que el agua no penetre en la pila
Numeral 5.8.5.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Las piletas de solución preñada y gastada deben rehabilitarse considerando: <p>a) Su relleno con material no peligroso.</p> <p>b) El aseguramiento de la capacidad de drenaje de agua superficial conforme al que existía de manera previa a la afectación.</p>
Numeral 5.8.5.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Se debe realizar el cierre de la planta metalúrgica y la limpieza y el desmantelamiento de la misma, a

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	menos que tengan una utilidad para la empresa o para terceros
Numeral 5.9.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Durante la construcción, operación y cierre del sistema de lixiviación, se debe realizar el monitoreo de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, aguas arriba y aguas abajo , que puedan encontrarse en el sitio seleccionado
Numeral 5.9.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En los cuerpos de agua superficiales potencialmente afectables por el sistema de lixiviación, deben definirse puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de dicho sistema
Numeral 5.9.1.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el caso de acuíferos vulnerables los puntos de muestreo están definidos por los pozos referidos en el numeral 5.4.3.4
Numeral 5.9.1.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cada pozo de monitoreo de aguas subterráneas debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x, y, z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación; así como los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realicen en este punto
Numeral 5.9.1.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Desde un año antes del inicio de la construcción del sistema de lixiviación deberá realizarse el monitoreo de la calidad de las aguas en dichos puntos de muestreo consistente en la toma y el análisis de al menos dos muestras de agua en cada punto , una en la época de estiaje y otra en la de lluvias. Las técnicas de muestreo de cuerpos de agua podrán ser las contenidas en la NMX-AA-014-1980 o la NMX en la materia vigente, o en las normas ISO 5667-6:2005 e ISO 5667-3:2003
Numeral 5.9.1.6. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los resultados del monitoreo aguas arriba, se deben comparar con los de aguas abajo. Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes , con respecto a la calidad del agua aguas arriba, se deben llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes para restaurar su calidad, y sujetarse a las disposiciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento
Numeral 5.9.1.7. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Efectuar la caracterización física en cuanto a pH, conductividad eléctrica, temperatura y química del

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	agua subterránea nativa en cuanto a arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como con respecto a los parámetros directamente asociados a la generación de lixiviados derivados de las obras del sistema de lixiviación. La caracterización se debe realizar directamente en el sitio de interés o a través del muestreo semestral en los aprovechamientos hidráulicos subterráneos aledaños a las obras del sistema de lixiviación. Para ello, se tomarán al menos dos muestras de agua subterránea, una aguas arriba y otra aguas abajo del sitio seleccionado
Numeral 5.9.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	<p>Cuando se desarrolle un proyecto de acuerdo al numeral 5.4.1.4, se deben establecer registros en bitácoras de las actividades con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna.</p> <p>Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses</p>
Numeral 5.9.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El monitoreo de las condiciones en que se encuentran los especímenes de vida silvestre rescatados se concluirá cuando sean capaces de subsistir en las condiciones prevalecientes
Numeral 5.9.2.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica , de todas las actividades realizadas durante el monitoreo de flora
Numeral 5.10.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	<p>Se debe contar con un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. Se debe realizar un muestreo anual de los acuíferos durante 20 años a partir de la fecha del cierre del sistema, cuando el mineral lixiviado o gastado haya resultado peligroso o en caso de sistemas que ingresen a la fase de cierre, conforme al capítulo 2.</p> <p>En caso de que el mineral gastado sea no peligroso, el monitoreo se sujetará a lo indicado en el numeral 5.10.1.2.4.</p>
Numeral 5.10.1.1.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños al sistema, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones del numeral 5.3.2.3.5. d)
Numeral 5.10.1.1.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales , con respecto a

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
	arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como a los metales y compuestos químicos, representativos del proceso; límites máximos permisibles; cuerpos receptores y usos indicados; y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba del sistema
Numeral 5.10.1.1.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando los resultados de la calidad del agua superficial monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad de agua determinada en el numeral 5.3.2.3.5. d) y ese cambio en la calidad se relacione con la operación del sistema, se deben llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes para restaurar su calidad , y sujetarse a las disposiciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento
Numeral 5.10.1.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El monitoreo de aguas subterráneas debe efectuarse a través de los pozos construidos conforme al numeral 5.4.3.4.
Numeral 5.10.1.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea , se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea, conforme a lo indicado en el numeral 5.9.1.7.
Numeral 5.10.1.2.3. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba, se deben comparar con los del pozo de monitoreo aguas abajo . Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes, con respecto a la calidad del agua nativa determinada en el numeral 5.9.1.7, se deben llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes para restaurar su calidad , y sujetarse a las disposiciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento
Numeral 5.10.1.2.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El monitoreo de aguas superficiales y subterráneas podrá concluirse una vez cumplidas las condiciones a y b del numeral 5.8.1.1 y del numeral 5.8.2.1 a) de esta norma, siempre y cuando el mineral lixiviado o gastado no sea peligroso conforme a lo establecido en el numeral 5.2
Numeral 5.10.1.2.5. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Realizar el monitoreo de los testigos topográficos conforme a lo establecido en el numeral 5.6.18.

Norma Oficial Mexicana NOM-159-SEMARNAT-2011, Que establece los requisitos de protección ambiental de los sistemas de lixiviación de cobre	
Numeral 5.10.2.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando el patio o el terrero se ubique en una región sísmica , de acuerdo con la Figura 2, debe mantenerse en operación un sismógrafo
Numeral 5.10.2.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Cuando los datos del sismógrafo o los testigos topográficos indiquen riesgo de derrumbe o desborde, deben realizarse las acciones de estabilización de los taludes que sean necesarias
Numeral 5.10.3.1. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	En el proyecto señalado en el numeral 5.4.1.4, se deben establecer registros de los resultados del mismo con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna . Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del sistema, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses
Numeral 5.10.3.2. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	El monitoreo de las condiciones en que se encuentran los especímenes de vida silvestre rescatados se concluirá cuando sean capaces de subsistir en las condiciones prevalecientes
Numeral 5.10.4. de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Realizar muestreos perimetrales de partículas suspendidas totales en el aire, a fin de garantizar que no se modifica la calidad del aire por la operación del patio, conforme a la NOM-035-SEMARNAT-1993, con la frecuencia señalada en el punto 14.1 de la citada norma
Numeral 5.10.5 de la NOM-159-SEMARNAT-2011	Mantener una bitácora y evidencia gráfica , de todas las actividades realizadas durante el monitoreo y en la etapa de cierre

CONCLUSIONES

A partir de la revisión de la legislación y de las diferentes guías de verificación en materia de aire, ruido, agua, suelo y subsuelo, residuos, recursos naturales, vida silvestre, recursos forestales, riesgo y emergencias ambientales, energía, gestión ambiental e impacto ambiental, se elabora la Guía de Verificación de Residuos Mineros, como una herramienta de apoyo para homologar las revisiones de los informes de las auditorías ambientales.

La Guía de verificación en materia de residuos mineros integró debidamente y con fundamento todas las Leyes, Reglamentos y Normas aplicables a los mismos.

La Guía elaborada como herramienta, permite complementar y enriquecer, el ejercicio de auditoría ambiental en materia de residuos mineros, considerando que ya se cuenta con Guías de Verificación por aspecto ambiental, tales como; de aire, ruido, agua, suelo y subsuelo, residuos, recursos naturales, vida silvestre, recursos forestales, riesgo y emergencias ambientales, energía, gestión ambiental e impacto ambiental.

La propuesta de Guía de Verificación de residuos Mineros, abona a la carencia de recursos para la revisión del desempeño ambiental de sector minero, el cual hoy en día es una necesidad, dada la problemática del giro industrial minero.

Ley Minera establece la posibilidad de otorgar concesiones a ejidos y a comunidades agrarias; aquí la Ley va más allá de lo que establece la Constitución, por lo que considero se debería reformar la Ley de acuerdo con lo que establece la Constitución, en virtud de que un tercero perjudicado podría alegar la inconstitucionalidad de dicha disposición.

REFERENCIAS

- Breve análisis de la legislación minera; Pablo Francisco Isla Vázquez; Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM; DR © 2002. Facultad de Derecho Universidad Panamericana; página 311, 312, 313, 315; www.juridicas.unam.mx; <http://biblio.juridicas.unam.mx>; 26 de febrero de 2023
- Hacia un Plan Nacional de Atención y Manejo de Presas de Jales en México; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua | 18 de septiembre de 2022; <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/plan-nacional-de-atencion-y-manejo-de-presas-de-jales-en-mexico?idiom=es>; 26 de febrero de 2023
- <https://www.almadenminerals.com/espanol/la-mineria-en-mexico>; 26 de febrero de 2023
- <https://fundar.org.mx/mexico/pdf/1.2.Miner%C3%ADaUnLaxo.pdf>; 26 de febrero de 2023
- <https://www.gob.mx/PROFEPA/acciones-y-programas/programa-nacional-de-auditoria-ambiental-56432>; 26 de febrero de 2023
- <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/gold-mine-tunnel-453369970> 26 de febrero de 2023
- Minería a cielo abierto y sus impactos en el medio ambiente; Geo Innova; https://geoinnova.org/blog-territorio/mineria-cielo-abierto-impactos/?gclid=CjwKCAiA3pugBhAwEiwAWFzwdBIbsfn80v2QLXPSHNLdGDNkyjm7aXXs55jldRdjudTaqUL4CeDd_RoCEGUQAvD_BwE
- 1.2. Minería: un laxo marco normativo e institucional; anuario 2016; Las actividades extractivas en México; página 17; 18, 19, 20, 21
- Minería y Medio Ambiente; Dirección General de Promoción Minera, Dirección de Fomento y Organización; Secretaría de Economía; Nayhely Pérez Báez, Blanca Margarita Ramírez Garza, Sergio Hugo Puga Sánchez y Víctor Hugo Gutiérrez García; página 10, 12, 14
- La Minería en México, Atlántida Coll – Hurtado, María Teresa Sánchez Salazar, Josefina Morales; I. Textos monográficos, 5. Economía; Primera edición, Julio 2002; página 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113
- La minería mexicana en el contexto internacional; Darcy Tetreault Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, UAZ; página 18; OBSERVATORIO DEL DESARROLLO vol. 1 no. 3; <https://estudiosdeldesarrollo.mx/observatoriodeldesarrollo/wp-content/uploads/2019/05/OD3-5.pdf>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de octubre de 2003; Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de enero de 2021
- Ley Minera; Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992; Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014

-
- Reglamento de la Ley minera; Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de octubre de 2012; Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014
Reglamento de la General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006; Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014
 - NOM-120-SEMARNAT-2020; Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de noviembre de 2020
 - NOM-141-SEMARNAT-2003; Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 2004
 - NOM-155-SEMARNAT-2007; Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de enero de 2010
 - NOM-157-SEMARNAT-2009; Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de agosto de 2011
 - NOM-159-SEMARNAT-2011; Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 2012