



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	i
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	5
I.1 Proyecto .....	5
I.1.1 Nombre del proyecto .....	5
I.1.2 Ubicación del proyecto .....	5
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto .....	6
I.1.4 Presentación de la documentación legal .....	6
I.2 Promovente .....	6
I.2.1 Nombre o razón social .....	6
I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente .....	7
I.2.3 Giro .....	7
I.2.4 Nombre y cargo del representante legal .....	7
I.2.5 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones .....	7
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental .....	8
I.3.1 Nombre o razón social .....	8
I.3.2 Registro federal de contribuyentes .....	8
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio .....	8
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	8
II.1 Información general del proyecto .....	8
II.1.1 Naturaleza del proyecto .....	8
II.1.2 Selección del sitio .....	10
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización .....	11
II.1.4 Inversión requerida .....	14
II.1.5 Dimensiones del proyecto .....	15
II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias .....	16
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	22
II.2 Características particulares del proyecto .....	22
II.2.1 Programa general de trabajo .....	23
II.2.2 Preparación del sitio .....	24
II.2.3 Etapa de construcción .....	25
II.2.4 Construcción de obras asociadas y actividades provisionales del proyecto .....	28



II.2.5	Etapa de operación y mantenimiento .....	30
II.2.6	Etapa de abandono del sitio.....	31
II.2.7	Utilización de explosivos .....	32
II.2.8	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. .....	32
II.2.9	Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos .....	33
II.2.10	Otras fuentes de daños .....	34
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO.....	35
III.1	<i>Información sectorial</i> .....	35
III.2	<i>Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región</i> .....	39
III.3	<i>Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental</i> .....	47
III.4	<i>Normas Oficiales Mexicanas</i> .....	50
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....	54
IV.1	<i>Delimitación del área de estudio</i> .....	54
IV.2	<i>Caracterización y análisis del Sistema Ambiental</i> .....	57
IV.2.1	Aspectos abióticos .....	57
IV.2.2	Aspectos bióticos .....	70
IV.2.3	Paisaje (Anexo 4.8).....	77
IV.2.4	Medio socioeconómico (Anexo 4.9) .....	78
IV.2.5	Diagnóstico ambiental .....	81
V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	84
V.1	<i>Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales</i> .....	84
V.1.1	Factores ambientales .....	84
V.1.2	Identificación de indicadores de impacto ambiental .....	86
V.1.3	Lista indicativa de indicadores de impacto .....	87
V.1.4	Criterios y metodologías de evaluación .....	88
V.1.5	Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados .....	103
V.1.6	Impactos identificados por etapa del proyecto .....	105
V.1.7	Impactos Acumulativos.....	106
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	108

VI.1	<i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados</i> .....	110
VI.2	<i>Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos NO relevantes identificados, por componente ambiental</i> .....	114
VI.3	<i>Impactos residuales</i> .....	116
VII.	<b>PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..</b> .....	214
VII.1	<i>Pronóstico del escenario</i> .....	214
VII.2	<i>Escenarios modificados</i> .....	216
VII.3	<i>Programa de Vigilancia Ambiental</i> .....	220
VII.4	<i>Conclusiones</i> .....	221
VIII.	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES</b> .....	223
VIII.	<i>Formatos de presentación</i> .....	223
VIII.1.1	<i>Planos definitivos</i> .....	227
VIII.1.2	<i>Fotografías</i> .....	227
VIII.1.3	<i>Videos</i> .....	227
VIII.1.4	<i>Listas de Flora y Fauna</i> .....	227
VIII.2	<i>Otros anexos</i> .....	228
VIII.3	<i>Glosario de términos</i> .....	228
VIII.4	<i>Bibliografía</i> .....	229
IX.	<b>LISTA DE ANEXOS, FIGURAS Y TABLAS</b> .....	232



# **PROYECTO DE OBRA ASOCIADA AL APROVISIONAMIENTO DE MATERIALES PARA EL CRECIMIENTO DE BORDOS DE PRESAS DE JALES**

## **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Sector Minero  
Modalidad Particular

### **Minera Fresnillo, S.A. de C.V.**

Avenida Hidalgo No. 451

Colonia Centro

Fresnillo, Zacatecas

C.P. 99000

Teléfono 01 (493) 983 9000

## **INTRODUCCIÓN**

Minera Fresnillo S.A. de C.V., como parte de Fresnillo PLC (Public Listed Company), opera actualmente la Unidad Fresnillo, integrada por infraestructura industrial para el beneficio de minerales mediante el proceso de flotación (plata y oro) y por la mina Proaño, una mina subterránea que ha sido explotada desde el año 1554, y que es hoy la más larga en su tipo a nivel mundial; ubicada a 60 km al Noroeste de la ciudad de Zacatecas, capital del estado homólogo.

Con base en las reservas totales de mineral, reportadas en 308.5 millones de onzas de Plata y 733,000 onzas de Oro, la capacidad de procesamiento de la Unidad Minera (que es actualmente de 2,640,000 toneladas por año –tpa-, con un incremento proyectado para procesar 2,790,000 tpa), se mantendrá en un periodo operativo por 12 años más, sin descartar aún una posible extensión del tiempo de vida útil y una expansión de la capacidad total conforme a los resultados del continuo programa de exploración minera que se realiza dentro de los lotes mineros de Fresnillo, tanto en superficie como en interior mina, procurando ampliar los yacimientos minerales que forman parte de las reservas.

El mineral extraído en la mina subterránea es llevado a la superficie a través de tiros y transportado a la planta para su concentración. El beneficio de minerales genera colas al final del proceso (residuos mineros) conocidas como jales, que son una pulpa con 43 a 45% de sólidos y el resto es agua. Los jales son conducidos a presas específicamente diseñadas y construidas para su almacenamiento (durante la operación) y disposición final (al cierre de las presas). En las Presas de Jales se recupera el agua de la pulpa y se retorna en su totalidad a la planta de beneficio para su reutilización como agua para el proceso industrial. Normalmente una parte del agua se queda atrapada en los jales y otra parte se pierde por evaporación, por lo que se recupera del 65 al 70% del agua enviada a la presa junto con los jales.

Por la extensa historia minera de Fresnillo, la unidad minera cuenta con diversas presas de jales, algunas en operación, otras restituidas y otras en proceso de cierre y restitución. Las Presas Antiguas, ahora transformadas en el Parque Ecológico Los Jales, así como las Presas de Jales Los Chinos 1 y 2, son áreas que actualmente se encuentran restituidas y no forman parte del proceso productivo de la Unidad Fresnillo; mientras que las presas de jales Beleña y Los Chinos 3, que también están fuera de operación, están proceso de reforestación. En la actualidad, los jales producidos son enviados a tres



presas: San Luis, Ampliación Poniente San Luis, y Presa de Jales 7; para extender la vida útil de estas presas hasta los 12 años de operación de la unidad minera garantizada por las reservas minerales confirmadas, es necesario realizar trabajos constructivos para subir la altura de los bordos de las 3 presas hasta el nivel que tiene Beleña, que sigue estando más alta.

En el diseño original de las presas se contempló alcanzar una altura máxima en el bordo de 35 m. El bordo de la Presa de Jales Beleña alcanzó una altura de 32 m, con la cual finalizó su etapa operativa. Actualmente los bordos de las presas San Luis, Ampliación Poniente San Luis y Presa de Jales 7 están, en promedio, 6 metros por debajo del nivel de Beleña.

Las actividades para el crecimiento de los bordos se ampara en las autorizaciones vigentes en materia de impacto ambiental para las presas de jales en operación; sin embargo, la apertura de bancos de material de préstamo para construcción en una superficie adicional a la autorizada, quedó prohibida como una condicionante del proyecto “Nueva Presa de Jales San Luis”, por lo que se requiere de una nueva Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) específica para esta Obra de Aprovechamiento de Materiales que servirá de apoyo a la actividad minera-industrial de la Unidad Fresnillo. Los oficios resolutivos de las obras en cuestión, cuyos términos y condicionantes anteceden, motivan y fundamentan al presente Proyecto, son los mostrados en la Tabla 1.

**Tabla 1. Autorizaciones en materia de EIA para las Presas de Jales en operación**

Resumen de la autorización	Vigencia	Cumplimiento
Autorización en Materia de Impacto Ambiental del Proyecto “Ampliación de Presa de Jales”, Resolución No. 1217, Oficio No. D.O.O.DGNA.03054, de fecha 17 de Julio de 1995, otorgada por la SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Normatividad Ambiental.	1 año	Cumplido
Revalidación de la Vigencia de la Autorización en Materia de Impacto Ambiental del Proyecto “Ampliación de Presa de Jales”, de fecha 23 de Septiembre de 1999, otorgada por la SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.	Al 22 de Julio de 2001	Cumplido
Revalidación de la Autorización en Materia de Impacto Ambiental del Proyecto “Ampliación de Presa de Jales”, de fecha 8 de Julio de 2002, Oficio No. S.G.P.A.-DGIRA.-DGIRA.-0396/02 emitido por la SEMARNAT, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.	Al 29 de Julio de 2006	Cumplido
Resolución de manera condicionada de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto “Nueva Presa de Jales San Luis” de fecha 26 de Agosto de 2002, Oficio No. DEFMARNAT/SGPA/0636/2002.	5 años a partir del 26 de Agosto del 2002	Cumplido
Autorización a la Modificación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto “Nueva Presa de Jales San Luis” de fecha 16 de Enero del 2006, Oficio No. DFZ152-203/06/0046, emitido por la SEMARNAT, Delegación Federal en Zacatecas, Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental, Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental	10 años a partir del 16 de Enero del 2006	En proceso de cumplimiento



<b>Resumen de la autorización</b>	<b>Vigencia</b>	<b>Cumplimiento</b>
Modificación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto “Ampliación Poniente de Nueva Presa de Jales San Luis” de fecha 15 de Enero del 2007, Oficio No. DFZ152-203/07/0028, emitido por la SEMARNAT, Delegación Federal en Zacatecas, Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental, Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental	10 años a partir del 3 de Marzo del 2007	En proceso de cumplimiento

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (SEMARNAP, 1988) establece que la realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, deberán sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) o de las entidades federativas o municipios conforme a las competencias que señala dicha Ley, así como el cumplimiento de los requisitos que se impongan una vez evaluado el impacto ambiental que pudieran originar.

Se declara al Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, como una obra complementaria estrechamente ligada a la actividad minera e industrial que realiza Minera Fresnillo, S.A. de C.V. en la zona, la cual consiste en la exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la Federación; razón por la cual se eleva el Proyecto a la competencia de la SEMARNAT, y que además involucra un cambio de uso de suelo de terrenos forestales a un uso minero (CUSTF).

Por lo anterior y en virtud del impacto que puede generar la obra pretendida, se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), conforme a lo requerido por la SEMARNAT y con base en la Guía para obras del Sector Minero en su modalidad Particular.

El presente estudio se elaboró entre los meses de Diciembre de 2013 y Febrero de 2014, para lo cual se recopiló la documentación que había sido generada por distintas fuentes para el Proyecto y se estructuró un acervo de la información ambiental regional, se realizaron visitas de reconocimiento del sitio, análisis de la información documental obtenida y de los datos obtenidos en campo, se identificaron y analizaron los posibles impactos ambientales por el desarrollo de las actividades del proyecto, se propusieron las medidas de mitigación y prevención de los impactos adversos identificados y se emitieron las conclusiones al promovente del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

Para la localización del Proyecto, ubicación de la infraestructura de la Unidad Fresnillo y la caracterización de los aspectos del medio natural del área de trabajo, se desarrolló un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió evaluar la información obtenida desde las diferentes perspectivas tratadas y presentar los resultados de manera clara y concisa.

En el presente documento se realiza una caracterización del medio (componentes biótico, abiótico y socioeconómico) y el análisis y evaluación de los impactos que podría tener el Proyecto de



Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales en el ambiente donde se pretende desarrollar.

El análisis y evaluación de los impactos ambientales está basado en el uso de matrices de identificación y jerarquización. La metodología utilizada para la elaboración de la MIA fue seleccionada en relación con las características del proyecto, del medio natural y de la intensidad y extensión de los posibles impactos generados por la ejecución del Proyecto.

Los objetivos principales de la presente MIA son:

- Identificar las áreas ambientales susceptibles de ser alteradas y los recursos ambientales y socioeconómicos que podrían verse impactados de forma positiva o negativa por el desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales
- Evaluar el impacto del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, incluidos los efectos temporales, residuales y acumulativos
- Evaluar la trascendencia de los impactos identificados tanto en un contexto temporal como espacial
- Determinar las medidas para prevenir, mitigar, remediar o compensar los impactos negativos identificados

La presente MIA ha sido elaborada por la empresa mexicana de consultoría ambiental Clifton Associates Ltd. (MR) Natural Environment S.C.



## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### ***I.1 Proyecto***

#### **I.1.1 Nombre del proyecto**

“Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales”

A lo largo del documento se utilizará indistintamente el nombre completo, el término “Obra de Aprovechamiento de Materiales”, o simplemente “el Proyecto” para hacer referencia al proyecto en sí mismo; cuando se trate de otro proyecto se especificará claramente que se habla de un sub proyecto o un proyecto distinto.

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

**Entidad Federativa:** Zacatecas  
**Municipio:** Fresnillo  
**Localidad:** Fresnillo de González de Echeverría

El área del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, es parte de los terrenos que conforman a la “Unidad Fresnillo”, unidad minera localizada en el municipio homólogo, cuya Cabecera Municipal, denominada "Fresnillo de González Echeverría", está ubicada a 63 km al Noroeste de la Ciudad de Zacatecas, por la Carretera Federal No.45 y se encuentra a 2249 m.s.n.m. El sitio para la Obra de Aprovechamiento de Materiales, especificado a detalle más adelante, se encuentra al Sur del Tiro San Luis y de la Presa de Jales Ampliación San Luis, a poco más de 2 km de las oficinas principales de Minera Fresnillo por la carretera que comunica a la localidad de Beleña con Rivera. A esta carretera entroncan varios caminos internos de la unidad minera a través de los cuales se puede llegar al predio donde se pretende establecer la Obra de Aprovechamiento de Materiales.

En la Figura 1.1 se muestra la ubicación a nivel regional del proyecto que suscita la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental. De la misma forma, en el Anexo 1.1 se muestra la localización del sitio de la Obra de Aprovechamiento de Materiales y las vías de comunicación hacia el predio.



**Figura 1.1. Ubicación regional del proyecto**

### **I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto**

El tiempo que llevará la preparación y construcción-operación del Proyecto es de 7 años, a partir de que se emitan las autorizaciones correspondientes para la ejecución del mismo. Se estima un periodo adicional de 3 años para el cierre y restitución del sitio.

### **I.1.4 Presentación de la documentación legal**

La documentación que acredita la personalidad legal de la empresa y de su representante legal, ha sido incorporada en los puntos correspondientes.

El predio donde se pretende abrir la Obra de Aprovisionamiento de Materiales es parte de los terrenos de la Unidad Fresnillo, reconocido con el Número 297, del cual es propietaria Minera Fresnillo, S.A. de C.V. En el Anexo 1.2 se presenta un plano de propiedades donde se identifica el predio en cuestión, y una copia del contrato de compra-venta celebrado entre Compañía Fresnillo S.A. de C.V. (ahora Minera Fresnillo, S.A. de C.V.) y el señor Leopoldo Troncoso Reynoso, realizado ante el Lic. Juan Antonio Castañeda Ruiz, Notario Público No. 10 de Fresnillo, Zacatecas el día 2 de mayo de 1987.

## **I.2 Promovente**

### **I.2.1 Nombre o razón social**

Minera Fresnillo, S.A. de C.V.

En el Anexo 1.3 se integra una copia del acta constitutiva de la empresa promovente.



### **I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente**

MFR-971117-KU1

En el Anexo 1.4 se presenta una copia de la inscripción de Minera Fresnillo en el Registro Federal de Contribuyentes, con fecha de impresión el día 13 de octubre de 2005.

### **I.2.3 Giro**

Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP): 232001

Sector: Minería y Extracción de Petróleo > Subsector: Extracción de Minerales Metálicos > Rama: Extracción y/o Beneficio de Minerales Metálicos No Ferrosos > Actividad: Extracción y/o Beneficio de Minerales con Alto Contenido de Oro, Plata y otros Minerales y Metales Preciosos.

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México (SCIAN) 2013:  
21222 – Minería de oro y plata

### **I.2.4 Nombre y cargo del representante legal**

El Representante Legal es Aurelio Devora López, Líder Funcional de Relaciones Industriales de Minera Fresnillo, S.A. de C.V., cuya personalidad se acredita mediante la Escritura pública Número 53,667, Libro Número 1708, México D.F. a 30 de enero de 2007, adjunta en el Anexo 1.5 (Poder del Representante Legal). Su identificación oficial (IFE) y su Clave Única de Registro de Población (CURP) se encuentran en el Anexo 1.6.

### **I.2.5 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones**

En la Tabla 1.1 se anota el domicilio para oír y recibir notificaciones.

**Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones**

Nombre	Lic. Aurelio Devora López
CURP	DELA620905HZSVPR08
Puesto	Líder Funcional de Relaciones Industriales
Empresa	Minera Fresnillo, S.A. de C.V.
Calle	Avenida Hidalgo No. 451
Colonia	Centro
C. P.	99000
Delegación	Fresnillo
Entidad Federativa	Zacatecas
Teléfono	01 (493) 983 9000 Ext. 9070
Personal autorizado para recibir notificaciones	Ing. María Guadalupe Alvarado
Puesto	Coordinadora Ambiental
Correo electrónico	



### ***I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental***

#### **I.3.1 Nombre o razón social**

#### **I.3.2 Registro federal de contribuyentes**

#### **I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio**

Los participantes en la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental y las áreas en que contribuyeron se muestran en la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**

## **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### ***II.1 Información general del proyecto***

#### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

El Proyecto que da origen a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, lleva implícita su naturaleza en el propio nombre: Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales. Se trata de una obra complementaria y totalmente ligada a la actividad que realiza la empresa promotora, Minera Fresnillo, S.A. de C.V., que consiste en la exploración, explotación y beneficio de minerales para producir concentrados de minerales con altos contenidos de plata.

La parte final del proceso industrial de flotación (beneficio) consiste en el espesamiento de las colas finales o jales, que son enviadas por tubería a las presas de jales, en donde se disponen y almacenan, y de donde se recupera agua que es reutilizada en el proceso. Actualmente la Unidad Fresnillo cuenta con 7 presas, de las cuales 4 ya han sido cerradas y restituidas o se encuentran en proceso de restitución y cierre (cubierta y reforestación): Parque Los Jales, Los Chinos 1 y 2, Los Chinos 3 y Beleña. Las otras 3 presas, conocidas como San Luis, Ampliación Poniente San Luis y Presa de Jales 7, son las que están en operación, recibiendo los jales provenientes de la Planta de Beneficio de la unidad minera.

En los diseños e ingenierías de las presas de jales en operación, los cuales fueron evaluados oportunamente por la SEMARNAT y con base en los cuales se autorizó de forma condicionada la construcción y operación de estas obras, se contempló que los bordos o diques contenedores de las presas alcanzarían una altura final de 35 m sobre el nivel del suelo, lo que se lograría incrementando gradualmente el nivel de los bordos conforme se fuera llenando la presa. El material empleado para la construcción de los bordos debe cumplir ciertas características para que su compactación evite permear



jales. El material que se había estado extrayendo de bancos de materiales de préstamo oportunamente autorizados como obras asociadas a las presas de jales, ya no cumple con las características de permeabilidad necesarias, por lo que se requiere un nuevo banco que contenga material adecuado. No obstante, la SEMARNAT prohibió la apertura de bancos de préstamo para extracción de material de construcción para la elevación progresiva de los bordos en superficies adicionales a las especificadas para la ocupación de las presas, teniendo que someter a una evaluación específica en materia de impacto ambiental dicha obra y actividad en caso de requerirse. De ahí surge el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, que no debe ser concebido de forma independiente al propósito por el cual se pretende construir y operar, de tal manera que puede considerarse como una obra complementaria o de servicio exclusivo para las presas de jales.

Minera Fresnillo pretende incrementar la capacidad de las presas en operación elevando sus bordos 6 metros más en promedio, con lo cual alcanzarían una altura final de 32 metros sobre el nivel del suelo (3 m por debajo del diseño original), igualando la altura de la Presa de Jales Beleña, la cual ya está en la fase de reforestación. De esta manera, al cierre de las presas, todas estarán al mismo nivel.

Esta medida permitirá extender la vida útil de las presas de jales, empatando su periodo de operación al periodo que le queda a la mina en función de las reservas de mineral garantizadas al día de hoy, que es de 12 años. Asimismo, evita o reduce el impacto que originaría la ocupación de una superficie de mayor tamaño para una nueva presa de jales.

Cabe aclarar que el presente estudio no pretende la evaluación y autorización de las actividades para el crecimiento de los bordos, únicamente se enfoca en la Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales.

Para el crecimiento de los bordos se requiere un volumen aproximado de 800,000 toneladas de material, el cual consistirá en una combinación de partes iguales de jales secos y arcillas (1:1). Los jales secos se obtendrán de la Presa de Jales Los Chinos 3 (en proceso de cierre), mientras que las arcillas serán extraídas de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, objeto de análisis de esta MIA. Esta combinación es adecuada para que el bordo sea impermeable y no permita filtraciones o fugas de jales.

El diseño proyectado para la Obra de Aprovechamiento de Materiales permitirá obtener un volumen estimado de 406,913 metros cúbicos de arcillas, que equivalen a 610,370 toneladas (considerando que la densidad de las arcillas en el sitio es de 1.5 ton/m<sup>3</sup>), cubriendo el requerimiento calculado en 400,000 ton de arcillas y dejando un margen en caso de requerir una mayor proporción de arcillas que de jales en los bordos.

Adicionalmente, se planea acondicionar una rampa de servicios dentro del área de explotación, un camino perimetral y un canal de derivación de aguas pluviales para evitar encharcamientos dentro de la superficie de la obra. No se requiere la apertura de caminos de acceso al predio, ya que se puede llegar a él a través de caminos internos existentes de la Unidad Fresnillo.

Para describir *grosso modo* los antecedentes ambientales en el sitio, se debe mencionar que el territorio sobre el que se estableció la Unidad Fresnillo ha sido sometido a presiones antropogénicas que han transformado sus características naturales desde hace muchos años. Es evidente que la minería ha sido una de las principales causas de esa transformación, de forma directa e indirecta: de forma directa



con la construcción de obras e infraestructura para la explotación y beneficio de minerales, lo cual ha implicado la ocupación de zonas que previamente habían sido forestales, modificando progresivamente el entorno natural; y de forma indirecta ha propiciado el desarrollo urbano, desde que Fresnillo se estableció en la época colonial como un pueblo minero, ofreciendo a través de los años una fuente de trabajo estable que permitió el asentamiento de muchas familias en la ciudad.

El crecimiento de la mancha urbana y de la demanda de servicios para la población, generan mayor presión sobre los componentes del medio ambiente. De la misma forma, la agricultura y la ganadería extensiva son actividades que transformado las condiciones naturales de los terrenos en toda la región, reduciendo considerablemente la superficie de vocación forestal y generando cierto aislamiento ecológico sobre la Sierra de Fresnillo y otros predios que no son empleados para actividades agropecuarias.

En este contexto, puede anticiparse que las actividades que se realizarán a partir de la ejecución del Proyecto serán compatibles con el entorno, y que los potenciales impactos que pudieran generarse podrán ser prevenidos, mitigados, o en su defecto compensados con medidas específicas, a fin de lograr un buen grado de sustentabilidad, haciendo un aprovechamiento eficiente de los recursos y continuando con el desarrollo y estabilidad económica y social en la región, a través de un mayor periodo de operación de la Unidad Fresnillo, con el cumplimiento de sus obligaciones fiscales, con empleos de calidad, y con una mayor derrama económica.

### **II.1.2 Selección del sitio**

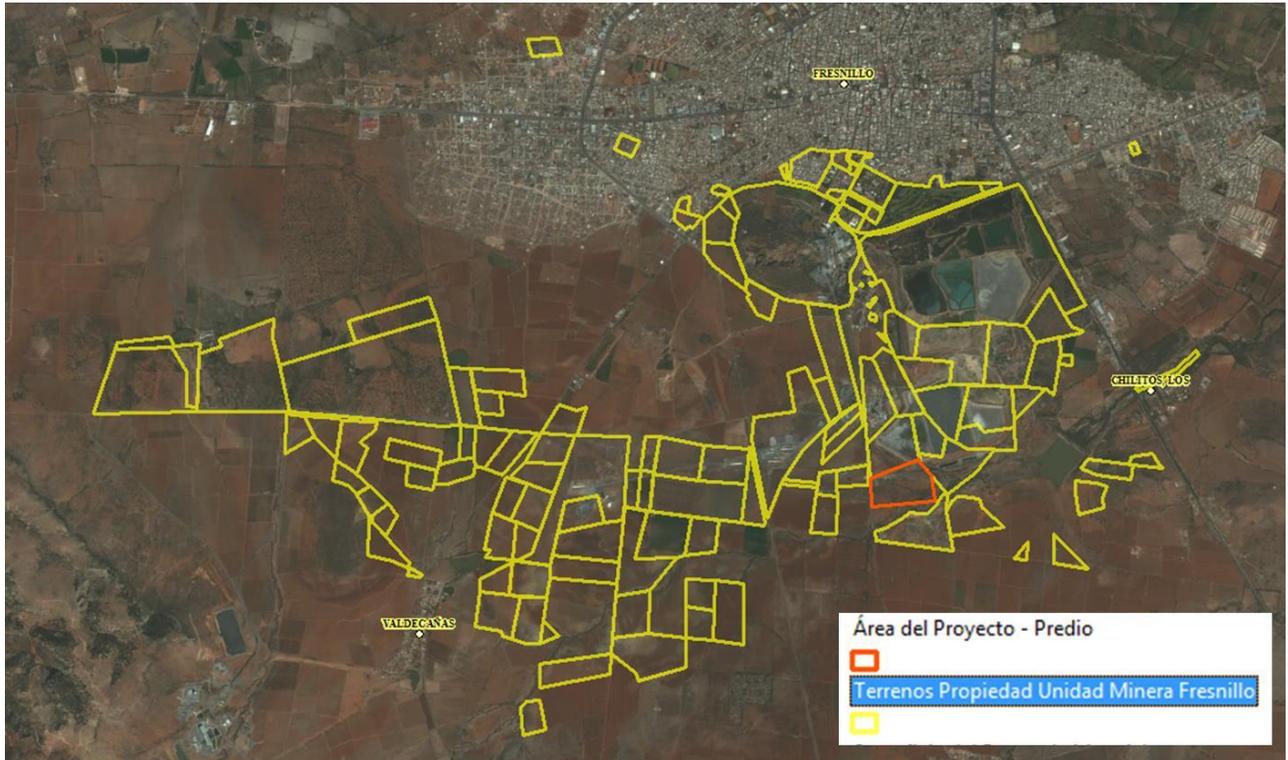
El predio donde se pretende construir y operar la Obra de Aprovechamiento de Materiales fue elegido principalmente por una cuestión de logística, pues su ubicación contigua a las presas de Jales, donde serán empleadas las arcillas, permite hacer manejo y acarreo de materiales más eficiente, reduciendo costos de operación y a la vez disminuyendo una potencial contaminación atmosférica asociada al traslado de materiales a distancias largas.

De acuerdo a estudios previos elaborados para Minera Fresnillo, incluyendo el estudio de mecánica de suelos realizado para el proyecto denominado “Bordo Intermedio Presa de Jales San Luis – Beleña” de noviembre 2011 (Anexo 2.1), los terrenos entorno a las presas San Luis, Ampliación San Luis y Presa de Jales 7 poseen arcillas con las características requeridas, sin embargo el predio seleccionado es muy regular y posee pendientes muy bajas en comparación con los predios al Este de las presas de Jales.

Otro factor que influyó en la selección fue la tenencia de la tierra, ya que la empresa promotora es propietaria del predio. En la Figura 2.1 se muestran delimitados por polígonos amarillos los terrenos que le pertenecen a Minera Fresnillo, S.A. de C.V.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> En el Anexo 1.2 se presenta el plano con la tenencia de la tierra, con mejor resolución.



**Figura 2.1. Predios de la Unidad Fresnillo**

Se debe destacar la alta productividad de los terrenos de la zona, donde se practica de forma intensa la agricultura de riego y temporal, incluso en terrenos que pertenecen a la Unidad Fresnillo pero se encuentran en calidad de préstamo a los agricultores de la zona. Para evitar afectar terrenos productivos, se eligió el predio en cuestión, que si bien cuenta con vegetación forestal (Matorral Crasicaule), ésta exhibe un bajo grado de conservación; además de que ha quedado con cierto grado de aislamiento ecológico, ya que al Norte se encuentran las presas de jales y al Sur se construye el nuevo relleno sanitario de la empresa.

Para acceder al proyecto no es necesario abrir caminos nuevos pues existen diversos caminos internos de la unidad minera por los cuales se acarrearían los materiales, lo que también fue considerado.

### II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El predio donde se pretende la construcción y operación de la Obra de Aproveccionamiento de Materiales se localiza al Sur de la Presa de Jales Ampliación Poniente San Luis, y a 500 m aprox. al Sur de la puerta de acceso a la zona del Tiro San Luis, como se observa en la Figura 2.2, en la que el Polígono del Proyecto (superficie o huella de ocupación) se muestra en color cian.

El Polígono del Proyecto quedó conformado por 18 vértices, cuyas coordenadas se presentan en la Tabla 2.1 y Figura 2.3. Todas las coordenadas están en el Sistema UTM, Datum WGS84, Zona 13 Q.

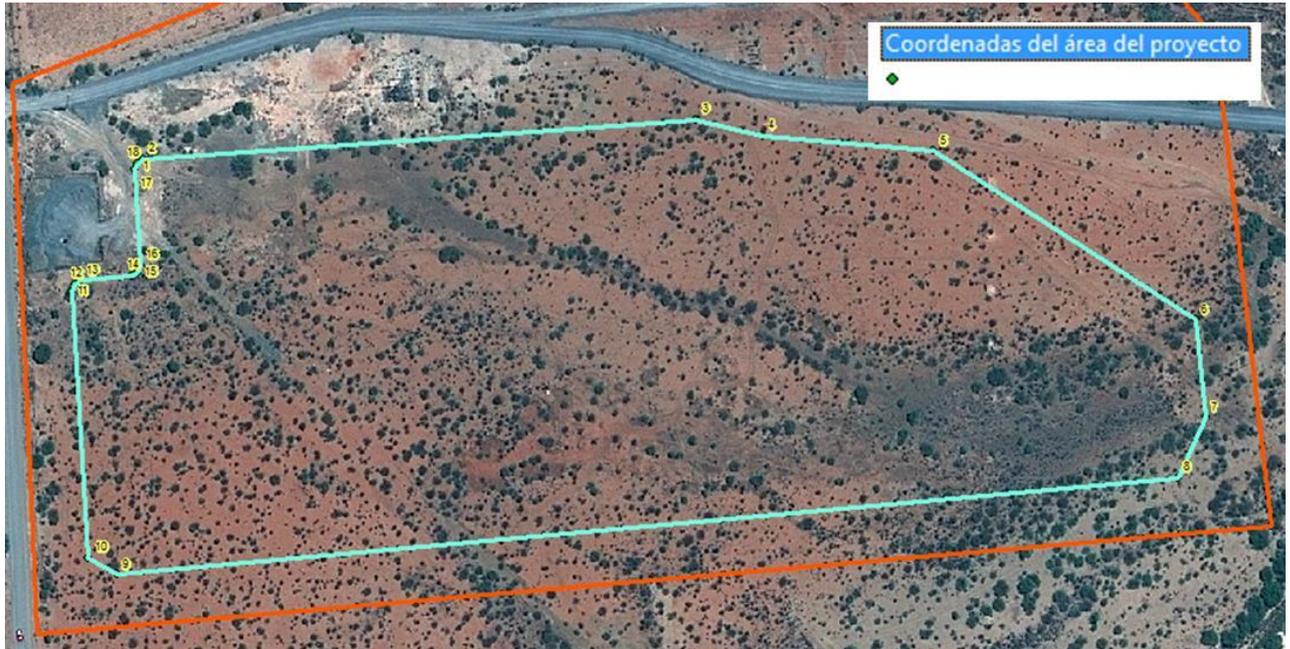
**Tabla 2.1. Coordenadas del Polígono del Proyecto**

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	718166.7578	2560956.757	10	718144.5452	2560777.583

2	718169.4059	2560958.824	11	718137.3438	2560898.344
3	718420.5709	2560976.967	12	718138.3159	2560901.974
4	718450.536	2560969.475	13	718141.0157	2560903.646
5	718528.3304	2560962.56	14	718164.1602	2560906.218
6	718647.0386	2560885.918	15	718166.9771	2560907.354
7	718651.6485	2560841.547	16	718167.949	2560910.668
8	718638.971	2560813.887	17	718165.546	2560953.924
9	718157.7989	2560770.091	18	718166.7578	2560956.757



**Figura 2.2. Localización del Predio y del Polígono del Proyecto**



**Figura 2.3. Vértices del Polígono del Proyecto**

En el Anexo 2.2 se presenta un plano a doble carta con la ubicación específica del Proyecto con respecto a otras obras e infraestructura de la Unidad Fresnillo.



#### II.1.4 Inversión requerida

Dada la naturaleza del Proyecto (obra asociada a las presas de jales), la inversión que requerirá será asumida como parte de los gastos de operación del área de las presas. La estimación de los costos por preparación de sitio, construcción y operación de la Obra de Aprovechamiento de Materiales se realizó con base en los costos unitarios actuales que maneja Minera Fresnillo para la operación del equipo y para el personal requerido. Los costos básicos considerados son:

**Tabla 2.2. Costos unitarios considerados para la ejecución del Proyecto**

Concepto	Costo unitario	Unidad
Desmonte inicial (en una ocasión por material y mano de obra)	\$ 30,000.00	Pesos
Utilizar retroexcavadora	\$ 105,000.00	Pesos / mes
Utilizar Pala	\$ 70,000.00	Pesos / mes
Utilizar Camiones de acarreo	\$ 250,000.00	Pesos / mes
Costos de agua	\$ 45,000.00	Pesos / mes
Sueldo por persona	\$ 10,000.00	Pesos / mes / persona

El tiempo de vida útil del Proyecto (preparación-construcción-operación) es de 7 años y se emplearán a 15 personas para el desarrollo de las actividades; sin embargo, dado que la ejecución del Proyecto está en función de las actividades constructivas para el crecimiento de los bordos (actividades que se realizarán de forma progresiva durante 7 años) no se operará la maquinaria ni se empleará al personal de forma permanente durante toda la vida útil de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, sino que se calcula un periodo acumulado de ejecución de 0.5 años; en otras palabras, se estima que la extracción periódica de arcillas sumará un tiempo total de 6 meses, con lo que el presupuesto total estimado que será destinado al Proyecto es de 3.750 millones pesos mexicanos (MXN), equivalentes a \$288,240 dólares americanos (USD) considerando una paridad de \$13.01 pesos por dólar (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3. Costos estimados para la ejecución del Proyecto**

Concepto	Costo final
Desmonte inicial (en una ocasión por material y mano de obra)	\$ 30,000.00
Utilizar retroexcavadora	\$ 630,000.00
Utilizar Pala	\$ 420,000.00
Utilizar Camiones de acarreo	\$ 1,500,000.00
Costos de agua	\$ 270,000.00
Sueldo por persona	\$ 900,000.00

**Total** \$ 3,750,000.00 MXN  
\$ 288,240.00 USD

Minera Fresnillo S.A. de C.V. cuenta con diversos procedimientos establecidos en un Sistema Integrado de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias (SSMARC), avalado por la PROFEPA a través del certificado de Industria Limpia (Programa Nacional de Auditoría Ambiental, con vigencia hasta 2015). A través de este mecanismo, la empresa promovente cuenta con un presupuesto

asignado para el área de medio ambiente, el cual tiene capacidad de asumir los costos ambientales derivados de la ejecución del Proyecto al considerarlos como parte de los costos de operación de la unidad minera. No obstante, del costo estimado para la preparación, construcción y operación de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales, se asignará un 2% adicional (\$75,000 MXN) a un fondo exclusivamente para la aplicación de medidas puntuales para la prevención, mitigación o compensación de los impactos que se generen, en caso de que el SSMARC no pueda abarcar la totalidad de los costos.

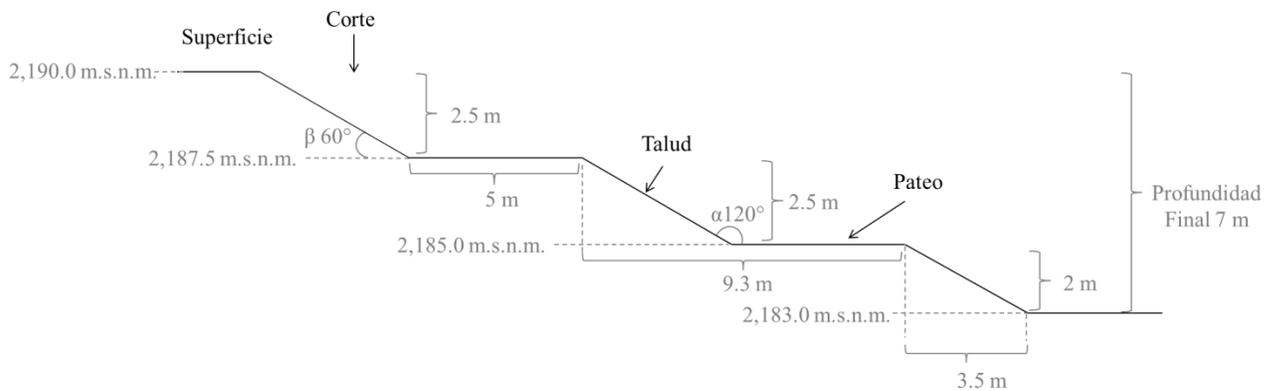
### II.1.5 Dimensiones del proyecto

El polígono que envuelve al Proyecto cubre una superficie de 8.2392 hectáreas (82,392.36 m<sup>2</sup>). Esta superficie se integra de los siguientes componentes:

**Tabla 2.4. Superficies de los componentes del Proyecto**

Componente	Superficie	
	m <sup>2</sup>	ha
Área de explotación (incluye niveles y rampa de servicios)	70,509.93	7.0510
Canal de derivación pluvial	1,916.96	0.1917
Camino perimetral	3,788.83	0.3789
Área de amortiguamiento y seguridad	6,176.63	0.6177
<b>Polígono del Proyecto (Total)</b>	<b>82,392.35</b>	<b>8.2392</b>

La profundidad total de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales será de 7 metros respecto al nivel del suelo, que está sobre la cota de los 2,190 m.s.n.m. Para conseguir dicha profundidad se extraerán las arcillas por niveles, haciendo cortes al terreno con banquetes a 2.5 m el primero, 2.5 m el segundo y 2 m el último, conservando una proporción del talud de cada corte de 2H:1V, es decir, por cada metro de corte topográfico se dejarán 2 metros de base (pateo), esto con fines de estabilidad del talud, que además tendrá un ángulo mínimo de inclinación de 120°. En la Figura 2.4 se muestra un esquema del diseño de los cortes y pateos proyectados para la Obra de Aprovisionamiento de Materiales.



**Figura 2.4. Perfil de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales**

La superficie de cada nivel, así como el volumen estimado de material que se podrá extraer de cada uno, se presenta en la siguiente Tabla 2.5.

**Tabla 2.5. Superficie y volumen aproximado de material en cada nivel**

Nivel	m.s.n.m.	Superficie		Profundidad del corte	Volumen Estimado (m <sup>3</sup> )
		m <sup>2</sup>	ha		
0	2190	70,509.93	7.0510	2.5	169,733.30
1	2187.5	59,511.18	5.9511	2.5	142,607.57
2	2185	49,169.57	4.9170	2	94,573.05
3	2183	40,301.01	4.0301	-	-

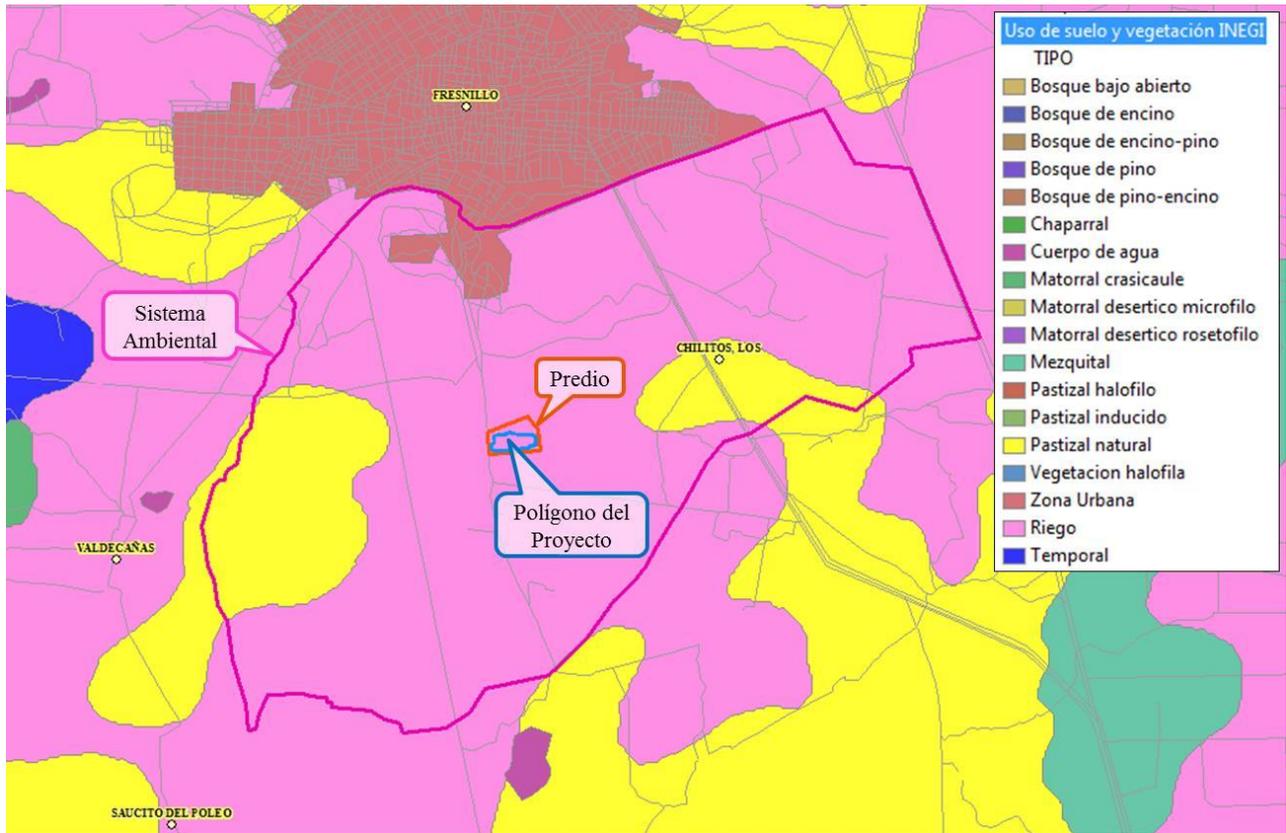
**Total**      **406,913.92 m<sup>3</sup>**  
**610,370.88 ton\***

\* Densidad de la arcilla: 1.5 m<sup>3</sup>/ton

Cabe resaltar que la superficie manifestada para el componente “Área de amortiguamiento y seguridad” corresponde a una franja de terreno entre el camino perimetral y el primer corte del terreno, la cual no será ocupada ni se afectará directamente por las actividades, es decir, no se realizará el desmonte de la vegetación forestal en dicha superficie. Siendo así, la huella de ocupación es de 76,215.71 m<sup>2</sup>, que equivale al 93% de la superficie del Polígono del Proyecto afectada por obras permanentes; mientras que el 7% corresponde a un área de afectación indirecta (6,176.63 m<sup>2</sup>), que al quedar encerrada entre las obras del Proyecto se considera como un componente más y forma parte de la superficie solicitada para cambio de uso de suelo y para la ejecución del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

### **II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias**

De acuerdo a la información digital del INEGI (metadatos), extraídos de la Carta Nacional Temática 1:250,000, se indica que los terrenos de la Unidad Fresnillo caen sobre cuatro tipos de uso de suelo y vegetación: zona urbana, agricultura de riego, agricultura de temporal, y pastizal natural. En la Figura 2.5 se muestran los tipos de uso de suelo reconocidos por INEGI, y los polígonos del predio y del Proyecto, además del polígono que representa al Sistema Ambiental delimitado para el presente estudio, del cual se habla en el Capítulo IV. Conforme a esta información, la superficie que se afectaría por la Obra de Aprovechamiento de Materiales es de uso de agricultura de riego; asimismo, dentro del Sistema Ambiental se presentan zonas con pastizales naturales y una fracción de la mancha urbana de la ciudad de Fresnillo, pero el Proyecto no incide en ninguno de éstos usos de suelo y vegetación.

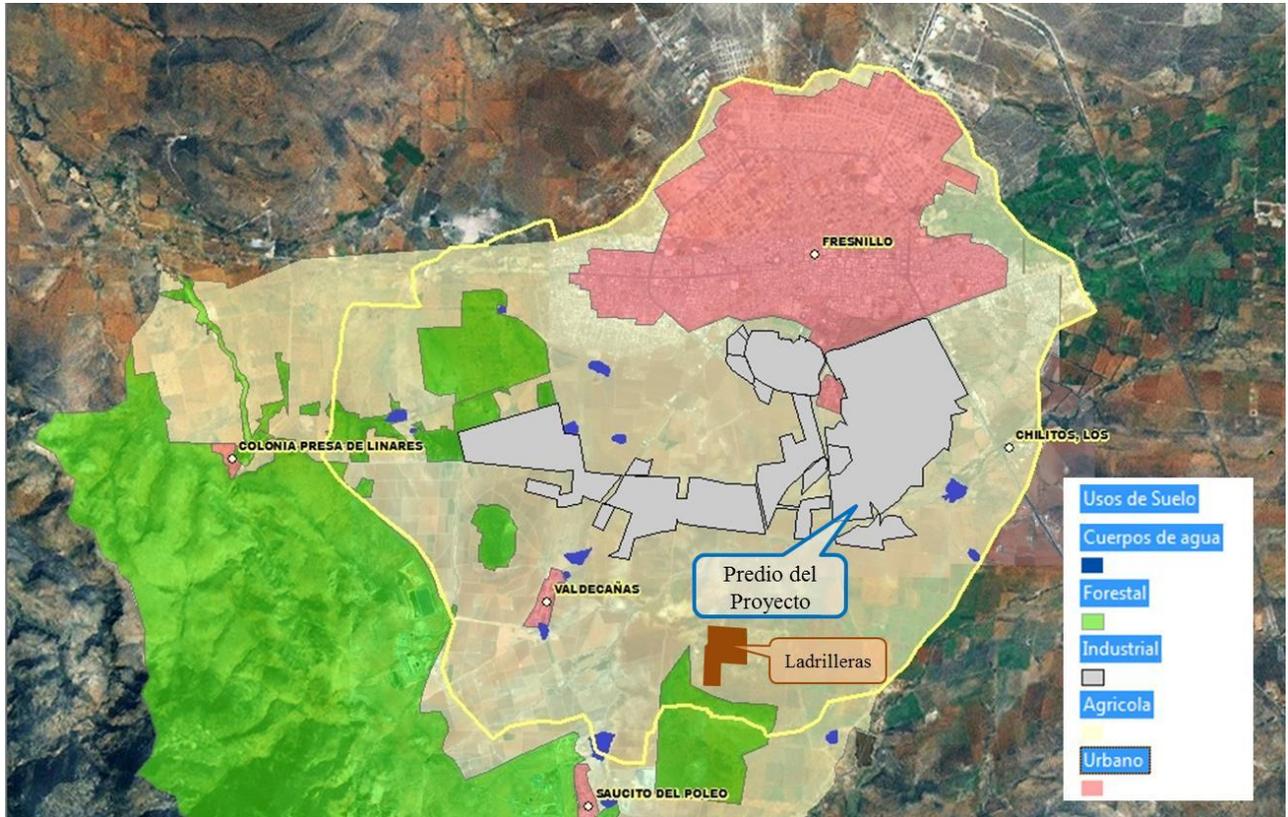


**Figura 2.5. Uso de suelo y Vegetación, INEGI**

En los recorridos de campo se ha podido corroborar que además de la superficie ocupada por la infraestructura minero-industrial, en los terrenos que colindan a la Unidad Fresnillo hay muchas parcelas agrícolas, sobre todo al Oeste y al Sur del predio del Proyecto. Asimismo, una gran parte del polígono amarillo al Oeste del Sistema Ambiental (Figura 2.5), que identifica los pastizales naturales, actualmente tiene un uso de suelo agrícola; además, existe un área de ladrilleras de aproximadamente 12.11 ha al Sur del predio. También se observaron en campo pequeñas zonas forestales con pastizales y vegetación arbustiva secundaria, cuyo grado de conservación es bajo, en algunas de las cuales hay presencia aislada de ganado. El Polígono del Proyecto se localiza justamente en una zona con estas características, aunque no se detectó ganado. Todo lo anterior hace evidente que las actividades antrópicas desarrolladas en la región han modificado las características originales del medio natural a lo largo de muchos años.

En un estudio previo realizado por Clifton Associates Ltd. Natural Environment S.C. en 2013 para la Unidad Fresnillo, se generó un modelo actualizado con polígonos que identifican el uso actual del suelo, incluyendo las manchas urbanas y rurales, y los cuerpos de agua, a través una interpretación de imágenes de alta resolución (2013), y tomando en consideración la infraestructura existente y los terrenos de Minera Fresnillo, así como las observaciones derivadas de los recorridos en campo por los terrenos de la unidad minera y sus inmediaciones (desde la carretera al Este, Fresnillo al Norte y Sierra Fresnillo al Oeste). La imagen del modelo, cuya cobertura abarca el predio del Proyecto, se muestra en la Figura 2.6. Del modelo se debe reconocer que dentro de los terrenos de Minera Fresnillo, el uso de suelo predominante es minero-industrial, aunque hay zonas con vegetación forestal y en varios de ellos

solo hay una mínima ocupación superficial con infraestructura de la unidad, y el resto es arrendado para su uso agrícola (cultivos de riego y temporal).



**Figura 2.6. Usos de suelo en los terrenos colindantes a la Unidad Fresnillo (2013)**

El uso de suelo principal en la zona corresponde a la agricultura de temporal, seguida de localidades, actividad minera, agricultura de riego, parcelas sin uso aparente y una fracción correspondiente a vegetación forestal.

Específicamente en la superficie donde se pretende abrir la Obra de Aprovechamiento de Materiales para el crecimiento de los bordos de las presas de jales, el uso de suelo actual es forestal, con vegetación del tipo Matorral Crasicaule; tal como se evidencia con las fotografías del Anexo 2.3.

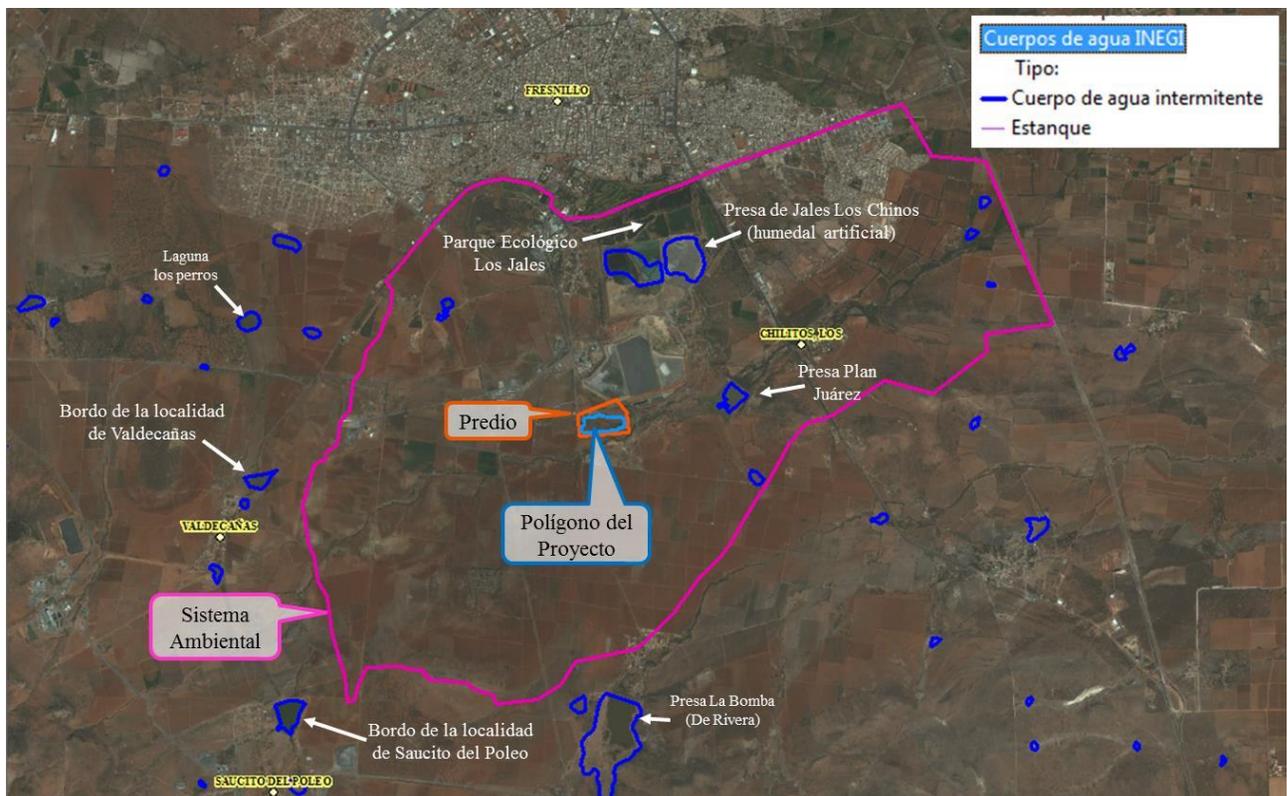
En las inmediaciones del Proyecto existen varios cuerpos de agua pequeños (Figura 2.7) y corrientes de carácter intermitente (Figura 2.8). De acuerdo a información del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) del INEGI, a 1 km aproximadamente al Este del Polígono del Proyecto se encuentra la Presa Plan Juárez, a donde llega el Arroyo Prieto, que corre al Sur del predio con dirección SO-NE.

Al Norte del Polígono del Proyecto se localiza la presa de jales Los Chinos, que por cuestiones operativas quedó dividida en tres celdas (1, 2 y 3); actualmente las celdas 1 y 2 han sido restituidas y transformadas en un humedal artificial donde crecen tulares, que a su vez dan refugio a diferentes especies de patos de la región y migratorios, que anidan y se reproducen en estas zonas. Por tal motivo,

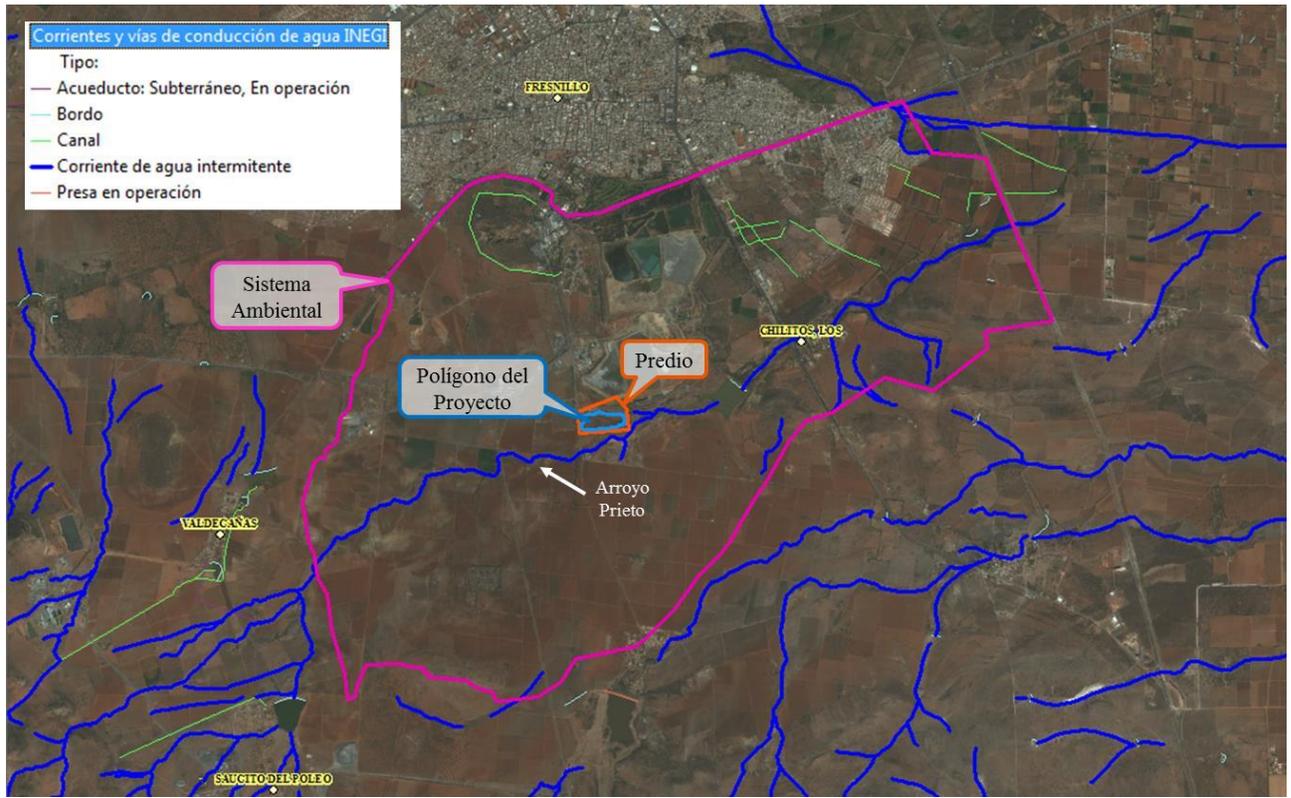
el INEGI los reconoce como cuerpos de agua. En la Figura 2.9 se muestran dos fotografías de dichos cuerpos de agua.

Las presas de jales Los Chinos 1 y 2, son manejadas administrativamente por Minera Fresnillo como parte del Parque Ecológico Los Jales, el cual también se trata de un área rehabilitada y transformada en espacio público recreativo, contiguo a los humedales artificiales. En el Parque Ecológico Los Jales existe un lago artificial y canales navegables alimentados con el agua de laboreo de la mina. Otros cuerpos de agua relevantes se presentan al Este de la zona delimitada para el estudio (Sistema Ambiental), donde se localiza la laguna Los Perros, y al Sur, donde se encuentra la presa La Bomba, también conocida en la zona como Presa de Rivera. Construida por la desaparecida Secretaria de Recursos Hidráulicos, y que ahora es responsabilidad de la CONAGUA, esta presa almacena agua en sus casi 50 hectáreas, que es utilizada para el riego de cultivos de chile y frijol aledaños a la presa. Hasta el año 2012 se presenta como una presa contaminada (en su mayoría por visitantes que dejan basura) y que ha sufrido una fuerte explotación debido a la falta de regulación de este recurso en la zona. Cabe destacar que la problemática de la presa es completamente ajena de la actividad minera, pues no se toma agua de ella para ninguna de las actividades de Minera Fresnillo, ni se descargan aguas residuales y/o tratadas hacia el vaso.

El resto de los cuerpos de agua que se observan en la Figura 2.7 y en la Figura 2.8, son pequeños bordos construidos para el riego de las parcelas, además de escorrentías naturales que drenan el agua pluvial hacia puntos más bajos durante las lluvias estacionales (corrientes de agua intermitentes).



**Figura 2.7. Cuerpos de agua, INEGI**



**Figura 2.8. Corrientes y vías de conducción de agua, INEGI**



**Figura 2.9. Humedales en las Presas de Jales Los Chinos 1 y 2**

La siguiente Figura 2.10 muestra un mosaico de fotografías tomadas durante los recorridos de campo, en las cuales se observan los cuerpos de agua más relevantes que colindan con el área del Proyecto.



**Figura 2.10. Cuerpos de agua cercanos a la Unidad Fresnillo**

Cabe señalar que en el desarrollo y ejecución de las actividades pretendidas no se prevé que haya interacción directa con ninguno de estos cuerpos; se tomarán las medidas adecuadas para prevenir que se presente alguna alteración en sus parámetros fisicoquímicos.

La Presa Plan de Juárez y el Arroyo Prieto son los cuerpos de agua más relevantes para el Proyecto dada la cercanía a la superficie de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales. No obstante,



como es descrito con detalle en la Sección II.2 de esta MIA, el diseño del Proyecto contempló ciertas restricciones hacia cuerpos de agua y zonas federales, tomando como referencia normas que regulan obras de similar naturaleza en el estado de Jalisco y Guanajuato; esto con la finalidad de proteger su integridad.

Más adelante, en el Capítulo IV y Anexo 4.5, se profundizará en la descripción de la hidrología superficial en la zona del proyecto.

### **II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos**

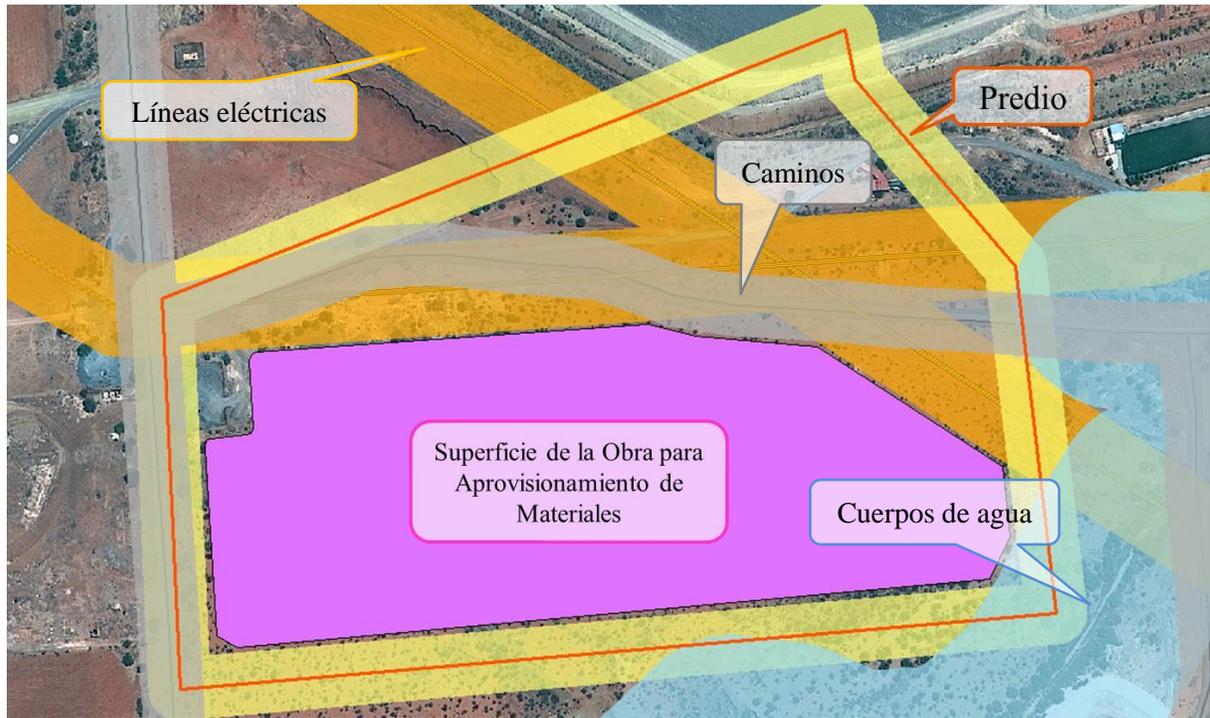
El municipio de Fresnillo es el de mayor población en el estado de Zacatecas, y el de mayor importancia económica debido a su alta producción minera, agrícola y a su actividad comercial. Estas condiciones, y la cercanía del Proyecto con la ciudad de Fresnillo y con el área del Tiro San Luis de la propia unidad minera, facilitan la provisión de todos los servicios que se pudieran requerir, como vías de acceso, agua tratada para riego, maquinaria, provisión de combustible y mantenimiento a maquinaria y equipos, energía eléctrica, sitios para almacenamiento de residuos peligrosos y disposición final de residuos sólidos urbanos, servicios sanitarios móviles (letrinas a través de contratista especializado), etc.

Cabe recordar que Minera Fresnillo, S.A. de C.V. concibe a la Obra de Aprovechamiento de Materiales como una obra complementaria y ligada a la operación de las presas de jales (proceso de beneficio), por lo que utilizará su propia maquinaria e infraestructura disponible para la ejecución del Proyecto, sin requerir construir infraestructura adicional ni urbanizar el área más de lo que actualmente se encuentra.

### **II.2 Características particulares del proyecto**

En Zacatecas no existe una norma particular para las obras de naturaleza similar a la del Proyecto (bancos de materiales); sin embargo, para el diseño óptimo de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, se tomaron como referencia los lineamientos de la Norma Técnica Ecológica NTE-IEG-002/98, que establece las condiciones para la localización de bancos de materiales pétreos en el estado de Guanajuato, así como sus parámetros de diseño, explotación y medidas de regeneración ambiental; y la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-002/2003, que establece las condiciones y especificaciones técnicas de operación y extracción de Bancos de Material Geológico en el Estado de Jalisco. Con base a las restricciones de dichas normas, se delimitó la superficie en la que se hará el aprovechamiento de las arcillas. La descripción de las restricciones y la superposición de las áreas de amortiguamiento para los diferentes elementos que deben respetarse en el diseño de la Obra, como líneas eléctricas, caminos, linderos (predios colindantes) y cuerpos de agua superficiales, se incluye en el Anexo 2.4.

En la siguiente Figura 2.11 se muestran todas las restricciones montadas sobre una misma imagen, a partir de la cual se establecieron los límites del Polígono del Proyecto, que incluye todos los componentes: área de explotación, camino perimetral, canal de derivación y el área de amortiguamiento y seguridad.



**Figura 2.11. Polígono del Proyecto de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales**

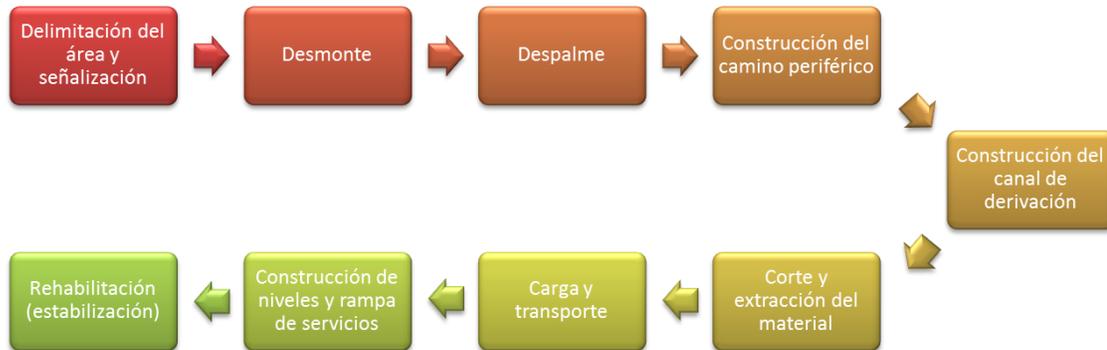
### II.2.1 Programa general de trabajo

Como se ha mencionado anteriormente, la extracción de arcillas de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales, es una actividad supeditada a las actividades constructivas para el crecimiento de los bordos de las presas de jales en operación, cuyo avance será paulatino y a su vez dependerá de otros factores. De esta manera, la operación de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales será intermitente y de frecuencia irregular.

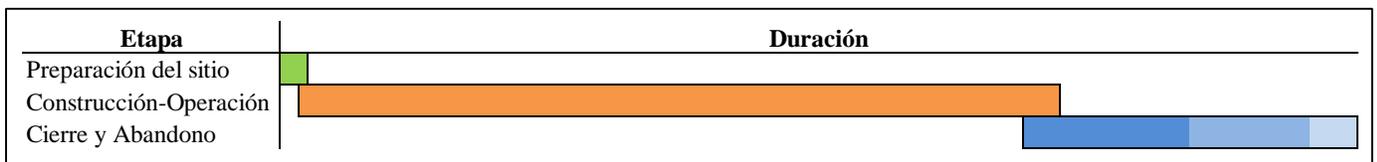
Se manifiesta que la vida útil del Proyecto es de 7 años, lo cual indica que al finalizar dicho periodo se habrán de concluir las actividades de extracción y se procederá a realizar las acciones para el adecuado cierre y restitución del sitio.

Para fines descriptivos, las actividades requeridas para la ejecución del Proyecto se clasificarán en tres etapas consecutivas. La primera es la preparación del sitio, cuya duración será de 1 mes; la segunda etapa se considera como la ejecución simultánea de las actividades de construcción y operación de la obra, cuya periodicidad será variable durante los 7 años del Proyecto; y finalmente la última etapa es la del Cierre y Abandono del sitio, que iniciará al final del aprovechamiento y se extenderá el tiempo suficiente para conseguir la estabilización física, química y biológica del sitio, estimándose un periodo de 3 años para ello, aunque este tiempo podrá reducirse o incrementarse conforme a la intensidad de los trabajos y los resultados de las maniobras ejecutadas, ya que la obra se integrará al plan de cierre que regirá el adecuado cierre de toda la unidad minera y seguirá el programa de dicho plan.

En la Figura 2.12 se muestra el diagrama de flujo del proceso de extracción de arcillas de la Obra de Aproveccionamiento de Materiales, mientras que en la Figura 2.13 y en la Tabla 2.6 se muestra el programa general de trabajo.



**Figura 2.12. Diagrama de flujo del proceso para el Proyecto**



**Figura 2.13. Programa de ejecución por etapas del Proyecto**

**Tabla 2.6. Programa general de trabajo**

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>
Preparación del sitio	Delimitación del área y señalización	2 semanas
	Desmante	1 mes
	Despalse	1 mes
Construcción-Operación	Construcción del camino perimetral	1.5 meses
	Construcción del canal de derivación	1.5 meses
	Corte y extracción del material	Periódico (irregular) Durante 7 años
	Carga y transporte	
	Construcción de niveles y rampa de servicios	
Cierre y Abandono	Rehabilitación (estabilización física, química y biológica)	3 años aproximadamente

## II.2.2 Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio iniciará con la delimitación del Polígono del Proyecto y señalización del área, una vez que se haya autorizado la Obra de Aproveccionamiento de Materiales en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo. Para la primera tarea, una brigada de topografía deberá marcar con elementos notorios los límites del área de extracción conforme al plano de diseño del Proyecto, dejando intervalos de 15 a 20 metros entre cada elemento (postes, lienzos, varillas, mojoneras,



etc.); así como también deberá delimitarse la superficie para el camino perimetral y para el canal de derivación pluvial. Se colocará al ingreso del sitio del Proyecto un letrero de lámina con colores notorios y fácilmente legibles que contenga la leyenda “Obra de Aprovechamiento de Materiales para Crecimiento de Bordos de Presas de Jales”, con el nombre y logotipo de Minera Fresnillo, S.A. de C.V. Dicho letrero deberá permanecer legible durante la vida útil del proyecto.

Previo al inicio de esta etapa, personal de Minera Fresnillo, del departamento correspondiente y acompañados por personal de la Comisión Federal de Electricidad en caso de ser necesario, deberá desconectar, reubicar y reconectar los postes de concreto de la línea eléctrica interna de la Unidad Fresnillo que se localiza al Sur del predio.

Delimitadas las áreas a las que se les autorizó el cambio de uso de suelo, se procederá a realizar el desmonte de la vegetación, respetando la franja de amortiguamiento y seguridad. El desmonte comprende la ejecución de cualquiera de las operaciones siguientes:

- *Tala*: consiste en cortar los árboles y arbustos
- *Roza*: consiste en quitar la maleza, hierbas, zacate o residuos de las siembras
- *Desenraice*: consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando éstas, hasta una profundidad de sesenta centímetros
- *Limpia y retiro*: consiste en retirar el producto del desmonte de los sitios donde se generó para darle el manejo que sea indicado;

Estas actividades serán realizadas con equipos manuales y con retroexcavadora, principalmente.

Posteriormente se hará el despalle, retirando del terreno desmontado la capa edáfica superficial o tierra fértil (topsoil), la cual será transportada a un predio colindante al Norte del Proyecto, donde se almacena el topsoil generado en los diferentes frentes de trabajo de la Unidad Fresnillo. De acuerdo a los planes y programas de la empresa, el topsoil está siendo actualmente empleado en las actividades de cierre y restauración progresiva de las presas de jales Beleña y Los Chinos 3, en proceso de reforestación. En la siguiente sección se ofrecen más detalles del depósito superficial de suelo fértil.

Las actividades de despalle se realizarán con maquinaria pesada (bulldozer, retroexcavadora, cargador frontal, camiones de volteo, pipas).

### **II.2.3 Etapa de construcción**

De acuerdo a la Guía de la SEMARNAT para la elaboración de MIA's para obras del Sector Minero en su modalidad Particular, hay diversos temas y subtemas a describir en el presente capítulo que no son aplicables al Proyecto en desarrollo, por lo que serán omitidos de las siguientes secciones.

### **Explotación**

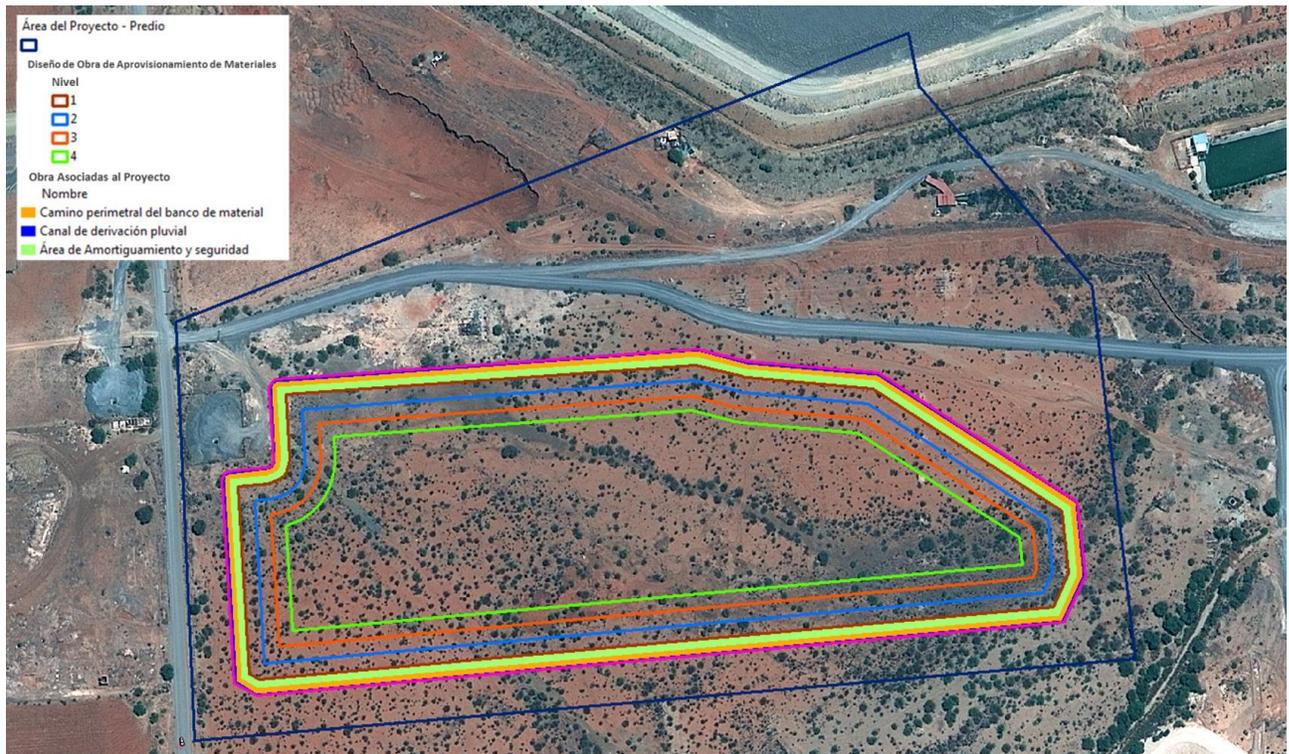
#### **- Sistemas de minado**

Para maximizar la superficie de la Obra de Aprovechamiento de Materiales y el volumen disponible de arcillas para el crecimiento de los bordos de las presas de jales, se diseñó el Polígono del

Proyecto con base en las restricciones anteriormente descritas, tomando como referencia normas técnicas aplicables en otros Estados del país, y considerando un método de explotación formal por medio de banqueos, que reducirán riesgos por deslizamientos o desprendimientos de material de los taludes en los cortes. La profundidad final de la obra será de 7 m desde la superficie, y se alcanzará en tres niveles, descendiendo 2.5 m en el primer y segundo corte, y 2 m de profundidad en el último corte. El banqueo o pateo será del doble de la altura del corte.

En la Figura 2.14 se muestra el diseño del Proyecto, con los polígonos que representan los niveles de los cortes, así como el camino perimetral, canal de derivación pluvial y el área de amortiguamiento y seguridad (obras asociadas).

En el Anexo 2.5 se presenta un plano a doble carta para una mejor apreciación, que contiene el diseño de los niveles de corte dentro del área de extracción de material y de las obras asociadas, así como el perfil de la obra.



**Figura 2.14. Diseño de la Obra de Aprovechamiento de Materiales**

**- Rampas de acceso a la Obra de Aprovechamiento de Materiales**

Para descender a cada uno de los niveles que pretenden construirse en la obra, se preparará una rampa de servicios. La normatividad de referencia señala que la pendiente mínima para una rampa en un banco de material con las mismas características que el del Proyecto (arcillas), deberá ser de 9% y su ancho mínimo deberá ser de 7 m, requerimientos que cumplirá la rampa de servicios del Proyecto.

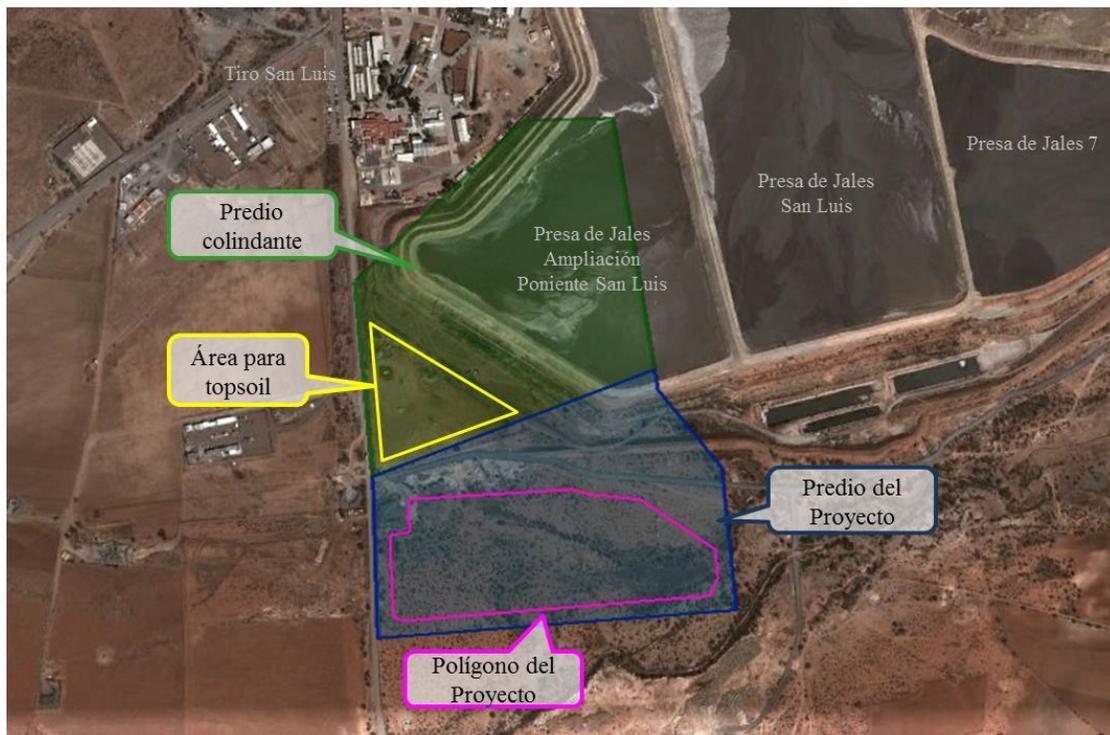
- **Polvorines**

El uso de explosivos no es necesario para las actividades del Proyecto. No obstante, bajo alguna circunstancia extraordinaria, técnica y económicamente justificada, se recurrirá al uso controlado y supervisado de explosivos. En tal caso, Minera Fresnillo cuenta con polvorines que cumplen con la normatividad correspondiente (SEDENA), así como los procedimientos para el manejo, almacenamiento y uso adecuado y seguro de estos.

- **Depósitos superficiales de tepetate, mineral y de suelo fértil**

En la Obra de Aprovechamiento de Materiales no se espera generar tepetate, así como tampoco se extraerá mineral que deba ser almacenado. En cambio, sí habrá suelo fértil resultante de las actividades de despalme del área de explotación. Este suelo se conoce como topsoil y la importancia de su adecuado manejo y almacenamiento radica en su posterior uso para las actividades de restauración de los sitios afectados, ya que conforma la base edáfica para la estabilización biológica a partir de la reforestación.

El topsoil que se retire del Polígono del Proyecto será transportado y almacenado en el predio que colinda al Norte del Proyecto, donde actualmente se almacena el topsoil generado en otros sitios de la Unidad Fresnillo. El área designada (Figura 2.15) fue anteriormente utilizada como patio de maniobras para las labores constructivas de la Presa de Jales Ampliación Poniente San Luis, además de que hay infraestructura minera en su superficie (contrapozo Robbins), por lo que se trata de un área afectada que carece de vegetación forestal, y con las condiciones adecuadas para almacenar el topsoil protegido contra los procesos erosivos del agua y el viento.



**Figura 2.15. Depósito superficial de suelo fértil**



Minera Fresnillo ha formulado un plan para el cierre y abandono de la unidad minera una vez que llegue al final de su vida útil, con un enfoque integral de todas sus instalaciones. Conforme a este plan las instalaciones que han quedado fuera de operación entran en una fase de cierre progresivo, en la que se van restituyendo y rehabilitando las áreas afectadas y en desuso. El Parque Ecológico Los Jales es un ejemplo del concepto de cierre progresivo; de igual forma en las presas de jales Beleña y en Los Chinos 3 ya se realizan actualmente actividades de reforestación; y para ello la empresa hace uso de los recursos disponibles, entre los que se encuentra el topsoil. Siendo así, es posible que el suelo recuperado del área de la Obra de Aprovechamiento de Materiales sea aprovechado para la restitución de las presas de jales en mención, y los componentes del Proyecto se integrarán al plan de cierre para restaurarlos en su debido momento.

#### - **Transporte de Materiales**

El acarreo de arcillas se realizará mediante camiones de volteo de 16 pies cúbicos, los cuales transportarán el material de la obra a los bordos de las presas de jales, en rutas directas a través de los caminos existentes y sobre demanda, es decir, las arcillas serán extraídas de la Obra de Aprovechamiento de Materiales al tiempo que son requeridas para el crecimiento de los bordos, y serán transportadas hasta el sitio donde serán utilizadas con prontitud.

### **II.2.4 Construcción de obras asociadas y actividades provisionales del proyecto**

#### - **Construcción de caminos de acceso y vialidades**

El predio donde se localiza la Obra de Aprovechamiento de Materiales cuenta con accesos a través de caminos internos de la Unidad Fresnillo, en el área de las presas de jales, que se encuentran en buenas condiciones. No es necesario construir caminos de acceso.

La única vialidad adicional a construir es el camino de servicios perimetral del Proyecto, terracería que tendrá un ancho de 3 m y correrá de forma paralela a los límites perimetrales del área de explotación, con una longitud de 2,526 metros.

Para la conformación del camino, ya que haya concluido el desmonte y despalme en su superficie, únicamente se compactará el terreno con la humedad y maquinaria necesaria con el fin de obtener una capa de rodamiento uniforme, sin incluir revestimiento o carpeta asfáltica. Este camino no está diseñado para que los camiones de carga transiten constantemente por él; en caso de pretender habilitar otro acceso a los niveles de la obra a través del camino perimetral, se realizará previamente un mejoramiento del mismo.

#### - **Canal de derivación pluvial**

Siguiendo la misma trayectoria que el camino perimetral, alrededor del área de explotación de arcillas, se construirá un canal de derivación del agua pluvial con un ancho de 1.5 m, con el cual se evitará que los escurrimientos naturales entren al área de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, previniendo el encharcamiento de la misma y reduciendo los potenciales impactos al componente edafológico por la pérdida de suelo ocasionada por los efectos erosivos del agua.

El canal conducirá el agua hasta el punto más bajo en la zona Sureste del predio, para drenarla hacia el Arroyo Prieto.

- **Abastecimiento de energía eléctrica**

En caso de requerirse energía eléctrica en el sitio, principalmente para iluminación, podrá ser tomada de la subestación localizada en el campamento de contratistas que se localiza a 230 m aprox. al Noreste del Polígono del Proyecto. No obstante, no se considera actualmente la instalación de líneas ni infraestructura eléctrica, ya que el horario de trabajo será diurno, de 8:00 a 14 horas.

- **Sistema de abastecimiento de agua**

El agua que se utilizará para riegos en el área de la Obra de Aprovechamiento de Materiales y camino perimetral, será procedente del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Minera Fresnillo, la cual se localiza a un costado de la Presa de Jales 7, aproximadamente a 2.3 km al Noreste del predio, por uno de los caminos de acceso (Figura 2.16).



**Figura 2.16. Localización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Unidad Fresnillo**

El acarreo y riego del agua tratada para labores constructivas y como medida de mitigación contra la suspensión y dispersión de partículas atmosféricas (polvos fugitivos), se realizará mediante dos pipas de 15 y 16 metros cúbicos de capacidad, respectivamente.



#### - **Instalaciones sanitarias y planta de tratamiento de aguas residuales**

En el área de la Obra de Aprovechamiento de Materiales se instalará únicamente un sanitario portátil a través de una empresa contratista, que deberá hacerse cargo del mantenimiento y limpieza periódica del mismo. Está prohibido descargar los residuos sanitarios generados en cuerpos de agua y en el suelo natural. La empresa contratista, bajo supervisión de personal de Minera Fresnillo, será la responsable de dar un manejo adecuado a las aguas residuales.

En caso de ser necesario, con la aprobación de Minera Fresnillo, el contratista podrá descargar el agua residual en el cárcamo de bombeo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Unidad Fresnillo, al inicio del proceso, con lo que se garantiza su adecuado manejo.

#### - **Plataformas para maniobras**

Para las maniobras de equipos, se utilizará el predio que colinda al Norte del Proyecto, en donde se localiza el topsoil. Este predio, propiedad de Minera Fresnillo, ha sido anteriormente utilizado como patio de maniobras para la construcción de la Presa de Jales Ampliación Poniente San Luis, por lo que está desprovista de vegetación forestal y cumple con las características apropiadas para este fin.

#### - **Otras obras asociadas**

No se requieren construir otras obras asociadas para la realización del Proyecto. La infraestructura existente de la Unidad Fresnillo estará disponible para cubrir cualquier necesidad, e incluye las siguientes instalaciones y servicios:

- Talleres para el mantenimiento mecánico de equipos, vehículos y maquinaria
- Estación de autoconsumo (gasolina y diésel)
- Almacenes y bodegas
- Oficinas, campamentos, dormitorios, comedores
- Servicio médico y respuesta a emergencias

### **II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento**

En la etapa de operación del proyecto, únicamente se requerirá del mantenimiento de la maquinaria y del equipo, así como de las buenas condiciones de operación y medidas de seguridad para el buen desarrollo del mismo.

#### **Proceso de extracción de arcillas**

El proceso de operación de la Obra de Aprovechamiento de Materiales inicia con los cortes. Un corte consiste en fragmentar el terreno por medios mecánicos para extraer el material de interés (arcillas) con el uso de maquinaria para la extracción (palas mecánicas). Una vez extraído el material, se procede a la carga de los camiones de volteo. Por carga se entiende la recogida de las arcillas arrancadas del suelo, y su traslado al medio de transporte. En el arranque mediante maquinaria, el cargado se realiza de forma simultánea al arranque; así, por ejemplo, una pala excavadora utiliza su cuchara para arrancar y cargar.



Posteriormente se acarrea el material extraído hasta el área determinada en las presas de jales para su utilización.

### **Sustancias o productos involucrados en el proyecto**

Las únicas sustancias que habrán de utilizarse para la ejecución del proyecto corresponden a diésel como combustible y otros hidrocarburos para el mantenimiento de los equipos, maquinaria y vehículos que serán empleados en las actividades. Estas sustancias se manejarán en el área de talleres de mantenimiento y en lugares ya acondicionados de la Unidad Fresnillo, bajo los procedimientos específicos establecidos por Minera Fresnillo para tal fin en el Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias.

### **Programa de mantenimiento**

El Proyecto utilizará maquinaria disponible de la Unidad Fresnillo, misma que se encuentra dentro de los programas de mantenimiento establecidos. De esta manera, se garantiza que la maquinaria recibirá el mantenimiento preventivo y periódico adecuado en los talleres correspondientes, reduciendo riesgos de fallas mecánicas que desencadenen condiciones de contaminación al suelo, agua y atmósfera.

### **II.2.6 Etapa de abandono del sitio**

Esta obra, como parte de la infraestructura y superficie de ocupación de la Unidad Fresnillo, será considerada e integrada en el Plan de Restitución y Cierre (PRC) con el que cuenta la empresa, el cual es actualizado de forma periódica. Este documento, además de que contiene maniobras a realizar por zonas y por tipo de infraestructura, alternativas y programa de actividades para el adecuado cierre y abandono de la unidad minera, con fundamentos en lineamientos internacionales, permite a Minera Fresnillo hacer un mejor manejo administrativo de sus recursos, principalmente financieros, con miras a tenerlos disponibles al final de la vida útil de la unidad.

En el PRC se plantea una serie de procedimientos básicos de restauración que deben observarse en la Unidad Fresnillo independientemente de la actividad de cierre a llevarse a cabo. Estos procedimientos consisten en movimientos de tierras; control de erosión; revegetación; tratamiento de aguas (y/o materiales); y monitoreo.

Los objetivos principales que se procuran con el PRC en su versión más actualizada (2013) aunque en grado conceptual por el tiempo de vida útil que aún tiene la unidad minera, es garantizar que los procesos de explotación y beneficio, así como las obras e infraestructura de la Unidad Fresnillo, alcancen lo siguiente:

- El adecuado cese de las actividades que causan disturbios o impactos (ruido, iluminación, polvos, tráfico de vehículos, etc.)
- La estabilización física, química y biológica de los terrenos afectados
- La estabilización de las condiciones sociales entorno a la Unidad Fresnillo
- La eliminación de riesgos a la seguridad y a la salud pública



- La restitución de condiciones similares, compatibles o aptas para los terrenos afectados y terrenos aledaños propiedad de la empresa, así como cualquier área que pueda haber sufrido de impactos indirectos

La integración de la Obra de Aprovechamiento de Materiales será una prioridad en la próxima actualización del PRC, donde quedarán establecidos los tipos de maniobras requeridas específicamente para el área afectada por este Proyecto, que conduzcan a su superficie a una estabilización física, química, biológica y socioeconómica.

### **II.2.7 Utilización de explosivos**

Para los cortes del terreno (niveles) y la extracción de materiales de la obra, se empleará maquinaria pesada (retroexcavadora, bulldozer y cargadores frontales), que arrancan el material utilizando elementos móviles cortantes, por lo que no se requerirá la utilización de explosivos.

Cabe destacar que la utilización de explosivos en la Unidad Fresnillo para la explotación de los yacimientos minerales es continua, realizando voladuras dentro de la mina subterránea prácticamente todos los días. Existen polvorines subterráneos donde se almacenan los explosivos, cuyo diseño e ingeniería cumplen con todas las normas requeridas por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) a quien le corresponda autorizar el uso de estos polvorines; así mismo la empresa cuenta con procedimientos, personal y equipo calificado para realizar un trabajo de manera segura y probada.

En caso de que se presente alguna situación extraordinaria plenamente justificada respecto a los cortes del terreno o para el aflojamiento y extracción eficiente del material, podrá evaluarse la posibilidad de emplear explosivos, siempre atendiendo a los procedimientos y normas de seguridad establecidos y entendiéndose que el uso de los mismos será esporádicamente y por ocasiones aisladas.

### **II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

#### **Emisiones a la atmósfera**

Durante el desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, se generarán emisiones a la atmósfera derivadas principalmente del movimiento de materiales durante la preparación del sitio y en cada maniobra de extracción de arcillas del sitio (operación-construcción), además del tránsito y operación de la maquinaria y camiones de volteo involucrados en el Proyecto. Estas emisiones corresponderán principalmente a polvos fugitivos (PST) y gases derivados de la combustión (COx, NOx y SOx).

El mecanismo para supresión o mitigación de los polvos fugitivos emitidos en todas las etapas del Proyecto consistirá en el riego con agua tratada y mediante camiones cisterna con barra aspersora (pipas), en las superficies de rodamiento y frentes de trabajo, lo que dará cohesión y mayor peso a las partículas reduciendo su emisión atmosférica.

Por otro lado, la maquinaria con que se ejecutará el Proyecto estará sometida al programa de mantenimiento periódico y preventivo, permitiendo únicamente su operación en buen estado. El óptimo estado de la maquinaria y camiones de volteo será el medio de control de las emisiones atmosféricas.



## **Emisión de ruido**

En el desarrollo de cada etapa del Proyecto ineludiblemente se generará ruido tanto por la operación de la maquinaria como por la propia extracción y movimiento de arcillas. Sin embargo, en función de que la operación de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales será intermitente y de frecuencia irregular, la emisión de ruido también será temporal; además, por la localización de la obra y el contexto medioambiental en el que se encuentra, y considerando la dispersión acústica, que indica el desvanecimiento del ruido conforme se aleja de la fuente emisora, las emisiones de ruido no producirán afectaciones de importancia relevante en ningún componente, ni en ninguno de los centros de población cercanos.

Para los trabajadores y operarios, la posible afectación por el ruido generado será minimizada con el uso de equipo de protección auditiva, adecuado a los niveles a los que estarán expuestos.

## **Descargas de aguas residuales**

El Proyecto no generará descargas de aguas residuales. Como se mencionó anteriormente, en el área de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales se instalará un sanitario portátil cuya limpieza y mantenimiento, así como el adecuado manejo de los residuos sanitarios, será responsabilidad de la empresa contratista que instale el sanitario. Está prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua.

## **Residuos sólidos**

Por la naturaleza del Proyecto y por las condiciones de operación descritas a lo largo de este capítulo, no se generarán residuos sólidos en el área de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales, ni se puede estimar una cantidad de residuos o sus características cuando sean generados a partir de las actividades del Proyecto, dado que ni el equipo ni el personal empleado laborará de forma permanente en la obra. Los posibles residuos generados por los trabajadores o por la maquinaria no serán a consecuencia exclusivamente de las actividades del Proyecto, por lo que dichos residuos serán manejados conforme a los procedimientos específicos establecidos en el SSMARC de la empresa.

Los residuos peligrosos (RPE) que se generarán en el Proyecto tampoco serán a consecuencia únicamente de las actividades del mismo, ya que serán residuos generados durante el mantenimiento de la maquinaria que laborará de forma intermitente entre la Obra de Aprovisionamiento de Materiales y otros frentes de trabajo. En este sentido, tampoco es posible hacer una estimación de los residuos peligrosos que se generarán por la ejecución del Proyecto, pero sí se puede garantizar que los RPE del mantenimiento se manejarán en los talleres y bajo las condiciones adecuadas establecidas para ello, conforme a los procedimientos definidos para estas actividades.

### **II.2.9 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos**

Cualquier residuo generado por las actividades del Proyecto será marginal a los generados durante la operación actual de la Unidad Fresnillo, pero serán manejados bajo los mismos procedimientos registrados en el Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias, garantizando un adecuado manejo y disposición. Los procedimientos en cuestión son:



**Tabla 2.7. Procedimientos del SSMARC para el adecuado manejo y disposición de residuos**

<b>Nombre</b>	<b>Clave de identificación</b>
Procedimiento para manejo de Residuos Peligrosos diversos (Plan de Manejo)	PA-92-01-12
Procedimiento para manejo de Residuos No Peligrosos	PA-92-05-06

Estos procedimientos de referencia se adjuntan a la MIA dentro del Anexo 2.6. Adicionalmente, la empresa cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Mineros, que incluye entre otros residuos al tepetate y jales, el cual fue presentado a SEMARNAT en Septiembre de 2013. La carátula del Plan con sello y firma, se muestra también en el Anexo 2.6.

Los procedimientos incluyen el almacenamiento en las áreas acondicionadas para tales fines, contando la unidad minera con la siguiente infraestructura:

- Relleno sanitario.- Anteriormente la empresa enviaba sus residuos domésticos y sanitarios al relleno sanitario municipal de Fresnillo, pero actualmente se construye un relleno sanitario al Sur de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, donde se podrán disponer y confinar adecuadamente este tipo de residuos.
- Relleno industrial.- Área de confinamiento final, donde se depositan residuos no peligrosos diferentes a los residuos domésticos y sanitarios que no puedan ser reutilizados.
- Almacén temporal de residuos no peligrosos.- Conocido internamente como PLAPACA, este centro de acopio recibe plástico, papel y cartón entre otros residuos no peligrosos que sean susceptibles de ser reciclados, previo a su venta o coprocesamiento.
- Almacenes temporales de residuos peligrosos.- La Unidad Fresnillo cuenta con varios almacenes temporales de residuos peligrosos en sus diferentes frentes de trabajo (diversos almacenes subterráneos; en Tiro San Luis; en el Patio de Pequeños contratistas; en el almacén del tiro general), siendo el principal el almacén que está ubicado en el área del Tiro San Luis.

#### **II.2.10 Otras fuentes de daños**

No se han identificado otras fuentes de daños derivados de la ejecución del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

Solo como referencia a la operación de la presa de jales (de la que es una obra complementaria el Proyecto), que podría eventualmente asociarse al uso de las arcillas extraídas de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, y donde podría presentarse algún tipo de riesgo o fuente de daño, se presenta también dentro del Anexo 2.6 el Procedimiento para prevenir y actuar en caso de emergencia en la presa de jales, para dar certeza del SSMARC y su vinculación indirecta con el Proyecto; aunque cabe recordar y enfatizar que la operación de las presas de jales es totalmente independiente a la ejecución de este Proyecto.



### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO**

En el presente Capítulo se presenta un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales. Para la elaboración del presente capítulo se han revisado los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos, Federales y Estatales, en materia de regulación de equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales, estatal y municipal de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico territorial y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

#### ***III.1 Información sectorial***

En el último lustro, el crecimiento de los precios mundiales del oro, la plata, el cobre y la mayor parte de las materias primas en la industria minera auguraban un futuro de alta rentabilidad e indicadores financieros fuertes para las empresas de este sector. Sin embargo, durante el 2012, la crisis económica provocó una desaceleración industrial a escala mundial que se tradujo en una reducción en la demanda de metales y por ende, una caída en los precios internacionales de la mayoría de éstos, a excepción del oro. A medida que los precios de los productos mineros se contraen y la incertidumbre sobre la economía global persiste, cada vez es más difícil emitir un pronóstico sobre el comportamiento en la demanda de los metales en el corto plazo.

Sin embargo, con base en los datos proporcionados por los grupos de productores de la Cámara Minera de México (CAMIMEX, 2013), el valor de la producción minero-metalúrgica en 2012 generó divisas por 22,511 millones de dólares, para posicionarse como el cuarto sector industrial que más divisas generó, sólo después de la industria automotriz, la electrónica y el petróleo, confirmando la tendencia observada en 2011.

El valor de la producción minero-metalúrgica, con datos anualizados del Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática (INEGI), fue de 17,843 millones de dólares. Este valor, complementado con datos de los minerales no metálicos (no concesibles), asciende a 23,012 millones de dólares. Registrando de nuevo un incremento, aunque en esta ocasión mucho más moderado, de 14% más en relación con 2011 e imponer un nuevo récord histórico. Así, en 2012 se registraron producciones récord no vistas en 20 años en: oro, plata, cobre, plomo, zinc, molibdeno, fierro, manganeso, fluorita, fosforita, caolín, arena sílica, wollastonita y sulfato de sodio.

Actualmente, la industria minero-metalúrgica aporta el 10% del Producto Interno Bruto Industrial y el 3% del Nacional.

Las inversiones crecieron en 2012 a 8,043 millones de dólares, 2,431 millones más que en 2011, y en 25,641 millones durante el periodo comprendido entre 2007 y 2012. Las empresas mineras aportaron 8,145 millones de dólares para 2013. Con base en el SNL MEG (SNL Metals Economics Group), México ocupó por tercer año consecutivo, la cuarta posición mundial en la atracción de capital



para la exploración con 1,232 millones de dólares, por debajo de Canadá, Australia y Estados Unidos, y el primer lugar en Latinoamérica.

Por otro lado, durante 2012 el sector fue capaz de generar 18,833 nuevos empleos registrados en el Instituto Mexicano del Seguro Social, con lo que contribuyó a reducir la brecha de la desigualdad por la falta de oportunidades. Cabe apuntar que durante los últimos tres años se han generado 59,054 nuevos empleos en el sector minero. En febrero, la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS) reportó que en las revisiones salariales realizadas a 603 empresas durante enero, los aumentos negociados promediaron 4.4%; señalando que los mayores incrementos salariales ocurrieron en empresas mineras, con 6.9% en promedio. Así el salario promedio diario que reciben los trabajadores del sector fue superior en 37% a la media nacional.

De acuerdo con las cifras del United States Geological Survey (USGS), en su reporte Mineral Commodity Summaries 2013 (MCS 2013), la producción mundial de oro fue de 2,700 toneladas, lo que representa un modesto incremento de 1.5% respecto del periodo previo. China se mantiene como el mayor productor del mundo, y México es colocado en la décima primera posición. Según la información publicada por el INEGI, en 2012 hubo una producción nacional de 102.8 toneladas de oro. El segundo mayor productor fue Fresnillo PLC con 473,035 onzas de oro en sus seis unidades mineras.

De acuerdo con cifras del USGS, en su reporte MCS 2013, la producción global de plata alcanzó en 2012 las 24,000 toneladas, 3% más que en 2011. México se mantiene como el mayor productor mundial de plata en el mundo, con 5,358 toneladas de plata (que es una cifra histórica), seguido por China y Perú.

Fresnillo PLC se consolidó como el mayor productor de plata en México al sumar la extracción de sus seis unidades mineras, la cual ascendió a 40.9 millones de onzas. La Unidad Fresnillo es la que mayor producción de plata genera en el país, con 26.38 millones de onzas. Pese a este excelente desempeño, tuvo un decremento de 2.1% respecto de 2011.

A nivel estatal, Zacatecas es el segundo mayor productor de oro, únicamente por debajo de Sonora, pero es el primer estado productor de plata, como se muestra en la Figura 3.1, extraída del Informe Anual de la CAMIMEX 2013, con datos del INEGI.

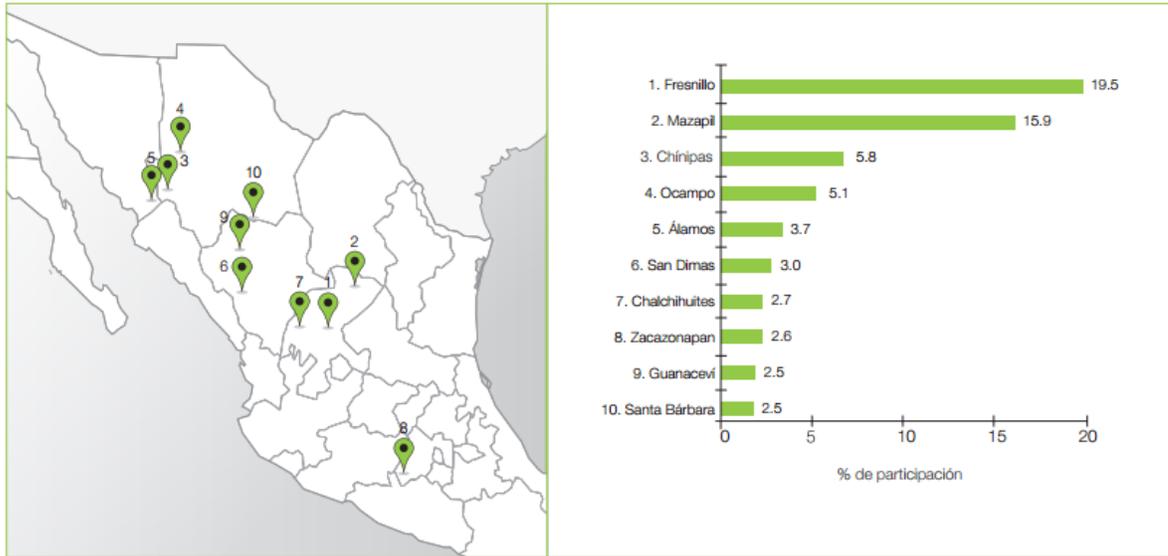
PRODUCTOS	ORO (KGS)	PLATA (KGS)	PLOMO (TONS)	COBRE (TONS)	ZINC (TONS)	FIERRO (TONS)
<b>TOTAL</b>	<b>102,801.6</b>	<b>5,358,195</b>	<b>238,091</b>	<b>500,275</b>	<b>660,349</b>	<b>14,915,941</b>
• Aguascalientes	247.0	38,858	9,541	1,346	29,754	0
• Baja California	247.7	3,131	0	0	0	0
• Baja California Sur	0.0	0.0	0	0	0	28,049
• Coahuila de Zaragoza	0.0	131,161	0	1	0	3,172,038
• Colima	0.0	0.0	0	0	0	2,829,461
• Chihuahua	19,715.6	1,031,303	53,064	15,819	125,995	670,847
• Durango	9,480.1	649,054	19,905	2,426	22,028	781,964
• Guanajuato	1,193.2	72,372	15	4	0	0
• Guerrero	11,186.8	62,364	5,041	6,601	43,103	214,639
• Hidalgo	0.2	29,022	2,298	1,644	8,526	0
• Jalisco	37.5	26,588	5	14	0	1,376,932
• Estado de México	1,079.6	181,389	7,705	2,472	39,685	0
• Michoacán de Ocampo	27.1	1,523	15	1,059	0	4,049,927
• Nayarit	96.8	8,865	0	0	0	0
• Puebla	0.0	0	0	0	0	6,952
• Oaxaca	1,638.2	155,201	4,924	1,220	10,317	0
• Querétaro de Arteaga	397.2	49,710	2,228	2,366	5,866	0
• San Luis Potosí	5,357.4	174,716	2,630	23,158	50,774	0
• Sinaloa	416.1	52,892	4,084	1,581	7,876	449,083
• Sonora	30,002.9	356,393	0	389,302	0	1,308,916
• Zacatecas	21,678.2	2,333,653	126,636	51,262	316,425	27,133

**Figura 3.1. Resumen de la producción minera por estado de los principales metales**

Dentro de Zacatecas, Fresnillo es el municipio con mayor producción de plata, y el tercero con mayor producción de oro, como se muestra en la Figura 3.2, y en la gráfica de la Figura 3.3, elaboradas con cifras del INEGI.

ESTADO Y MUNICIPIO	ORO (KGS)	PLATA (KGS)	PLOMO (TONS)	COBRE (TONS)	ZINC (TONS)
<b>TOTAL</b>	<b>102,801.6</b>	<b>5,358,195</b>	<b>238,091</b>	<b>500,275</b>	<b>660,349</b>
<b>Zacatecas</b>	<b>21,678.2</b>	<b>2,333,653</b>	<b>126,636</b>	<b>51,262</b>	<b>316,425</b>
• Concepción del Oro	248.0	5,058	-	4,901	-
• Chalchihuites	154.2	143,862	2,943	14	6,111
• Fresnillo	2,325.4	1,046,231	19,557	-	27,340
• Guadalupe	4.0	2,646	25	-	17
• Jerez	8.4	3,715	205	13	-
• Jiménez del Teul	1.8	1,803	47	6	-
• Mazapil	13,726.5	851,929	79,682	11,476	202,940
• Miguel Auza	-	38,059	2,672	-	4,845
• Morelos	-	94,554	13,240	27,291	55,331
• Ojocaliente	5,123.2	597	-	-	-
• Sombrerete	-	121,812	7,648	7,503	19,831
• Vetagrande	73.7	17,558	574	57	10
• Villanueva	1.6	956	8	-	-
• Zacatecas	11.4	4,873	35	1	-

**Figura 3.2. Resumen de la producción minera por municipio en Zacatecas**



**Figura 3.3. Principales municipios productores de plata durante 2012**

Según el INEGI (INEGI, 2013), la evolución anual por grupos de metales y minerales, así como la producción minera por entidad federativa referida únicamente a las actividades de extracción y beneficio de minerales metálicos y no metálicos, durante octubre de 2013 se reportó como sigue:

La mayor producción de oro se concentró en Sonora que aportó 26.3% del total nacional, Chihuahua 20.2%, Zacatecas 20.1%, Durango 10.2%, Guerrero 9.9% y San Luis Potosí 5.2%; mientras que Guanajuato, Estado de México, Oaxaca, Sinaloa y otras entidades produjeron en conjunto el 8.1%

La extracción y beneficio de plata se realizó en cuatro estados, principalmente: Zacatecas que contribuyó con 43.5%, Chihuahua 17.7%, Durango 13% y Sonora 6.7%; en tanto que el 19.1% se reportó en Coahuila de Zaragoza, Guanajuato, Guerrero, Estado de México, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y otros estados.

Por lo que se refiere a la producción de plomo, sobresalió la de Zacatecas con un porcentaje de 55.8%, Chihuahua 21.6% y Durango con 8.7%; por su parte, Guerrero, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y otras entidades generaron 13.9% en el décimo mes de 2013.

La producción de cobre se llevó a cabo básicamente en Sonora con una participación de 77.4%, continuando Zacatecas con 10%, San Luis Potosí 4.7% y Chihuahua con 3.2 por ciento. El 4.7% restante se registró en Durango, Guerrero, Estado de México, Michoacán de Ocampo, Querétaro, y otros estados.



### *III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región*

#### **Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018**

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento donde se manifiesta de forma general y coordinada, metas, estrategias, objetivos y líneas de acción. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013, se basa en cinco metas fundamentales, las cuales son:

- I. México en paz;
- II. México incluyente;
- III. México con educación de calidad;
- IV. México próspero; y
- V. México con responsabilidad global.

El resultado de estas cinco metas tiene como fin lograr el objetivo principal de llevar a México a su máximo potencial.

El Proyecto de Obra de Aprovechamiento de Materiales, como una obra complementaria estrechamente asociada a la importante actividad minera e industrial que se desarrolla en Fresnillo, encuentra afinidad con las metas México próspero cuyos objetivos/estrategias son los siguientes:

- Estrategia 4.2.5. Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social, que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía.  
El proyecto pretende el aprovisionamiento de materiales que permitan ampliar la infraestructura minera existente, extendiendo la vida útil de la mina que beneficia social y económicamente a los habitantes a nivel local y regional.
- Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.
- Estrategia 4.8.1. Reactivar una política de fomento económico enfocada en incrementar la productividad de los sectores dinámicos y tradicionales de la economía mexicana, de manera regional y sectorialmente equilibrada
- Estrategia 4.8.2. Promover mayores niveles de inversión y competitividad en el sector minero

El municipio de Fresnillo es el de mayor importancia económica en el estado de Zacatecas, y es la minería una de sus principales actividades económicas, siendo la Unidad Fresnillo la de mayor influencia. Para continuar con su operación, la unidad minera requiere más espacio para depositar los jales, el cual se ganará subiendo el nivel de los bordos de las presas de jales actuales, para lo que es necesario obtener material (arcillas) de un área adicional. Preponderar esta medida sobre la construcción de una nueva presa de jales permite continuar por más tiempo con los beneficios sociales asociados a la actividad productiva, con un incremento marginal de la huella de afectación de la Unidad Fresnillo. Es



así que el proyecto, mediante las prácticas sustentables que emprenderá para su ejecución, no contraviene con los objetivos y/o estrategias presentados.

### **Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)**

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, establece los objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores en los cuales se enfoca la política y gestión ambiental del actual Gobierno Federal durante el sexenio a su cargo. El contenido del PROMARNAT se alinea con la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia.

Mediante este Programa Sectorial se atenderán fundamentalmente las cuatro estrategias del objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”. Si bien el quehacer del sector se ve reflejado en todos los ejes del PND, sus actividades influirán especialmente en el indicador: “Índice de Competitividad Global (ICG)” de la Meta Nacional México Próspero del PND. En particular, ante la inclusión de los pilares social y ambiental en el ICG.

El siguiente cuadro, extraído del propio programa sectorial, contiene la vinculación de los objetivos del PROMARNAT con el respectivo objetivo y estrategias del PND, a los cuales están enfocados:

**Tabla 3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018**

<b>Meta Nacional</b>	<b>Objetivo de la Meta Nacional</b>	<b>Estrategia(s) del Objetivo de la Meta Nacional</b>	<b>Objetivo del Programa</b>
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo	<b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad	<b>Objetivo 1.</b> Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo	<b>Estrategia 4.4.3.</b> Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono	<b>Objetivo 2.</b> Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo	<b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso	<b>Objetivo 3.</b> Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas

Meta Nacional	Objetivo de la Meta Nacional	Estrategia(s) del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo del Programa
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo	<b>Estrategia 4.4.4.</b> Proteger el patrimonio natural <b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso	<b>Objetivo 4.</b> Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo	<b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad <b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso <b>Estrategia 4.4.3.</b> Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono <b>Estrategia 4.4.4.</b> Proteger el patrimonio natural	<b>Objetivo 5.</b> Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo
México Próspero	<b>Objetivo 4.4.</b> Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo	<b>Estrategia 4.4.1.</b> Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad <b>Estrategia 4.4.2.</b> Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso <b>Estrategia 4.4.3.</b> Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono <b>Estrategia 4.4.4.</b> Proteger el patrimonio natural	<b>Objetivo 6.</b> Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental

Entre las estrategias y líneas de acción a seguir para conseguir cada uno de los objetivos del PROMARNAT, destacan las siguientes, por su afinidad al Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, en virtud de que se trata de una obra totalmente correlacionada al aprovechamiento de recursos naturales no renovables (explotación y beneficio de minerales):

- **Objetivo 5.** Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo
  - **Estrategia 5.4.** Fomentar la valorización y el máximo aprovechamiento de los residuos
    - **Línea de acción 5.4.4.** Fomentar el manejo integral de los residuos minero – metalúrgicos
    - **Línea de acción 5.4.8.** Promover el diseño y la puesta en marcha de incentivos económicos para la recuperación y el aprovechamiento de los residuos.



- Línea de acción 5.4.10. Fomentar el aprovechamiento y el manejo integral de los residuos generados por el sector primario
- Estrategia 5.5 Contribuir a mejorar la protección del medio ambiente y recursos naturales en las actividades mineras y de la industria petrolera.
  - Línea de acción 5.5.2. Desarrollar y actualizar instrumentos normativos y de fomento para prevenir y gestionar integralmente residuos de la minería e industria petrolera.
  - Línea de acción 5.5.3. Desarrollar y actualizar instrumentos normativos y de fomento para fortalecer la sustentabilidad de las actividades mineras y de la industria petrolera.

El fin que justifica la ejecución del Proyecto consiste en el crecimiento de los bordos de las presas de jales existentes de la Unidad Fresnillo, donde se dispone de forma adecuada y controlada los residuos mineros o colas del proceso de beneficio que tiene lugar en la planta de concentración de Minera Fresnillo (línea de acción 5.4.4). Esta medida permitirá alargar la vida útil de las presas de jales, y por consiguiente se continúa con la operación de la empresa y los beneficios sociales que lleva produciendo Minera Fresnillo durante años, evitando la ocupación de una superficie mayor que se destinaría de forma permanente al almacenamiento de jales.

De acuerdo con la información del capítulo anterior, para el crecimiento de los bordos además de la arcilla extraída de la Obra de Aprovechamiento de Materiales, se empleará jales secos de la presa Los Chinos (fuera de operación), lo que reducirá el requerimiento de material de préstamo, además de que se hace una recuperación y aprovechamiento de residuos mineros, congruente con las líneas de acción 5.4.8 y 5.4.10 del Programa Sectorial.

### **Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016 del Estado de Zacatecas**

El Plan Estatal es un documento rector donde manifiesta de forma general y coordinada, lineamientos, prioridades, objetivos, estrategias de acción y financiamiento. El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2011-2016 se basa en cinco temas fundamentales para el desarrollo del estado, los cuales son: Zacatecas Seguro, Zacatecas Unido, Zacatecas Productivo, Zacatecas Moderno y Zacatecas Justo, el cumplimiento de estos temas tiene como objetivo final el desarrollo humano sustentable.

El Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales se encuentra afín con el eje denominado "Zacatecas Productivo", cuyo objetivo principal dentro del sector minero, es la generación de empleo bajo esquemas que garanticen tanto el mayor beneficio económico para el estado, la salud de las personas que habitan en áreas cercanas a zonas mineras, la preservación y regeneración del entorno ecológico y por ende la mitigación del desplazamiento migratorio de la población.

A continuación se presenta la estrategia de crecimiento sustentable de la actividad minera, la cual se encuentra caracterizada por varias líneas de acción:

- Apoyo a los estudios de prospección minera, para actualizar el conocimiento sobre el potencial minero del estado.
- Exploración del potencial de minerales no explotados como el litio.
- Apoyo a la minería no metálica, especialmente al aprovechamiento de bancos ubicados en zonas rurales de alta marginación.



- Realización de una mayor difusión de los productos y servicios a la minería, entre los micro, pequeños y medianos mineros para la agilización de trámites
- Realización de un estudio por distrito minero para determinar la viabilidad de planear una planta de beneficio para determinada región, de manera que pueda brindar el servicio a un grupo pequeños mineros por distrito.
- Creación de los canales de comercialización de concentrados apropiados a la pequeña y mediana minería para evitar monopolios.

Otra de las estrategias planteadas en el PED y que concuerdan con el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, va en dirección de los daños ambientales ocasionados por el sector minero y la reducción de los mismos, que pudieran en un momento dado dañar la salud de las personas si no se toman las medidas correspondientes en su momento. A continuación se presentan algunas líneas de acción consideradas en el PED:

- Elaboración de estudios sobre el impacto ambiental y de salud, en las principales zonas mineras del estado, para la formulación de acciones correctivas y preventivas.
- Apoyo a la micro y pequeña minería en la adopción de equipo y tecnologías para reducir el impacto ambiental de su actividad.
- Supervisión y agilización de los tramites ambientales y buscando un trato diferenciado entre las grandes y pequeñas empresas mineras.
- Prevención de que la mancha urbana no invada los fundos mineros.

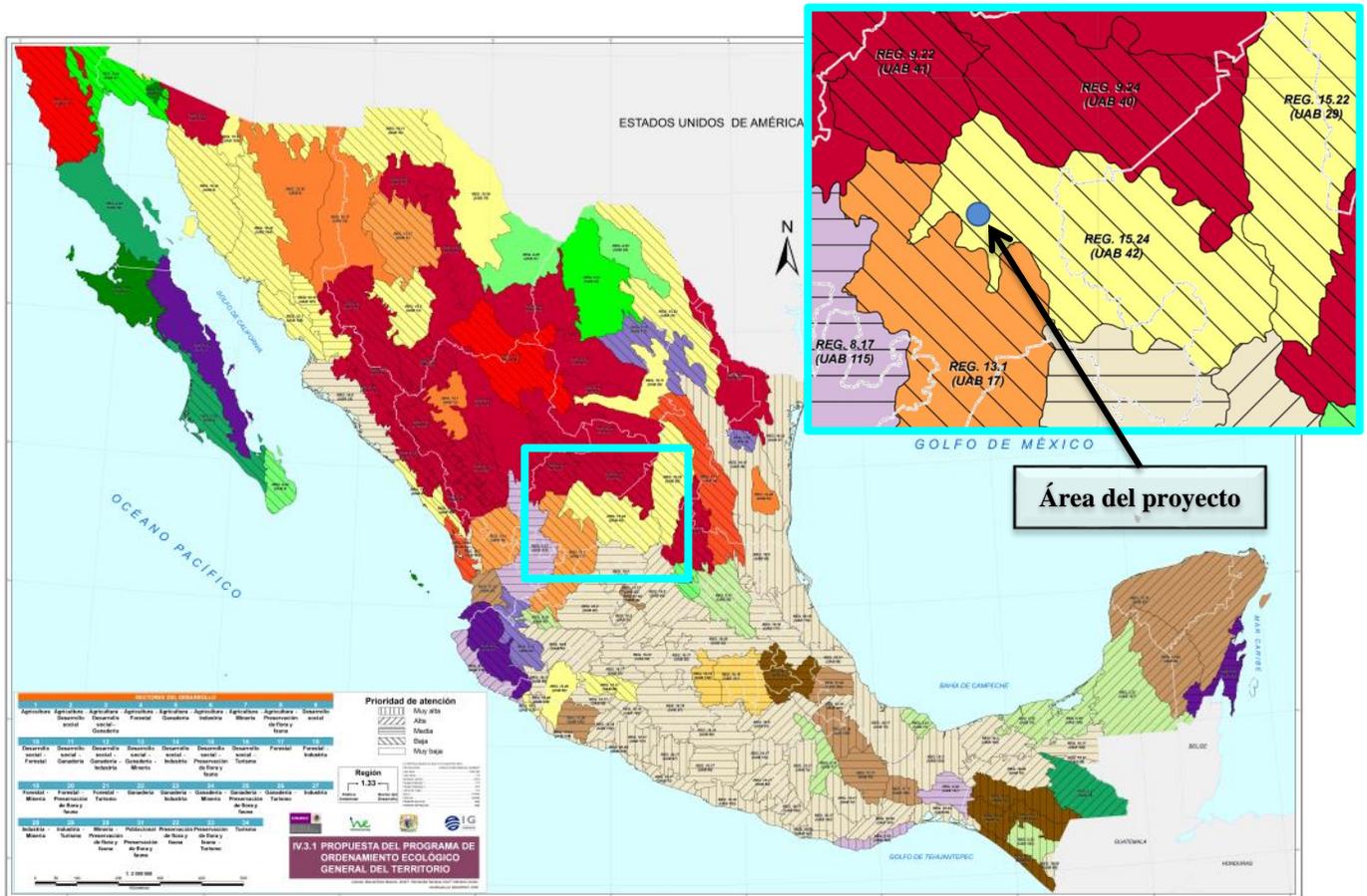
Minera Fresnillo se ha caracterizado por la incorporación de mejores prácticas de responsabilidad social; para el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales se pretende la continuación de la producción, manteniendo los empleos existentes además de la generación directa de empleos, así como los beneficios hacia la comunidad y el uso sustentable de los recursos naturales, lo cual va acorde al PED 2011-2016.

### **Programa de Ordenamiento Ecológico**

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

En el Estado de Zacatecas no se cuenta con un programa de ordenamiento ecológico decretado y reconocido por la SEMARNAT; así, tampoco en el municipio de Fresnillo, donde se pretende desarrollar el proyecto, existe ordenamiento ecológico alguno. Es así que se toma de referencia el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), que tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. No obstante, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

El sitio del proyecto se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 42, denominada Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas (Figura 3.4); en la Región Ecológica con clave 15.24, que indica que tiene por política ambiental el Aprovechamiento Sustentable y Restauración, y que los sectores rectores del desarrollo son la ganadería y la minería, mientras la agricultura y la preservación de flora y fauna aparecen como coadyuvantes del desarrollo. La información de la UAB se presenta en la Tabla 3.2.



**Figura 3.4. Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)**

**Tabla 3.2. Localización del proyecto dentro del POEGT**

<b>Unidad Ambiental Biofísica</b>	42. Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas
<b>Política Ambiental</b>	Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos. Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
<b>Estado del Medio Ambiente (2008)</b>	Medianamente estable a Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> ): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de

	agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 39.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
<b>Escenario al 2033</b>	Inestable
<b>Prioridad de atención</b>	Baja
<b>Rectores del desarrollo</b>	Ganadería - Minería
<b>Coadyuvantes de desarrollo</b>	Agricultura - Preservación de Flora y Fauna
<b>Asociados del desarrollo</b>	Desarrollo social
<b>Otros sectores de interés</b>	Pueblos Indígenas
<b>Estrategias</b>	
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
<b>A) Preservación</b>	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
<b>B) Aprovechamiento sustentable</b>	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
<b>C) Protección de los recursos naturales</b>	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
<b>D) Restauración</b>	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
<b>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</b>	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>	
<b>A) Suelo Urbano y Vivienda</b>	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
<b>B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias</b>	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
<b>C) Agua y Saneamiento</b>	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
<b>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional</b>	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
<b>E) Desarrollo Social</b>	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.



	<p>38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.</p> <p>39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>	
<b>A) Marco Jurídico</b>	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
<b>B) Planeación del Ordenamiento Territorial</b>	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>

Aun cuando el POEGT no es un instrumento para autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales es congruente y favorece a la política ambiental decretada para el sitio, siendo una obra asociada y al servicio de la actividad rectora del desarrollo (minería) en la Unidad Ambiental Biofísica en el que se encuentra inmersa; obra que pretende maximizar los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables, dentro del marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras.

### **Áreas de protección y conservación de recursos**

De conformidad con el Artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la zona donde se asienta la Unidad Fresnillo no puede decretarse como un área natural protegida, ya que dicho artículo señala que el establecimiento de las áreas naturales protegidas tiene por objeto preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos ecológicos. Por lo tanto la Unidad Fresnillo por no ser un ambiente natural representativo o un ecosistema frágil no es sujeta de decretarse como área natural protegida.

No obstante, se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, para confirmar que la zona de la Unidad Fresnillo, dentro de la cual se pretende la construcción-operación de la Obra de Aprovechamiento de Materiales para crecimiento de Bordos de las Presas de Jales, no tuviera incidencia sobre alguna área Federal, Estatal o Municipal dentro de dicho listado o en una zona en proyecto de establecerse como tal. Así mismo, se realizó un análisis espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la SEMARNAT, para corroborar que el sitio donde se asienta el Proyecto tampoco se encuentra total o parcialmente dentro de una región prioritaria para la conservación de recursos (Terrestre [RTP], Hidrológica [RHP] o Área de Importancia para la Conservación de las Aves [AICA]).



### III.3 Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental

A continuación se presenta un extracto de los ordenamientos jurídicos que fundamentan la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental para evaluación del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

**Tabla 3.3. Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental**

<b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
Art. 15, IV.- que quien realice obras o actividades que afecten o dañen el ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha alteración involucre. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales	Se pretende el cambio de uso de suelo de terrenos forestales así como el aprovechamiento sustentable de recursos naturales en el sitio del proyecto, para lo cual se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental para minimizar los impactos que de él deriven
Art. 28.- (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas	El Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales se vincula con los supuestos de las fracciones III y VII del artículo 28, ya que se trata de una obra complementaria y totalmente asociada al proceso de beneficio de minerales reservados a la federación, en virtud de que pretende la extracción de material de construcción (arcillas) para el crecimiento de los bordos de las presas de jales en las que se disponen las colas de proceso (residuo minero); para ello se requiere realizar un cambio de uso de suelo en terrenos forestales para uso minero. Es así que requiere autorización previa en materia de impacto ambiental para su ejecución, misma que se tramita a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental
Art. 30.- Para obtener la autorización (...), los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, (...)	De acuerdo al contenido del Artículo 30, la presente MIA cubre los requisitos básicos para la evaluación del proyecto conforme a la guía de SEMARNAT
En los artículos 34, 35, 35 BIS y 35 BIS 1 se expone el procedimiento de evaluación de los proyectos en materia de impacto ambiental para la resolución de los autorizaciones, así como sobre quien cae la responsabilidad de los estudios	Tanto Minera Fresnillo, S.A. de C.V. como Natural Environment S.C. observarán y seguirán el proceso de evaluación de la MIA para su resolución conforme a lo establecido en la ley
Art. 108.- Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables (...) la Secretaría expedirá normas oficiales mexicanas (...) Art. 109.- Las NOM serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables	Minera Fresnillo, S.A. de C.V. acatará lo dispuesto en estos artículos, a través del cumplimiento de la normatividad aplicable, que se muestra en la Tabla 3.5, donde además se describe su vinculación específica con el proyecto

<b>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA)</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<p>Art. 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS</p>	<p>El proyecto implica una obra complementaria y estrechamente ligada al proceso de beneficio de minerales como lo es la extracción de material para el crecimiento de los bordos de las presas de jales en los que se depositan los residuos mineros, así como un cambio de uso del suelo de terrenos forestales a un uso minero, razón por la cual se solicita por medio de esta única manifestación con información respecto a las dos actividades, la autorización de la SEMARNAT para la ejecución del Proyecto, previa al inicio de obras</p>
<p>Art. 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.</p>	
<p>Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.</p> <p>La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.</p>	<p>La presente manifestación de impacto ambiental identifica los aspectos más relevantes del proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse.</p> <p>Asimismo, fue elaborada conforme a la guía para la presentación de la MIA modalidad particular del sector minero, que incluye la información requerida en el Artículo 12 del REIA de la LGEEPA.</p>
<p>Los artículos 19 al 22, 24, y 26 al 28, detallan el procedimiento de evaluación de los proyectos en materia de impacto ambiental, descrito de forma general en la LGEEPA. Para la emisión del resolutivo correspondiente, los artículos 44 al 50 exponen las consideraciones que deberán seguirse por parte de la SEMARNAT y por parte de la promovente</p>	<p>Tanto Minera Fresnillo, S.A. de C.V. como Natural Environment S.C. observarán y seguirán el proceso de evaluación de la MIA para su resolución conforme a lo establecido en la LGEEPA y su reglamento</p>
<p>Art. 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Los artículos 52 y 53 también hacen referencia a los seguros y garantías</p>	<p>En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Minera Fresnillo S.A. de C.V. realizará las garantías que procedan</p>

En virtud de que la SEMARNAT ejerce las atribuciones que le otorgan diversas disposiciones legales, además de la LGEEPA y su reglamento, como la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y la Ley de Aguas Nacionales, como referencia a continuación se presenta la Tabla 3.4, que integra otros criterios aplicables al proyecto, que no necesariamente motivan o fundamentan la evaluación de impacto ambiental.

**Tabla 3.4. Vinculación con otros Ordenamientos Jurídicos**

Criterios	Vinculación con el proyecto
<b>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)</b>	
<p>Art. 117.- La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo</p>	<p>Para el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales se considera un cambio de uso de suelo de terrenos forestales, para lo cual además de la evaluación de este supuesto en materia de impacto ambiental a través de la presente MIA, la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos deberá evaluar y emitir una autorización en materia de CUSTF a través del respectivo Estudio Técnico Justificativo que demuestre la excepcionalidad del proyecto</p>
<p>Art. 118.- Los interesados en el CUSTF, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento (...)</p>	<p>La promovente realizará el pago al Fondo Forestal Mexicano correspondiente al cambio de uso de suelo de terrenos forestales</p>
<b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)</b>	
<p>Art. 17.- Los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados (...) son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley.</p>	<p>El Proyecto, en el contexto del proceso de la unidad minera, corresponde a una obra asociada a las presas de jales, en las que se dispone de los residuos del proceso de la industria minera-metalúrgica. Además, para las actividades constructivas del crecimiento de los bordos se tiene considerado emplear jales secos de la Presa de Jales Los Chinos (fuera de operación), junto con las arcillas del Proyecto. Para ello, la promovente atenderá a lo dispuesto en el artículo 17 a través del cumplimiento de las normas correspondientes (NOM-141-SEMARNAT-2003 y NOM-157-SEMARNAT-2009). Cabe aclarar que el presente estudio no pretende la evaluación y autorización de las actividades para el crecimiento de los bordos, únicamente se enfoca en la obra asociada (aprovisionamiento de Materiales)</p>
<p>Art.18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos que se generaren a partir de las actividades concernientes al proyecto, serán manejados de acuerdo a los procedimientos instaurados en el S Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias (SSMARC) de la empresa Promovente, y destinados al relleno sanitario con que cuenta la empresa, previa clasificación para reciclaje</p>
<p>Art. 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general</p>	<p>El proyecto podrá hacer uso de los espacios existentes en la unidad minera, adecuados para el almacenamiento de chatarra, acopio de basuras y acopio de reciclables, en caso de que estos sean generados durante la ejecución del Proyecto.</p>
<p>Art. 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la SEMARNAT</p>	<p>El proyecto llevará a cabo la reducción y reciclado de residuos, buscando la mayor eficiencia posible (reutilización, reciclado y minimización). Los residuos que generará el proyecto en sus diferentes etapas deberán incorporarse al plan de manejo de residuos del SSMARC, garantizando su adecuada clasificación, almacenamiento, transporte, revalorización y disposición</p>

Criterios	Vinculación con el proyecto
Art. 22.- Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las NOM que los clasifican	La empresa llevará a cabo cuando se requiera la reglamentación en la materia, los análisis CRETÍ a través de laboratorios acreditados y registrados ante la EMA
Art. 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley	A través de los procedimientos del SSMARC establecidos para el manejo de los residuos se garantizará este cumplimiento
Art. 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría (...) Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	Los prestadores de servicios contratados actualmente para el manejo de los residuos peligrosos, están debidamente autorizados por la SEMARNAT para desempeñar sus funciones, cuestión que Minera Fresnillo, S.A. de C.V. solicita como requisito en el contrato. Estos prestadores de servicios serán los encargados de los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la ejecución del Proyecto.
<b>Ley Minera</b>	
Art. 27, IV) Los titulares de concesiones de exploración y de explotación, (...) están obligados a sujetarse a las disposiciones generales y a las normas técnicas específicas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente	Esta Ley, aunque no es de la competencia de la SEMARNAT, es de observancia obligatoria por parte de la empresa promovente, que rige al proyecto por su naturaleza. En los artículos mencionados se obliga a la interesada a la revisión y acatamiento del marco legal y normativo aplicable en materia de equilibrio ecológico, lo que también motiva y fundamenta la vinculación presentada en este capítulo
Art. 39.- En las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias, los concesionarios mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica de conformidad con la legislación y la normatividad de la materia	

Al Proyecto, por situarse en territorio nacional, le rigen todas las Leyes vigentes, sin importar el rubro o sector al que se refieran; sin exclusión de alguna de ellas, se deberá cumplir con los lineamientos aplicables al Proyecto. En materia de sustentabilidad y protección ambiental, además de las enlistadas en la Tabla 3.4, se debe mencionar a la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento, la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), diversos Reglamentos de la LGEEPA, Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio ambiente suscritos por México, entre otros; los cuales tienen relación directa con el Proyecto, sus actividades o el entorno que lo rodea.

No es objetivo de este trabajo hacer una recapitulación puntual de la vinculación de cada una de ellas, cumpliendo con el alcance de este documento el listarlas y reconocerlas como vinculantes al Proyecto.

### **III.4 Normas Oficiales Mexicanas**

Las Normas Oficiales Mexicanas que se relacionan con el desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, y cuya



aplicación compete a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se presentan en la Tabla 3.5, donde se pone en manifiesto su objetivo y la manera en que se vinculan.

**Tabla 3.5. Normatividad Ambiental aplicable**

Aspecto Ambiental	NOM	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
Agua	NOM-001-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	El Proyecto por sí mismo no generará aguas residuales. Durante la preparación del sitio se colocarán en el predio baños portátiles, cuyo mantenimiento será responsabilidad de la empresa contratada para ello, que deberá garantizar la correcta disposición de los residuos sanitarios, quedando prohibida la descarga al suelo natural o a cuerpos de agua. Cabe recordar que para toda la ejecución del Proyecto se podrá hacer uso de toda la infraestructura, equipo y maquinaria disponible de la Unidad Fresnillo. Particularmente en el tema de las descargas de aguas residuales, los empleados podrán hacer uso de los sanitarios fijos existentes en las diferentes áreas de la unidad minera, cuyas aguas residuales son enviadas y tratadas en las PTAR de la empresa, y cuyos parámetros de calidad son consistentes con la NOM-001.
Residuos	NOM-052-SEMARNAT-2005	Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	Durante las etapas del Proyecto se podrán generar diversos tipos de residuos en las áreas de los talleres de mantenimiento principalmente, que se deberán identificar y clasificar por sus características de peligrosidad, de acuerdo a esta Normas. Los procedimientos del SSMARC ya instaurados en la Unidad Fresnillo y que se aplicarán al Proyecto, establecen el manejo adecuado de los RPE, atendiendo los lineamientos de la NOM-052 y la NOM-054
	NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005	
Contaminación Atmosférica	NOM-041-SEMARNAT-2006	Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a la industria minera y de construcción, aplica para la flotilla de vehículos del personal que laborará en el proyecto. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo

Aspecto Ambiental	NOM	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
			que se aplicará a los vehículos se deberá cumplir con los niveles establecidos
	NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	Aun cuando el campo de aplicación de la NOM excluye a la maquinaria dedicada a la industria minera, aplica en caso de que alguno de los vehículos del personal utilice diésel, o en caso de utilizar pipas para el riego de caminos. Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se les aplicará, se cumplirá con los niveles establecidos
	NOM-025-SSA1-1993	Que establece los valores de concentración máxima de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM10 y partículas menores de 2.5 micrómetros PM2.5 en el aire ambiente; para protección a la salud de la población.	Esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud, pero es de referencia para el control de las emisiones de polvos fugitivos emitidos durante la ejecución del proyecto.
Ruido	NOM-080-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo los vehículos y maquinaria de obra deberán estar sometidos a un mantenimiento que asegure su correcto funcionamiento y evite que los niveles de ruido excedan el máximo permisible
Flora y Fauna	NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo	Se tomarán medidas de prevención y programas que se aplicarán para evitar afectaciones a las especies con alguna categoría en esta norma, mismas que se detallan en el Capítulo VI del presente documento.
Suelo	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	Como parte de los requerimientos del SSMARC de Minera Fresnillo, avalados por la PROFEPA mediante los procesos de auditoría y recertificación como industria limpia, se cuenta un Programa para la Prevención de Accidentes, además de procedimientos específicos para prevenir derrames de hidrocarburos, con base en la NOM-138. En caso de derrames con hidrocarburos que provoque exceder los límites

Aspecto Ambiental	NOM	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
			<p>permisibles, se seguirá un proceso de remediación de suelos para evitar poner en peligro la integridad del ecosistema</p>
Minería	NOM-141-SEMARNAT-2003	<p>Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de presas de jales</p>	<p>Se cita esta norma en función de la utilidad que generará la extracción de arcillas que pretende hacerse con este Proyecto, que es exclusiva para el crecimiento de los bordos de las presas de jales en operación. En otras palabras, no es una norma propiamente aplicable al Proyecto, pero sus lineamientos son los que le dan origen y sustento.</p>
	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	<p>Establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio</p>	<p>Esta Norma aplicaría para determinar la concentración de metales en una posible contaminación de suelos, en caso de que se presente derivada de las actividades del proyecto, así como para establecer los criterios de remediación</p>

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL**

##### ***IV.1 Delimitación del área de estudio***

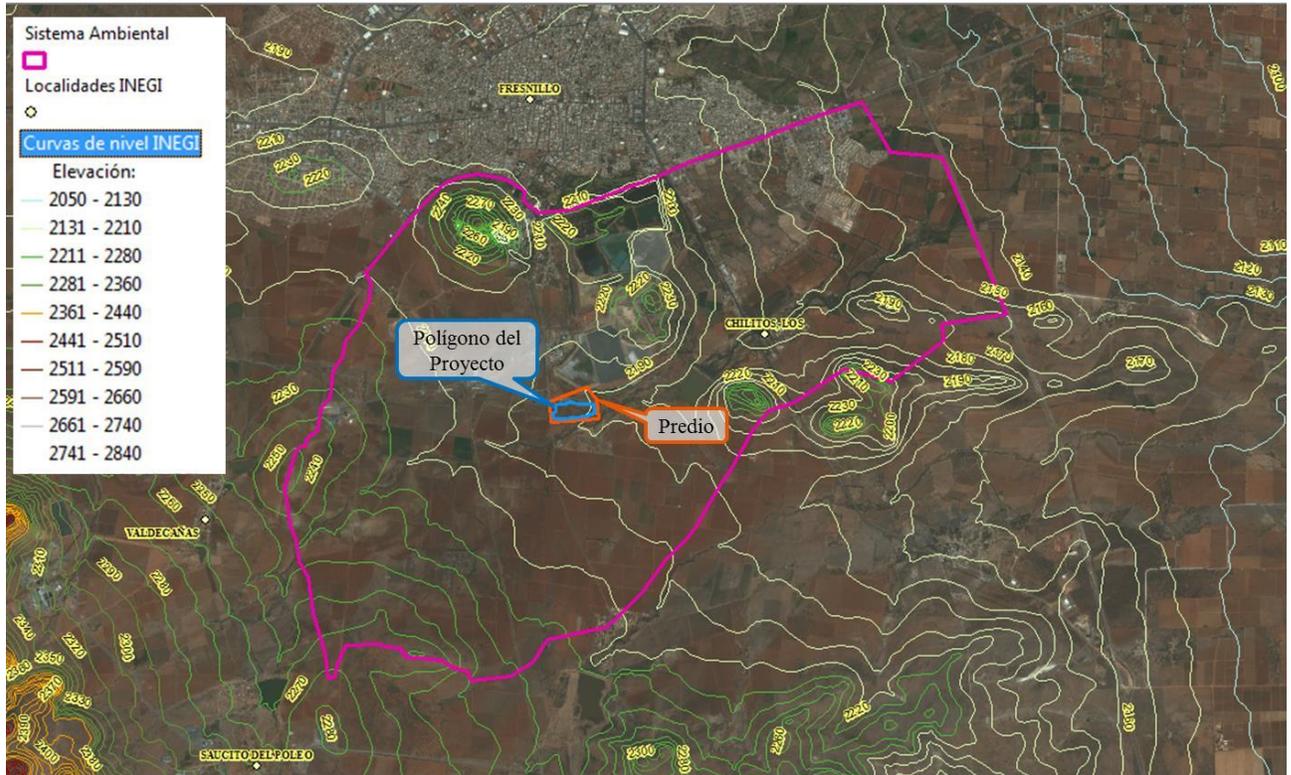
Para el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, se delimitó un área de estudio o Sistema Ambiental (SA), definido a partir del análisis de información geográfica y ambiental, de fuentes oficiales, y la generada para la zona mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), y con base en los siguientes criterios:

1. El SA considera los principales elementos bióticos y abióticos que pudieran llegar a tener alguna relación con el proyecto, por lo que permite una comprensión de las relaciones e interacciones entre el Proyecto y los elementos ambientales del entorno.
2. Los elementos ambientales considerados para la delimitación del SA pueden ser considerados como indicadores, por ejemplo agua, suelo y biota, y constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza.
3. Las características de los elementos ambientales dentro del SA, son homogéneas o sostienen una relación/influencia cercana.

Tomando en cuenta las condiciones anteriormente mencionadas, el Sistema Ambiental ha sido delimitado con un polígono que envuelve a todas las obras consideradas en el Proyecto (área de extracción de materiales, camino perimetral, canal de derivación pluvial y área de amortiguamiento y seguridad), y la infraestructura de la unidad minera a las que dará servicio la Obra pretendida. Los criterios para establecer las fronteras de dicho polígono se argumentan en las condiciones naturales y antrópicas de la zona, específicamente en la hidrología superficial, topografía, usos de suelo actuales, presencia de barreras físicas artificiales y aspectos socioeconómicos del sitio sobre el que se pretende desarrollar el Proyecto.

La base de la delimitación del SA fue la hidrología y la topografía de la zona, debido a que estos componentes en general pueden ser utilizados como unidades ambientales que engloban características similares de factores bióticos y abióticos (vegetación-ambiente físico). A partir del análisis del régimen hidrológico que comprende el entorno sub-regional, y con base en las curvas de nivel del INEGI (escala 1:50,000) a cada 10 metros (Figura 4.1), se generó un modelo de hidrología superficial con corrientes de orden 3, con las que se determinaron las subunidades de captura y contribución hidrológica dentro de la microcuenca, sobre las que tendría incidencia el Proyecto y a las que se les ha denominado nanocuecas.

Las nanocuecas seleccionadas incluyeron aquellas que cumplen los criterios de incidencia directa para el Proyecto (aquellas que se interceptan); y que cubran los predios, parcelas o terrenos cercanos al Proyecto y sujetos a las mismas presiones actuales en la zona, presentando así características similares en cuestión de pendiente, uso de suelo, vegetación, fauna, etc. Resultó entonces que el Polígono del Proyecto cae sobre el parteaguas de 5 nanocuecas, aunque solo incide directamente sobre 3 de ellas, como se aprecia en la Figura 4.2.



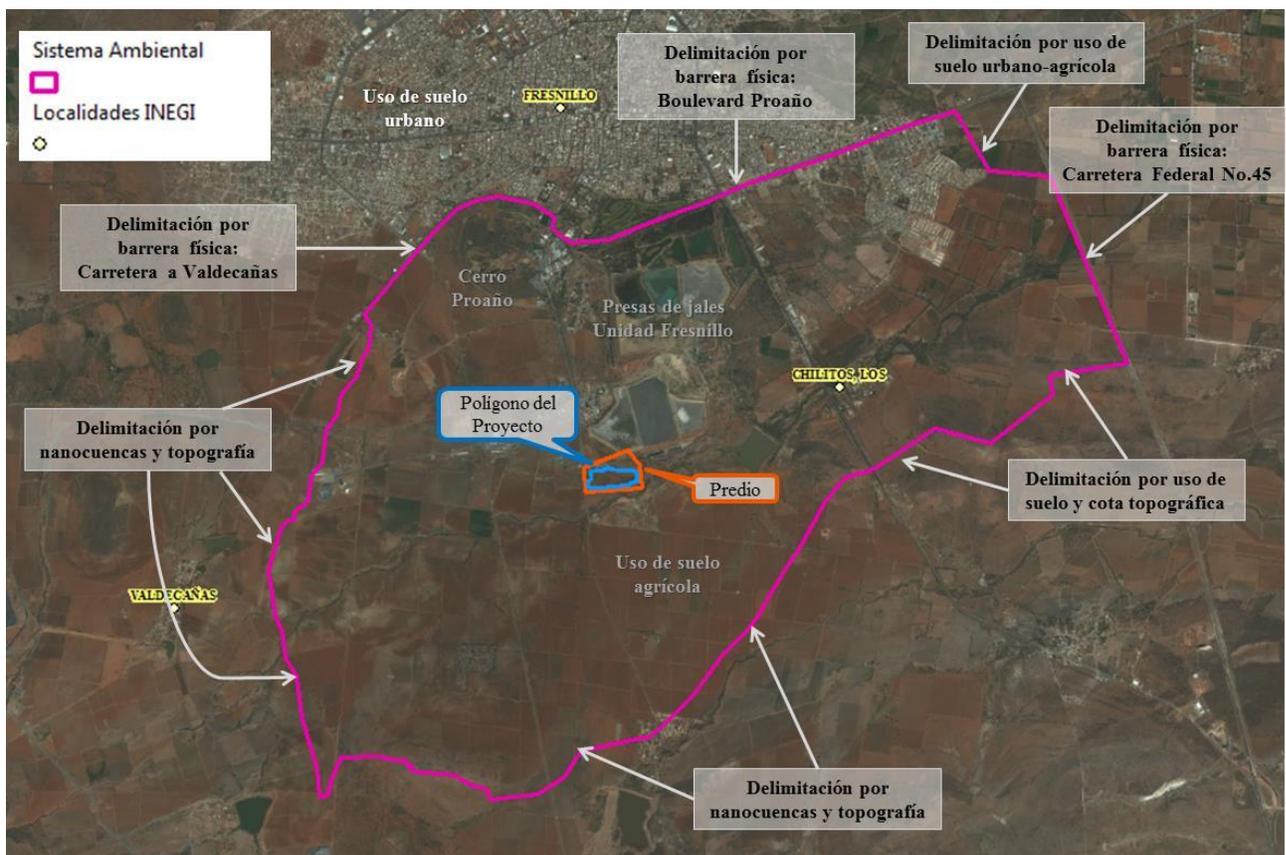
**Figura 4.1. Curvas de nivel a cada 10 m, INEGI**



**Figura 4.2. Nanocuenca seleccionadas para delimitar el área de estudio**

Una vez delimitadas y seleccionadas las nanocuenas como base del SA, se procedió a realizar modificaciones en sus polígonos considerando otros criterios que rompen en cierto grado con la homogeneidad teórica de los componentes dentro de las nanocuenas, mediante barreras físicas artificiales, como la presencia de caminos y diferentes usos de suelo.

Las modificaciones de las fronteras del SA basadas en las barreras físicas se presentan en los límites Noroeste, Norte y Este del polígono magenta (Figura 4.3), donde se recorta la superficie de las nanocuenas involucradas siguiendo un tramo de la carretera que conduce a la localidad de Valdecañas, camino que hacia el Norte rodea al Cerro Proaño y se convierte en el Boulevard Proaño. Esta calle principal y de acceso a la ciudad de Fresnillo es a su vez el criterio para la delimitación del SA al Norte, llegando hasta el libramiento de la Carretera Federal No. 45 Fresnillo-Enrique Estrada (delimitación Este del SA). Posteriormente se establecieron los límites hacia el Sureste y Sur con base principal en caminos parcelarios (terrenos agrícolas) y considerando como criterio secundario las cotas de nivel (topografía). A continuación, en la Figura 4.3 se indican de forma general los criterios de delimitación del SA para una mejor comprensión de los mismos.



**Figura 4.3. Principales criterios considerados para la delimitación del Sistema Ambiental**

A grandes rasgos, la delimitación del SA supone pues, que se incluyen para su estudio los principales elementos bióticos, abióticos y sociales que pudieran llegar a tener alguna relación con el Proyecto; que éstos componentes ambientales son en buen grado homogéneos o sostienen una relación/influencia cercana, en los sitios donde habrá infraestructura involucrada con el Proyecto,



incluyendo evidentemente a las presas de jales de la Unidad Fresnillo a las cuales proveerá servicios la Obra de Aproveccionamiento de Materiales; y que los impactos generados a partir de la ejecución planeada de cada una de sus etapas (preparación del sitio, y construcción-operación) serán amortiguados y dentro de la superficie que abarca el polígono del SA.

La superficie total del Sistema Ambiental del Proyecto de Obra Asociada al Aproveccionamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, delimitado para su estudio y caracterización, es de 3,118.2951 ha. En el Anexo 4.1 se adjunta un plano georeferenciado con el SA, y sus coordenadas se presentan en formato electrónico (Excel) dentro del CD anexo a la MIA, así como también se incluye el archivo en formato “shape” con el polígono delimitado.

## ***IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental***

En este apartado se describen las condiciones de los elementos bióticos, abióticos y sociales que componen al Sistema Ambiental delimitado específicamente para el Proyecto de Obra Asociada al Aproveccionamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales. Para la identificación de esas condiciones, se realizaron trabajos de investigación bibliográfica, recopilación de información oficial, además de la generación de información en las diferentes áreas del conocimiento, mediante recorridos de campo y muestreos.

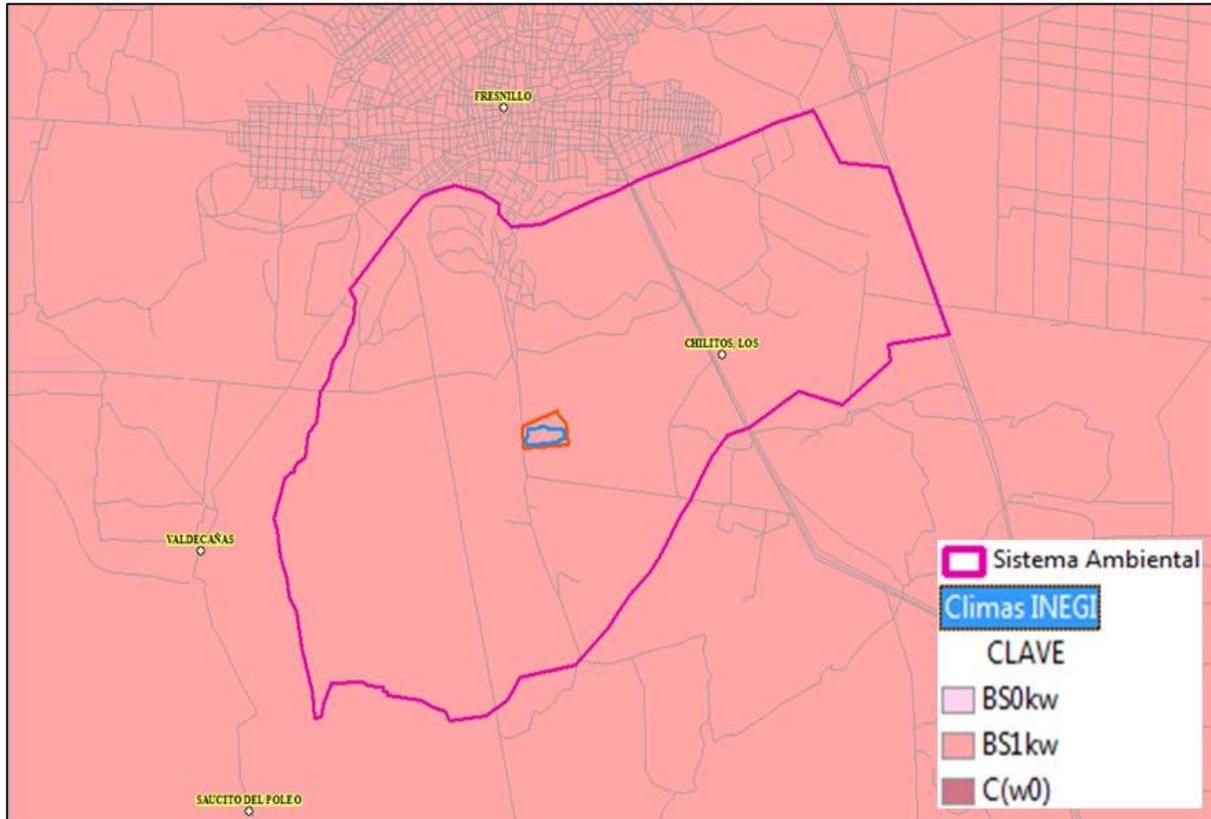
Es importante indicar que en el contenido del presente capítulo se presenta información de forma resumida, pero el desarrollo a detalle de la información sobre el medio físico, biótico y socioeconómico en el que se desenvuelve el Proyecto, así como las metodologías empleadas en algunos de los muestreos, están referidas en Anexos particulares, citados en las respectivas secciones.

### **IV.2.1 Aspectos abióticos**

#### **a) Atmósfera (Anexo 4.2)**

##### *Climatología*

La información digital consultada de INEGI en su temática de clima basada en la clasificación climática de Köppen modificada para México por Enriqueta García en 1988, clasifica el tipo de clima presente en el SA como BS1kw, el cual se describe como un clima semiárido, templado, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. En la Figura 4.4 se muestran los metadatos del INEGI para el área del SA.



**Figura 4.4. Tipos de Climas, INEGI**

#### Temperatura

De acuerdo a información de isotermas medias anuales, tomada del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, Portal de Geoinformación de la CONABIO, se reporta que el SA se localiza en una zona de transición de temperaturas de 12 a 14 °C y de 14 a 16 °C.

De acuerdo a datos reportados de la estación meteorológica 32020 Fresnillo (estación del SMN más cercana al Proyecto), en términos cuantitativos la temperatura se comporta de la siguiente manera:

El registro de temperatura más elevada se obtuvo en el mes de mayo, con un registro de 29°C, posteriormente se presenta un descenso hasta registrar en el rango de temperaturas máximas, una temperatura de 19.9°C en el mes de enero. En cuanto a temperaturas mínimas, se obtuvo que en el mes de enero se registró el menor con 4.1°C; el valor más elevado de temperaturas mínimas se registró en el mes de junio con 13.7°C. Por último, en cuanto a temperaturas medias se registró que la más elevada se presentó en el mes de mayo, con un registro de 29°C, posteriormente se registró una disminución hasta registrar grados mínimos de 19.9°C en el mes de enero.

#### Precipitación

Con información tomada de la estación meteorológica 32020 Fresnillo (datos de precipitación normal), los niveles máximos de precipitación se registraron en el mes de agosto con 95.5 mm, dicho



mes también presenta el mayor número de días con lluvia. Posterior al mes de agosto se presenta una marcada disminución de la precipitación, con lo que se inicia la época de estiaje en la cual, aunque mínimos, también se registra precipitación de 3.8 mm en el mes de marzo, y es en este mismo mes que también se registró el menor número de días con lluvias.

En el SA se registran dos rangos de precipitación media anual de acuerdo a CONABIO, los cuales corresponden a un rango de 125 a 400 mm localizado al Este del SA y otro rango de 400 a 600 mm que se presenta en la parte Oeste y centro del SA.

### *Fenómenos meteorológicos*

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) cuenta con el portal del Atlas Nacional de Riesgos para la República Mexicana; el cual está compuesto por bases de datos que permiten integrar los resultados de los análisis de peligro, de vulnerabilidad y de riesgo.

A continuación se presentan los resultados del análisis de riesgos hidrometeorológicos para el SA del Proyecto.

- El SA se localiza en una zona identificada con muy bajo grado de riesgo por ciclones tropicales
- El municipio de Fresnillo y por ende dentro del SA en estudio, se presenta un mediano índice de peligro por inundaciones
- El grado por riesgo de granizo en el área del SA es muy bajo
- El SA se localiza en una zona con bajo riesgo por nevadas
- La zona donde se localiza el SA se encuentra dentro de una zonificación eólica con un registro de 130 a 160 km/h
- El SA se encuentra ubicado en una zona de transición con muy bajo a mediano grado de riesgo por sequía
- El SA se localiza en una zona con un bajo grado de riesgo por bajas temperaturas

Toda la información anteriormente referida sobre los aspectos climáticos y meteorológicos del SA se encuentra mayormente desarrollada en el Anexo 4.2 de esta MIA, y se incluyen planos e imágenes de referencia.

### **b) Geología y geomorfología (Anexo 4.3)**

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas. En México se han reconocido 15 de estas provincias las cuales son:

De acuerdo a su clasificación y su ubicación, el SA del proyecto se encuentra inmerso dentro de la provincia fisiográfica denominada como Mesa del Centro, como puede observarse en la Figura 4.5.



**Figura 4.5. Provincias Fisiográficas (INEGI)**

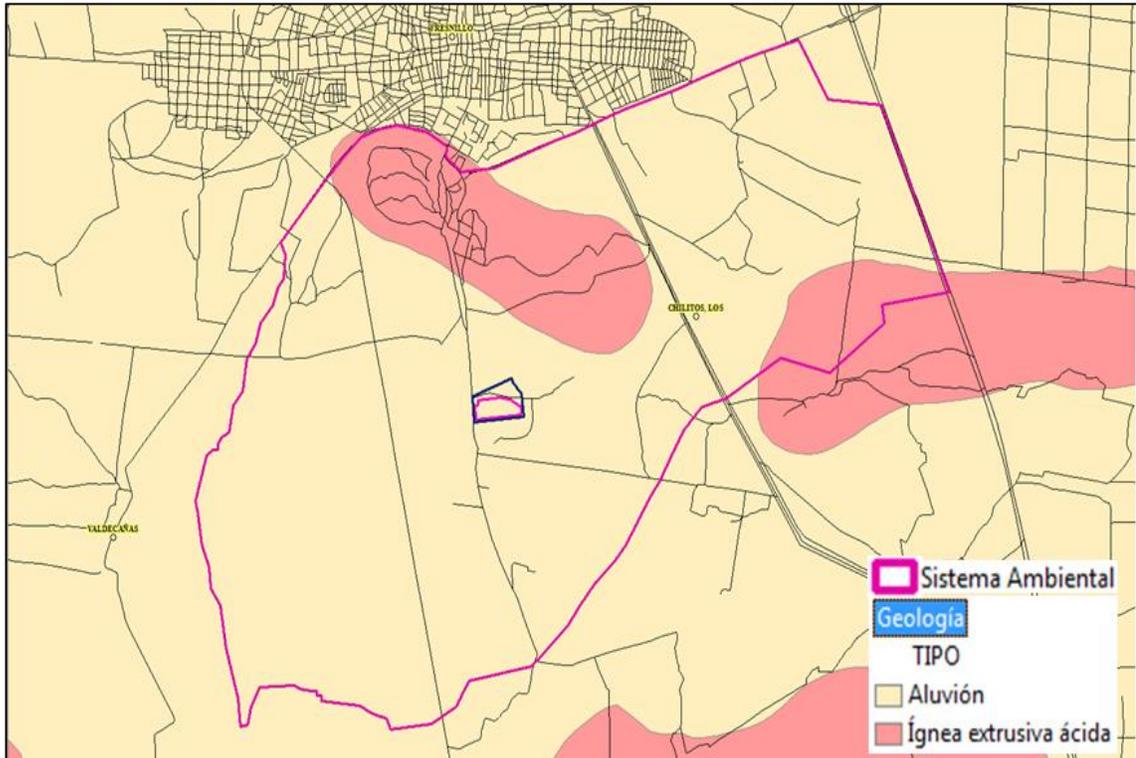
*Nota: El círculo rojo en la Figura 4.5, representa la ubicación del SA dentro de la provincia fisiográfica, sin embargo este no denota ni la forma ni sus dimensiones, siendo meramente ilustrativo.*

La Provincia fisiográfica Mesa del Centro se localiza en parte de los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Zacatecas, entre las sierras Madre Occidental, Madre Oriental y al norte del Eje Volcánico Transversal. Las atraviesa un río importante, el Lerma. Está constituida por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica. Las llanuras más extensas se localizan en la zona de los Llanos de Ojuelos, en tanto que en la zona de los Altos de Guanajuato, las llanuras son menos extensas y las sierras más frecuentes. Se presentan dos discontinuidades fisiográficas: la sierra de Guanajuato, con una serie de valles paralelos orientados al sudeste y la sierra Cuatralba, de mesetas de lava escalonadas.

El extremo occidental de la subprovincia Llanuras y Sierras Potosino-Zacatecanas (INEGI) ocupa 9,978.61 km<sup>2</sup> (13.03%) del territorio de Zacatecas. En la misma zona, un gran llano aluvial situado a 2,000 m.s.n.m. que se extiende hacia el Norte, desde Fresnillo hasta Cañitas de Felipe Pescador y hacia el sureste, hasta Víctor Rosales.

### Geología

De acuerdo a INEGI, dentro de la superficie definida como SA se presenta una conformación de suelo aluvión y roca ígnea extrusiva ácida dominando el primero sobre la segunda como puede apreciarse en la Figura 4.6.



**Figura 4.6. Geología**

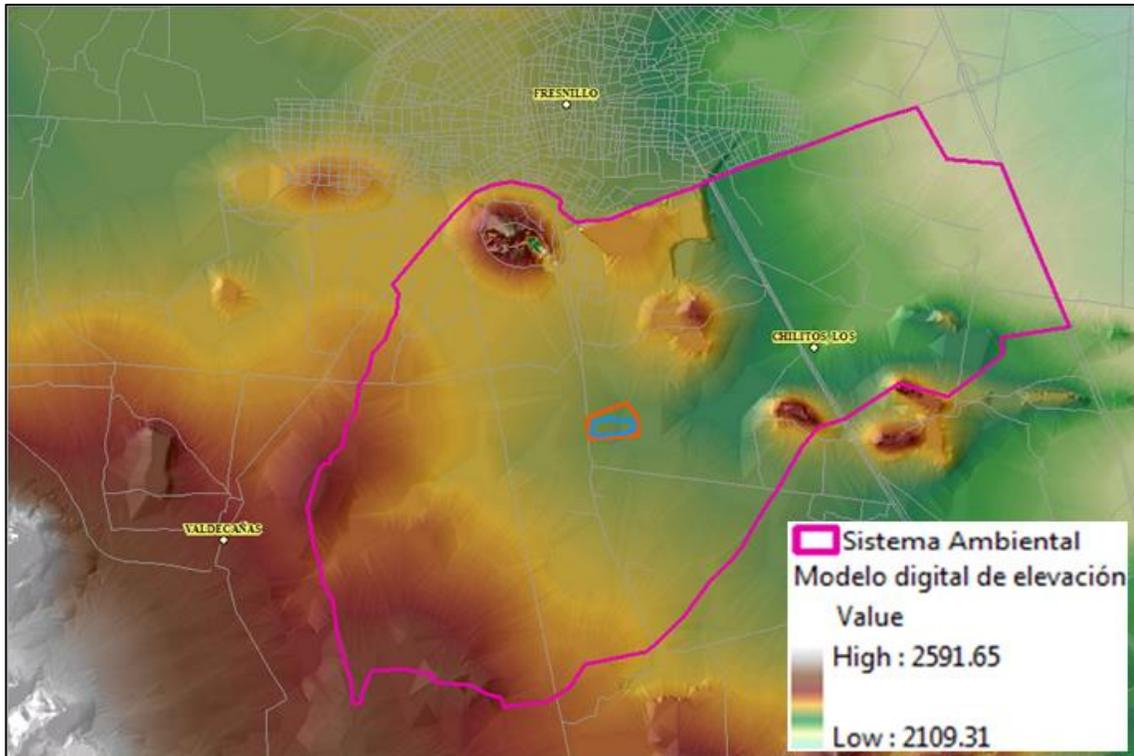
### *Geomorfología*

En la sierra El Astillero, ubicada en el Nororiente y conformada por rocas de origen sedimentario (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro) está la mayor elevación con una altitud de 3,200 m.s.n.m.; y en la ciudad de Zacatecas, con una altitud de 2,650 m.s.n.m. se encuentra el cerro de La Bufa. En la Tabla 4.1 se presentan las principales elevaciones en el Estado.

**Tabla 4.1. Principales elevaciones del Estado de Zacatecas**

<b>Nombre</b>	<b>Altitud (m.s.n.m.)</b>
Sierra el Astillero	3,200
Sierra de Sombrerete	3,100
Sierra fría	3,030
Cerro la Aguililla	2,850
Pico de Teyra	2,790
Cerro el Picacho	2,700
Sierra de Morones	2,660
Cerro los Amoles	2,650
Cerro las Pintas	2,390
Sierra el Hojasenal	2,230

En la Figura 4.7 se presenta el modelo digital de elevación (MDE) elaborado para el Sistema Ambiental, en dicha figura se puede observar como la porción Este del SA es básicamente una planicie con pequeñas elevaciones aisladas en la parte Norte (colindante una de ellas con la zona urbana de la localidad de Fresnillo) y la porción Sureste. En la porción central del SA la elevación comienza a incrementarse, y es en la parte Oeste donde se presentan los lomeríos más elevados. Cabe destacar que de acuerdo al MDE, dentro del SA se registraron elevaciones máximas de 2,591.65 msnm, mientras que las elevaciones mínimas registradas correspondieron a 2,109.31 msnm.



**Figura 4.7. Modelo Digital de Elevación**

#### *Riesgos geológicos - Sismos*

De acuerdo con el Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo), el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, y todo su Sistema Ambiental, se encuentra dentro de la zona “B” Penisísmica, considerada como zona intermedia donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración de suelo.

El CENAPRED ha tomado la regionalización anteriormente descrita, pero a cada zona sísmica le ha asignado una categoría de riesgo, de Alto a Muy bajo riesgo. De esta manera, el SA del Proyecto se localiza en una zona con bajo riesgo de sismos.



### c) Suelos (Anexo 4.4)

El presente análisis edafológico realizado para el SA del proyecto contempla como objetivo el conocer los tipos de Suelos que se presentan en la zona de influencia del proyecto, seguido de las características morfológicas principales de los mismos para lograr su clasificación.

#### *Metodología*

Para contar con un mejor detalle de las características edafológicas del SA, se realizó una compilación bibliográfica de cartografía ambiental, imágenes satelitales con resolución detallada, ortofotos y cartas edafológicas; además Clifton Associates Ltd. anteriormente realizó trabajo de campo enfocado a la descripción de suelo en 8 puntos de verificación.

#### *Tipos de suelos*

De acuerdo a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB2006), se cuenta con 32 tipos o grupos de referencia de Suelos a nivel mundial, de los cuales, en México se han localizado aproximadamente 29 de estos.

Para la República Mexicana, el INEGI proporciona el listado propio de acuerdo a las características ambientales observadas en el país (INEGI, 2005).

#### *Descripción morfológica de perfiles de suelos*

Para la correcta evacuación del recurso Suelo, como es el caso de todos los recursos naturales, se realizaron 8 puntos de verificación donde se llevaron a cabo perfiles de estudio edafológicos. Los detalles de la técnica y las características morfológicas levantadas en campo se presentan también en el Apéndice 2 del Anexo 4.4.

**Tabla 4.2. Localización y clasificación de los puntos de verificación de suelos**

Punto	Coordenadas (UTM 13-WGS84)			Clasificación
	X	Y	Z	
1	708,940	2,560,256	2,388	Regosol esquelético-epiléptico
2	712,758	2,559,309	2,294	Fluvisol esquelético
3	711,450	2,562,206	2,223	Cambisol endoléptico
4	714,531	2,561,079	2,250	Kastanozem endocálcico
5	718,750	2,557,966	2,254	Fluvisol esquelético
6	718,251	2,560,852	2,265	Cambisol endoléptico
7	720,798	2,561,942	2,167	Kastanozem endocálcico
8	709,380	2,563,545	2,182	Cambisol esquelético

En el Apéndice 3 del Anexo 4.4 se presenta un conjunto de imágenes fotográficas que forman la parte visual de los perfiles de suelo verificados; y además abarcan el paisaje del área, superficie del suelo y algún detalle representativo.

En el Apéndice 4 (Plano FAO) se presenta el plano de unidades edafológicas de suelos dominantes FAO70 (Unidad 1) y el plano de unidades edafológicas de suelos asociados o secundarios FAO70 (Unidad 2). Cabe destacar que para que se pueda dar esta asociación, el Suelo secundario o asociado deberá estar presente en más del 20% del área.

A partir de dicha clasificación se determina que la unidad de suelo Cambisol es el que tiene mayor cobertura en el SA al representar el 76.72% del área total.

Para la caracterización edafológica del SA delimitado para el proyecto, también se utilizó como base el sistema de clasificación de suelos WRB 2006, el cual se subdividen en Grupo 1 y Grupo 2, estos se refieren al grupo de referencia primarios y asociados en las unidades de suelo, en donde se logra una mejor definición y clasificación del recurso a nivel mundial al detallar aún más las características propias de los suelos. Según la clasificación WRB, la unidad de suelo predominante en el SA es el Cambisol que cubre 2419.56 ha y un porcentaje del SA de 76.72 %.

### *Limitantes físicas*

Como limitante física se entiende a los obstáculos o esqueleto que presenta en la superficie del Suelo para ser labrados, específicamente a todos aquellos fragmentos o detritos geológicos de más de 2 milímetros de diámetro cubriendo más de 35% del volumen del suelo. En el área de estudio se encontraron las limitantes:

- Gravosos, fragmentos o detritos cuyo diámetro oscila entre 2 mm a 7.5 cm
- Pedregosos, fragmentos o detritos cuyo diámetro oscila entre 7.5 y 25 cm

**Tabla 4.3. Limitantes físicas**

<b>Limitante Física</b>	<b>Superficie que ocupa en el Sistema Ambiental (ha)</b>	<b>Porcentaje de la superficie del Sistema Ambiental %</b>
Pedregoso	3082.9876	8.7
No Pedregoso	0	59.3
N/A	70.385	31.9

### *Profundidad efectiva del suelo*

La profundidad efectiva del Suelo es aquella distancia en centímetros a partir de la superficie del Suelo que potencialmente puede ser explorado por las raíces y que es útil para la absorción de agua y nutrientes. Dependiendo de las características del sistema radicular de cada especie podrá ser explorada en su totalidad o no (Porta, 2005).

**Tabla 4.4. Profundidad efectiva del suelo**

Profundidad del Suelo	Rango	Superficie que ocupa en el SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Sin Profundidad	0 cm	315.048826	9.99
Incipiente	10-25 cm	94.0157691	2.98
Somero	25-50 cm	29.2103807	0.926
Moderadamente Profundo	50 - 100 cm	2483.42629	78.75
Profundo	Más de 100 cm	161.286374	5.11
NA	No Aplica	70.3856716	2.23

### *Clases texturales*

La textura de un Suelo es la proporción relativa (%) de las partículas Arenas (50 a 2,000  $\mu\text{m}$ ), Limos (2 a 50  $\mu\text{m}$ ) y Arcillas (< 2  $\mu\text{m}$ ) en la parte de la tierra fina del Suelo (todas las partículas de menor a 2 mm o 2,000  $\mu\text{m}$ ).

**Tabla 4.5. Clases texturales**

Textura	Superficie que ocupa en el SA(ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Gruesa	409.064595	12.97
Media	2673.92304	84.79
NA	70.3856716	2.23

### *Recomendaciones forestales*

Para este apartado de recomendaciones en materia de Suelos con fines forestales se realizó un modelo basado en las cuatro características morfológicas que pudieron ser limitantes para el desarrollo vegetal de las especies arbóreas en este rublo, estas cualidades son:

- Profundidad Efectiva del Suelo
- Clase Textural
- Tipo de Suelo Dominante
- Limitante Física (esqueleto-limitantes)

Estas condicionantes fueron seleccionadas debido a su distribución en la zona de estudio (Apéndice 9 del Anexo 4.4). Este modelo fue corroborado durante los trabajos de campo.

**Tabla 4.6. Potencial forestal**

Potencial Forestal	Superficie que ocupa en el SA (ha)	Porcentaje de la superficie del SA (%)
Alto	2504.06906	79.40
Medio	455.692423	14.45

Bajo	29.2103807	0.926
Muy Bajo	94.0157691	2.98
No Aplica	70.3856716	2.23

### ***Modelo de estabilidad y susceptibilidad a la erosión***

De acuerdo al análisis realizado para medir la susceptibilidad de los suelos del área de estudio a la erosión se obtiene lo siguiente:

**Tabla 4.7. Susceptibilidad a la erosión**

<b>Susceptibilidad a la Erosión</b>	<b>Superficie que ocupa en el SA (ha)</b>	<b>Porcentaje de la superficie del SA (%)</b>
Alta	439.828744	13.94
Moderada	225.144601	7.13
Baja	2419.56806	76.72
NA	68.8319029	2.18

También se desarrolló la Tabla 4.8, con la “Erosión Actual” la cual fue verificada en campo con solamente dos clases, ausencia o presencia de Erosión, y el tipo de erosión antrópica.

**Tabla 4.8. Erosión Actual**

<b>Erosión Actual</b>	<b>Superficie que ocupa en el Sistema Ambiental (ha)</b>	<b>Porcentaje de la superficie del Sistema Ambiental %</b>
Ausente	1897.40594	60.17
Presente	1185.58169	37.59
Antrópica	70.3856716	2.23

### ***Ecuación Universal de Pérdida de Suelo***

Para el cálculo de erosión del suelo se ha utilizado la ecuación de la FAO, ecuación universal de pérdida de suelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation, por sus siglas en inglés) modificada por la SEMARNAT: Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.



Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P$$

Donde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

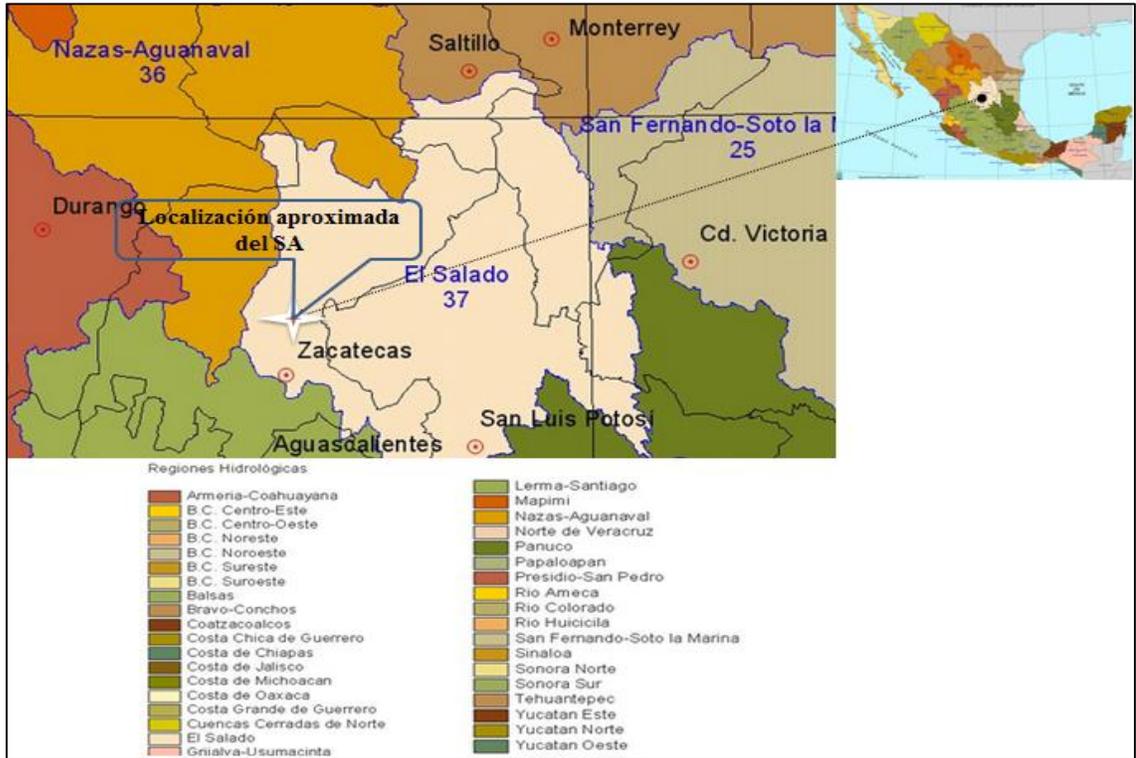
Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo, el cual se encuentra desarrollado dentro del Anexo 4.4.

Del modelo, se obtuvo una erosión actual en el área del Proyecto de 21.07318 toneladas por hectárea por año; es decir, anualmente se erosiona una lámina de 2.1 mm de suelo en el área del proyecto por hectárea, considerando que 1 mm de suelo en una hectárea es igual a 10 ton de suelo. Asimismo, la erosión potencial resultó en 26.34147 ton/ha por año.

Con lo anterior, El grado de erosión actual en el área de proyecto es moderado ya que se encuentra en el rango de pérdida de suelo entre 10-50 ton/ha/año de acuerdo a la tabla establecida por SEMARNAT.

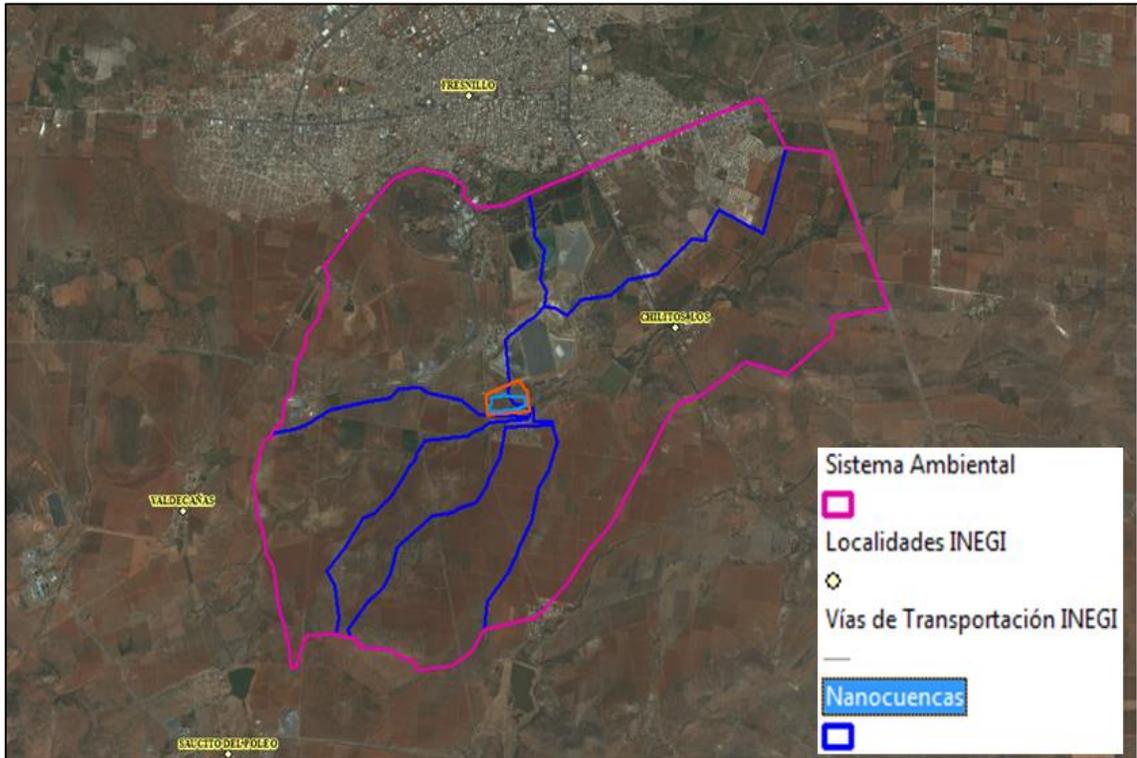
#### **d) Hidrología y calidad del agua (Anexo 4.5)**

La República Mexicana ha sido dividida en 37 regiones hidrológicas. El SA del proyecto se localiza dentro de la región hidrológica número 37 El Salado como se observa en la Figura 4.8.



**Figura 4.8. Ubicación del SA dentro de la RH37**

Como puede observarse en la Figura 4.9 del modelo de nanocuenas elaborado para el SA del proyecto, dentro del mismo se identificaron 6 nanocuenas, cuyo punto de convergencia se localiza en la parte central del SA y, justo a pocos metros de distancia al Noroeste se localiza el proyecto en propuesta.



**Figura 4.9. Nanocuenca del SA**

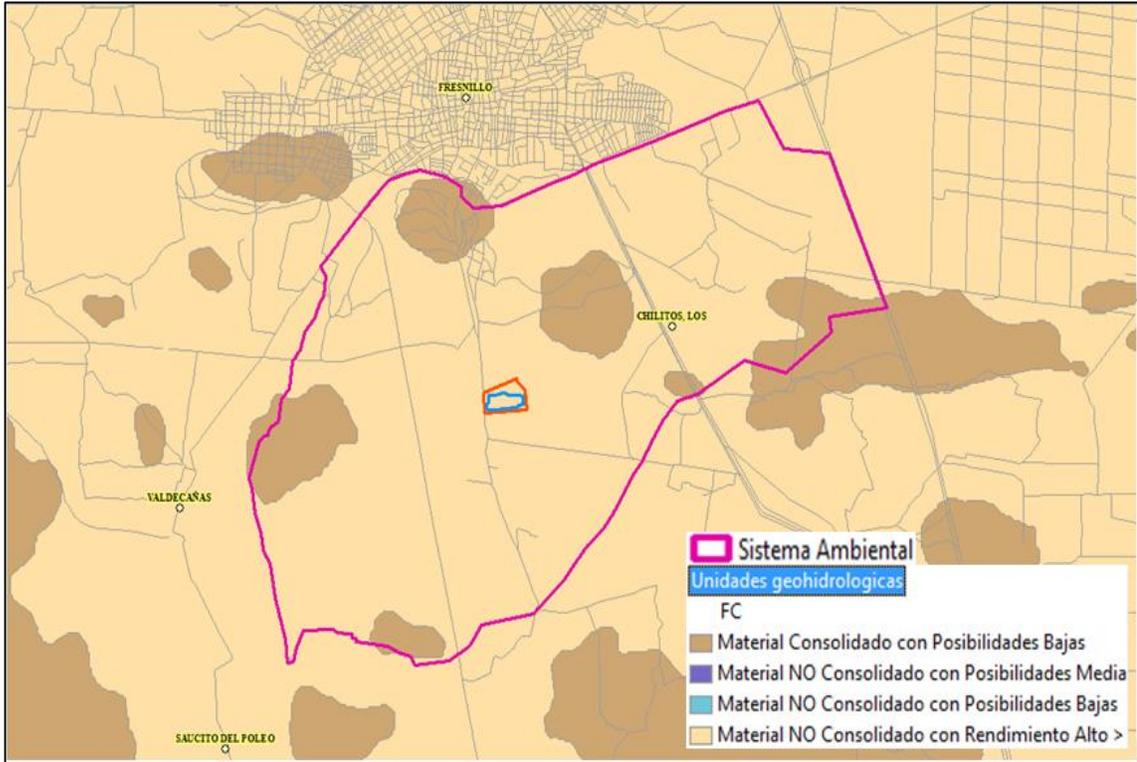
El SA en estudio se encuentra inmerso dentro del acuífero denominado Calera el cual tiene una superficie de 1,610 km<sup>2</sup> e incluye los amplios valles de los Municipios de Calera, Enrique Estrada y Fresnillo.

**Tabla 4.9. Principales aprovechamientos hidráulicos en la zona del acuífero Calera**

Nombre	Municipio	Capacidad instalada Mm <sup>3</sup>	Corriente aprovechada	Beneficio has.
Arroyo de en medio	Gral. Enrique Estrada	2.9	A. Barrancos	230
Bordo Toribio	Calera	2.8	A. de En medio	620
Calera	Calera	2.0	A. Calera	207
La Bomba	Fresnillo	2.0	A. El Águila	457
Los Chilitos	Fresnillo	1.9	A. Prieto	-
El Peñasco	Gral. Enrique Estrada	1.6	A. Las Iglesias	135
Totales		13.2		1649

Para determinar la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero, se aplicó el procedimiento indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Como puede observarse en la Figura 4.9, el SA presenta dos tipos de unidades geohidrológicas, las cuales corresponden a Material consolidado con posibilidades bajas y Material no consolidado con rendimiento alto, siendo más dominante el segundo sobre el primero.



**Figura 4.10. Unidades geohídrológicas**

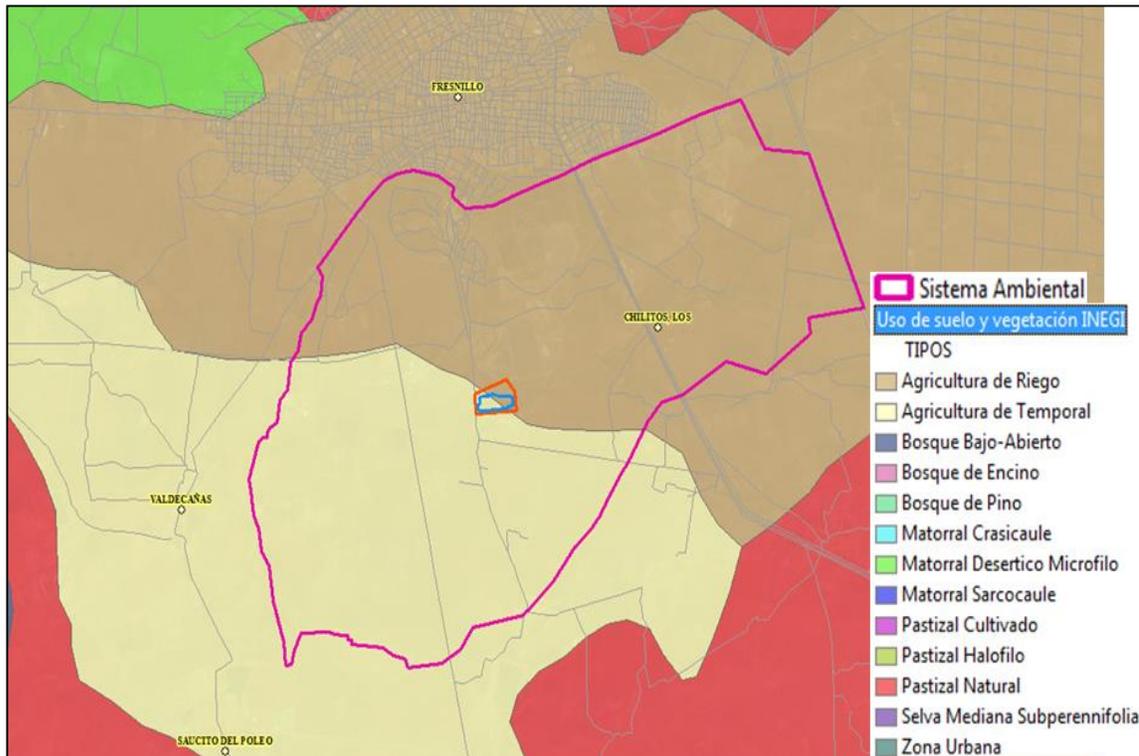
## IV.2.2 Aspectos bióticos

### a) Vegetación (anexo 4.6)

A nivel de especie, puede estimarse que más del 50% (tal vez cerca del 75%) de las que habitan la Región Xerofítica Mexicana tienen su área restringida a los límites de la misma. Es tan significativa la intervención del elemento autóctono en la flora de esta región, que este en muchas localidades prevalece sobre el Neotropical, a nivel de género.

El SA en estudio se encuentra en el marco referencial de un sistema de valle con presencia de lomas con abundantes Nopaleras, que alberga comunidades vegetales dominadas por *Opuntias*, *Acacias* y *Prosopis*, cuyo desarrollo es moldeado en función del régimen térmico y precipitación pluvial, provocando la existencia de asociaciones arbóreas con crecimiento lento y porte ramificado.

En la Figura 4.11 se presentan los tipos de vegetación que reporta INEGI para el SA del Proyecto Obras Asociadas al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales; en la cual se reporta que el área básicamente una zona agrícola, ya que aproximadamente el 50% del SA presenta Agricultura de Riego (en la parte Norte) y Agricultura de Temporal (en la parte Sur).



**Figura 4.11. Uso de suelo y vegetación INEGI**

Derivado de la vista de campo se identificó que en el área del SA se presentan principalmente tres usos de suelo y vegetación: Matorral crasicaule, Pastizal y Agricultura de Temporal. El Matorral crasicaule es un tipo de vegetación adaptado a bajas temperaturas y también a la sequía estacional mediante estrategias ecofisiológicas (hojas aciculares de cutícula gruesa, hojas caducifolias, estructuras vegetales suculentas que evitan la evapotranspiración).

### ***Descripción de la vegetación***

#### **Matorral Crasicaule**

Este tipo de vegetación presenta gran biodiversidad vegetal, con gran cantidad de elementos endémicos, es decir que solo se encuentran en nuestro país o en solo algunas de sus regiones. Esto está determinado por la variedad de condiciones semidesérticas respecto a la exposición solar, disponibilidad de agua y humedad ambiental, profundidad y nutrientes del suelo.

#### **Pastizales**

En el área se presentan pastizales inducidos y pastizales naturales. Las áreas de pastizal inducido resultan de la perturbación que produce el hombre al abrir zonas donde la vegetación estaba conformada por huisáchales, mezquiales y nopaleras, para sustituirlas por la agricultura y que posteriormente fueron abandonadas y además, para sostener un régimen de ganadería extensiva. Las principales áreas de pastizal inducido se ubican en todo el sistema ambiental. No suele presentar prominencias arbustivas ni arbóreas y cubren el sustrato casi en su totalidad, zacates conocidos como navajita (*Bouteloa gracilis*),



banderita (*Bouteloa cutipendula*), *Bouteloa hirsuta* y pajón (*Sporobolus airoides*). El pastizal Natural está presente asociado con las todas las demás especies forestales, como lo son huisácales, mezquitales y nopaleras y son las mismas especies de pastos presentes en el pastizal inducido.

### **Agricultura de temporal**

Además de la vegetación de matorral crasicaule y pastizales, ya descritos, en las áreas de la microcuenca y de las áreas de cambio de uso del suelo se presentan terrenos en los que se practica la agricultura de temporal, en las cuales cultivan principalmente forrajes, frijol y maíz, en la temporada de lluvias de verano, que comprende de junio a septiembre, se puede decir que prácticamente el mas del 70 % del área está cubierta por áreas destinadas a la agricultura.

### ***Composición florística en el SA (Riqueza de especies)***

Derivado del muestreo antes descrito, se infiere que la vegetación dentro del SA se conforma de 24 familias y 55 especies, siendo Cactaceae y Asteraceae las más abundantes (nueve y ocho especies respectivamente).

### ***Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SA***

Se realizó la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; y no se encontró ninguna de las especies reportadas para el SA que se encuentre con estatus de protección en dicha Norma Oficial.

### **Vegetación en el área del proyecto**

El predio bajo estudio se encuentra en el marco referencial de un sistema de valles con presencia de lomas con abundantes Nopaleras, que alberga comunidades vegetales dominadas por especies de los géneros *Opuntia*, *Acacia* y *Prosopis*, cuyo desarrollo es moldeado en función del régimen térmico y precipitación pluvial, provocando la existencia de asociaciones arbóreas con crecimiento lento y porte ramificado.

En esta zona se desarrollan áreas de vegetación crasicaule adaptada a bajas temperaturas y también a la sequía estacional mediante estrategias ecofisiológicas (hojas aciculares de cutícula gruesa, hojas caducifolias, estructuras vegetales suculentas que evitan la evapotranspiración). Observándose como vegetación dominante el Matorral Crasicaule (MC).

### ***Metodología de muestreo***

Los trabajos de campo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, se iniciaron con un recorrido previo del área propuesta para cambio de uso del suelo (cabe hacer mención que toda la superficie del proyecto será requerida para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales), enseguida se realizó el trazo del área del proyecto. En gabinete se realizaron actividades de planeación, destacando el análisis del tamaño de muestra y del



sistema de muestreo a utilizar en función de la vegetación presente y características topográficas de la zona, mismas que fueron previamente estudiadas en planos y temas editados por el INEGI.

### ***Clasificación espectral de la vegetación (CEV)***

En el trabajo de gabinete se elaboró una CEV mediante la utilización de un software especializado para el procesamiento de imágenes digitales y tuvo como objetivo principal, identificar los diferentes tipos de comunidades vegetales y usos de suelo presentes en las diferentes zonas donde se desarrollará la obra o actividad enmarcada en el citado proyecto, esta clasificación se dividió en varias etapas.

Generada la clasificación espectral del área solicitada a CUSTF, se imprimió un mosaico de mapas de baja escala para ser revisados por los especialistas de campo, cotejando así el mapeo creado con las anotaciones de campo.

Como resultado del muestreo y apoyados en la clasificación descrita, se concluye que el desarrollo del proyecto afectará áreas con vegetación clasificada como Matorral Crasicaule. En específico, la Clasificación de la vegetación arroja que dentro del área donde se desarrollará el proyecto la cobertura de la vegetación es de 14,645.51 m<sup>2</sup> de cobertura dominada por especies arbustivas y 67,746.91 m<sup>2</sup> de cobertura de herbáceas y espacios sin vegetación aparente (espacios entre arbustivas), lo que sumado da un total de 82,392.36 m<sup>2</sup> a CUSTF.

### ***Especies de interés (uso comercial, local, difícil regeneración etc.)***

#### **a) Especies maderables**

Dentro del área del proyecto se encontraron dos especies que tienen importancia comercial maderable que corresponden a los géneros *Acacia schaffneri* (Huizache) y *Prosopis laevigata* (Mezquite). La utilización de estas dos especies se reserva únicamente para la venta de madera para producción de carbón y leña. Estas especies maderables pueden ser utilizadas comercialmente a los productores de carbón o pueden ser utilizadas localmente como leña para las labores domésticas de las poblaciones cercanas.

#### **b) Especies no maderables**

De acuerdo con la clasificación antropocéntrica de las plantas propuestas por Martínez (1990), existen plantas silvestres que se utilizan, como es el *Agave lecheguilla*, *Yucca* spp, para la producción de ixtle; *Agave aspérrima*, para producción de mezcal; *Lippia* spp, de la que se utilizan las hojas para condimento y aceites; entre otras plantas que se pueden utilizar medicinalmente, ornamentales, y forrajeras. Para el caso del área del proyecto y en la microcuenca y en el sistema ambiental, solo se localizan especies no maderables del género *Opuntia*, que puede ser utilizada comercialmente, estas plantas son comestibles, forrajeras, medicinales y además sirve para la elaboración de productos de cosmética, en la región esta especie en temporada de nopalitos es fuente de alimento, así como sus tunas que también se consumen. Las especies de difícil regeneración son las especies de biznaga que se mencionan que son importancia para su conservación, para lo que reubicaran del área una cantidad estimada de estas de 201 individuos.



### ***Estructura de la vegetación***

Como anteriormente se mencionó, dentro del predio se desarrolla un tipo de vegetación, el cual es el Matorral crasicaule y abarca toda el área de CUSTF. La vegetación se presenta en manchones y en lomas donde no se puede desarrollar la agricultura, presentando especies de *Prosopis laevigata* (Mezquite) y *Acacia schaffneri* (Huizache) y especies del genero *Opuntia* (Nopal), estos presentan alturas de 2 a los 4 m de altura.

### **Diagnostico forestal**

El área está cubierta en su totalidad por pastizales, presentándose estos en aproximadamente un 70% de cobertura, la cobertura vegetal de 6,074 individuos calculados, de las especies presentes del estrato arbóreo y arbustivo es de 26.54%, por lo que el área está totalmente cubierta de vegetación arbustiva, herbácea, nopaleras y pastizales.

En el área no se presentan especies endémicas registradas, así como en algún estatus de protección especial, pero si se presenta una especie de biznaga, que es *Mammillaria heyderi*, para las cual se propone su rescate y reubicación, por ser especie de lento crecimiento.

El suelo en el predio que presenta vegetación forestal, no presentan procesos graves de erosión debido a la cubierta de pastos, árboles, arbustos y hierbas. Tan pronto se inician las lluvias, se inicia la germinación de las semillas contenidas en el suelo que cubren y protegen la capa superficial del suelo de arrastre por el agua o por el viento.

### **b) Fauna (Anexo 4.7)**

La diversidad faunística dentro del SA delimitado exclusivamente para el proyecto está interrelacionada estrictamente con la vegetación y determinada por la variedad de microambientes conformados por la combinación de factores bióticos y abióticos (vegetación-ambiente físico). Esto da como resultado una diversidad homogénea en toda la región, con ciertas variantes por aspectos físicos muy sutiles.

Para reconocer la fauna de importancia, se consultaron y utilizaron para todos las especies, las categorías de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Como objetivo principal del muestreo se planteó realizar un listado para conocer la riqueza de especies presentes dentro del SA, así como identificar a las que pudiesen estar enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para así poder determinar las posibles afectaciones por el desarrollo de las actividades del proyecto y proponer medidas de prevención, mitigación y/o compensación según se requiera. Se identificaron también a las especies que, por sus hábitos y biología pueden ser consideradas como de baja movilidad y que eventualmente serían el objetivo de posibles trabajos (reubicación de fauna).

En el Anexo 4.7 se especifican las técnicas de muestreo. El muestreo fue realizado a lo largo y ancho del SA, sin embargo este se intensificó en aquellas zonas que guardaban un mejor estado de conservación y en las que se incrementaba la posibilidad de registros faunísticos (zona Oeste del SA).



### ***Composición faunística del área del proyecto (Anfibios, Reptiles, Aves y mamíferos)***

Durante los muestreos se lograron registrar 57 especies repartidas en los diferentes grupos de vertebrados terrestres; 2 reptiles, 45 aves y 10 especies de mamíferos. Una gran parte de las especies registradas son altamente tolerantes a los ambientes modificados (degradados etc.) como por ejemplo *Spilogale gracilis*, especie que inclusive ha logrado sacar provecho de las modificaciones ambientales y se puede encontrar hasta en los basureros.

Cabe señalar que el área muestreada ha sido modificada por la constante actividad minera que se ha desarrollado por lo menos en los últimos 400 años, esta alteración en el ecosistema solo permite el desarrollo de especies muy tolerantes. También existen grandes extensiones de terrenos cultivados lo que permite la aparición de especies que además de tolerantes han sabido sacar provecho de esa transformación en su hábitat, como por ejemplo ratones, aves rapaces y algunas especies de serpientes, entre otras.

Para el caso en concreto de los reptiles, durante los trabajos en campo se logró el registro de solo 2 especies, ambas de la misma familia. Al igual que todas las especies de anfibios, las especies de este grupo serán consideradas como de baja movilidad y estarán sujetas a cualquier maniobra que deba ser llevada a cabo para salvaguardar su integridad durante la ejecución del proyecto.

#### **Aves**

El grupo de las aves fue el arrojó mayor número de registros durante los muestreos. Se registraron 45 especies contenidas en 24 familias que a su vez están agrupadas en 10 órdenes. La familia mejor representada fue Emberizidae con 7 especies, mientras que familias como Anatidae, Cathartidae, Odontophoridae, Charadriidae, Apodidae, Tirannidae, Corvidae, Troglodytidae, Polioptilidae, Laniidae, Aegithalidae, Aludidae, Parulidae y Passeridae acumularon una sola especie.

#### **Mamíferos**

Dentro del área de estudio se registró la presencia de 4 Órdenes de mamíferos, dentro de estos Órdenes el más abundante fue el Carnívora con 3 familias y 6 especies.

Cabe señalar que todas las especies registradas de mamíferos, son consideradas como muy tolerantes a las modificaciones que puedan sufrir los hábitats donde se distribuyen y de hecho algunas de ellas han sabido aprovechar esos cambios.

### ***Especies catalogadas bajo protección y de importancia para su conservación***

De las 57 especies de fauna registradas dentro del área de estudio, 3 se encuentran enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010, todas ellas aves. También se identifican 2 aves endémicas de México.

Enseguida se presenta la Tabla 4.10, donde se aprecia de manera clara a cada una de las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo.

**Tabla 4.10. Especies registradas dentro del área de estudio e identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo, y endémicas**

Grupo zoológico	Nombre científico	Nombre común	E <sup>(1)</sup>	Status dentro de la NOM-059 <sup>(2)</sup>
Aves	<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Pato mexicano	E	A
	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán pajarero		Pr
	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura		Pr
	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo	E	

(1) E=Endemismo: E=Refiere que la especie es endémica o no al territorio mexicano.  
(2) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo Pr=Sujeta a protección especial; A=Amenazada, P=Peligro de Extinción.

Como se observa en la Tabla 4.10 dentro del SA solo se identificaron aves con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se descarta que pudieran aparecer más especies de este y otros grupos,- sobre todo en la temporada de lluvias.

#### ***Estado de conservación de la zona para la fauna***

En general el Sistema ambiental se encuentra altamente modificado en su componente vegetal, lo que reduce de manera importante la riqueza de especies de fauna que puede ser encontrada. La porción del extremo Noreste del SA alberga la ciudad de Fresnillo, el resto es dominado por tierras de cultivo las cuales de manera directa afectaron a las especies animales que en ese lugar se desarrollaban. El único espacio natural pero también con cierto grado de perturbación es el parque los jales que al ser un área rehabilitada actúa como refugio para algunas especies animales tolerantes a la presencia humana otra zona como es el cerro Proaño donde domina el matorral Crasicuale, cuenta también con condiciones propicias para algunas especies, para el caso de los murciélagos existen condiciones propicias para su establecimiento. Con base en lo anterior se puede considerar que el SA cueto con estado de conservación degradado.

#### ***Sitios de distribución (descanso, refugio, alimentación, etc.)***

La degradación del ambiente natural dentro del SA ha conducido a las especies más sensibles hacia los lugares mejor conservados y donde se pueden procurar alimento, refugio, y en general sitios de esparcimiento, estos lugares son en el extremo Norte y noreste del SA.

La delimitación de las áreas de importancia para la conservación de la fauna se basó en la utilización de un Sistema de Información Geográfica, información recabada durante los muestreos de flora y fauna, y de la propia experiencia de los involucrados en la caracterización del componente biótico del SA (zoólogos y botánicos).

Dichas áreas se presentan en un plano georreferenciado en el Apéndice 2 del Anexo 4.7 “Sitios de importancia para la conservación de la fauna.”

### **IV.2.3 Paisaje (Anexo 4.8)**

Al margen del atractivo intelectual, la utilidad práctica de este enfoque está dirigida a la gestión territorial integral mediante evaluaciones, fundamentalmente aéreas del territorio (Maniglo, 1990). La visión del paisaje total está encaminada, por lo tanto, a considerar al paisaje como indicador o fuente de información del territorio (Forman & Godron, 1986).

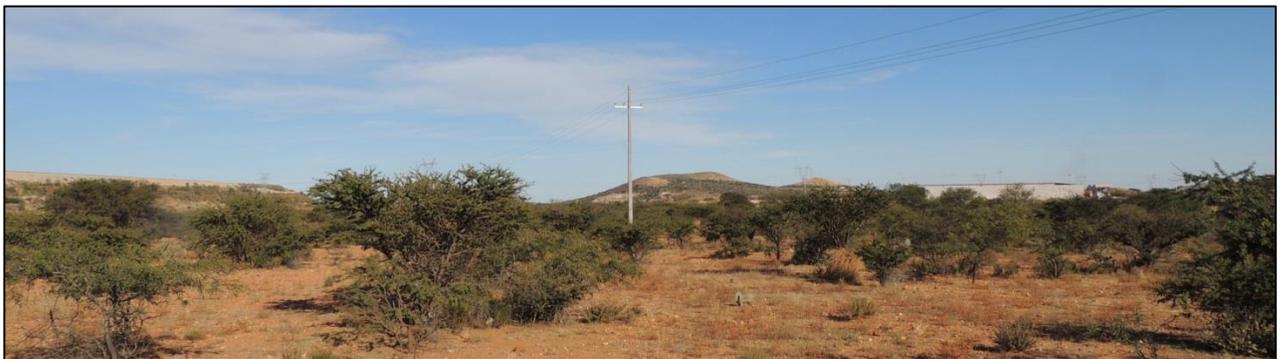
Topográficamente el SA se encuentra inmerso en una zona conformada principalmente por Valles y Cumbres de Cerro, presenta alturas máximas de hasta 2,300 msnm en la parte Oeste del Sistema y mínimas de hasta 2,100 msnm en la parte Este, lo que denota característicamente que la zona es de manera general una planicie con lomeríos.

#### **-Visibilidad del paisaje**

Como se observa en la Figura 4.12 dentro del SA la presencia de lomeríos permite una amplia visibilidad, sin embargo, las partes bajas de los lomeríos, la vegetación provocan una corta visibilidad como puede observarse en la Figura 4.13.



**Figura 4.12. Amplia visibilidad**



**Figura 4.13. Corta visibilidad**

#### **-Fragilidad visual paisajística**

Uno de sus elementos es la percepción de la fragilidad visual intrínseca, la cual añade condiciones visuales de cómo es visto el territorio circundante (intervisibilidad) y cómo afectaría la presencia de elementos históricos-culturales singulares, obteniéndose finalmente la fragilidad visual adquirida.



#### Niveles de fragilidad

- Fragilidad baja: este tipo de fragilidad se presenta en zonas donde se alberga la mayor presión de las actividades e infraestructuras, y en las que dominan los usos industriales o están sometidas a usos de la urbanización (Galán, Cortina y Balaguer, sin año).
- Fragilidad alta: se produce en lugares con ausencia de actividades, frentes de sierra y cumbres de montañas y lomas que presentan amplia visibilidad, fisiografías o pendientes pronunciadas y que en muchas ocasiones albergan tipos de vegetación frágiles. También son frágiles las zonas llanas, amplias y las lagunas o las playas o costas bajas alargadas (Galán, Cortina y Balaguer, sin año).

De acuerdo al análisis de los componentes del SA referente a la fragilidad del paisaje, se identificó que dentro del mismo se pueden encontrar tanto una fragilidad baja como alta.

Atendiendo a la definición establecida para los dos tipos de fragilidad, se identifica que la parte central del SA (sitio donde se localiza el área del proyecto) es la zona que presenta la fragilidad más baja, ya que es en este sitio donde se ubican las instalaciones de la unidad minera Fresnillo promovente del proyecto en propuesta, por lo que es la única superficie del SA que presenta infraestructura y la mayor presión antropogénica.

#### **IV.2.4 Medio socioeconómico (Anexo 4.9)**

De acuerdo a datos presentados como resultado del Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Fresnillo cuenta con un registro de 572 localidades, de las cuales, únicamente 249 presentan datos y el resto es decir 323 (que representa el 56.5 %) no cuentan con datos debido al principio de confidencialidad que marca la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía, que señala que no es posible generar información para unidades geográficas que tienen menos de tres viviendas.

El municipio de Fresnillo cuenta con una población total de 213,139 habitantes que representa el 14.3% de la población total estatal.

Dentro del SA se localiza solo un asentamiento denominado Beleña, el cual está catalogado por el INEGI como una Colonia que pertenece a la ciudad de Fresnillo, la localidad de mayor relevancia en la zona por sus dimensiones, por lo que a continuación se presenta el análisis del medio socioeconómico de dicha localidad.

#### Población por edades

La localidad de Fresnillo cuenta con un total de 120,944 habitantes (lo que representa el 8.1% de la población estatal y el 56.7% de la población municipal). De la población total de la localidad de Fresnillo, el 48% son hombres y el resto, es decir el 52% son mujeres (58,325 y 62,619 individuos respectivamente).



### Migración

La mayor parte de la población es nacida en la entidad (el 87.1%); pero también hay población que es nacida en otra entidad que representa el 9.4%. Cabe destacar que el 3.5% de la población no indica su origen de acuerdo a los datos presentados por el INEGI en el censo 2010.

### Población indígena

En la localidad de Fresnillo fueron censados un total de 806 habitantes indígenas, cuyos datos por edad se presentan en la siguiente figura.

### Escolaridad

Poco más del 50% de la población con edad de 3 a 5 años no asiste a la escuela, lo que indica que no hay relevancia de educación preescolar en el área, en cambio se observa que hay más afluencia de estudiantes a nivel primaria, ya que únicamente el 2.8% no asiste a la escuela. A nivel secundaria también se observa un pequeño rezago que aunque es menor que el presentado a nivel preescolar, es mayor que a nivel primaria, ya que señala que el 8% de la población de entre 12 a 14 años no asiste a la escuela.

El grado promedio de escolaridad de manera general para la localidad de Fresnillo corresponde a 9.07.

### Economía

En la localidad de Fresnillo se reporta una población económicamente activa de 47,511 individuos, de los cuales el 65% son hombres y el 35% son mujeres.

Del total de la población económicamente activa el 96% se encuentran ocupados, mientras que el resto, es decir, el 4% se encuentra desocupada o sin empleo.

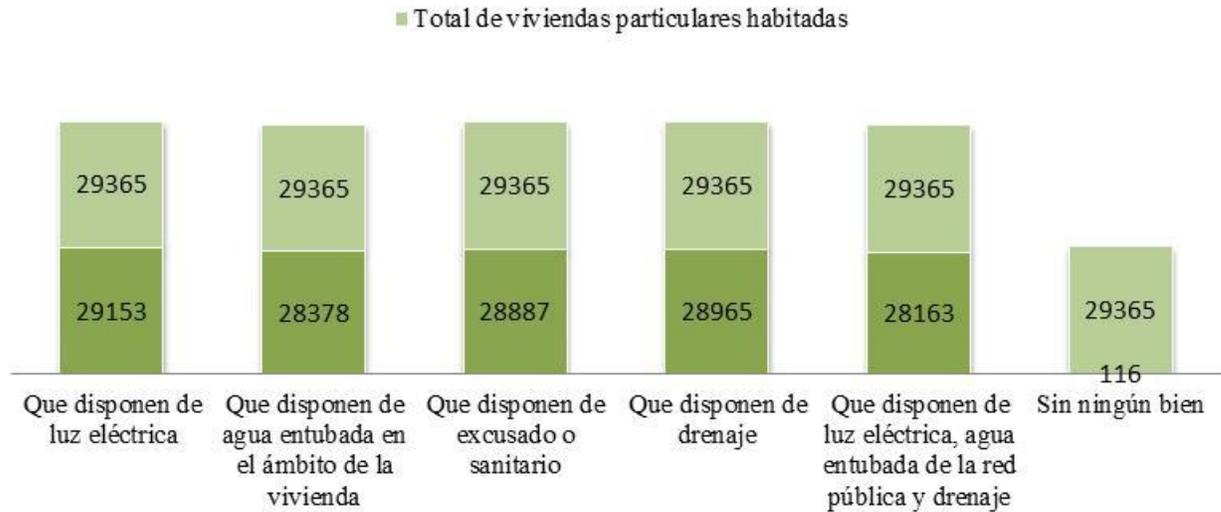
### Servicios de salud

En la localidad de Fresnillo los servicios de salud son prestados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), ISSSTE Estatal y Seguro Popular o Seguro Médico para una Nueva Generación; sin embargo, aún se registran individuos que aún no cuentan con servicios de salud, que corresponde al 25.7% del total de la población; mientras que el 71.5% si cuentan con servicios de salud.

### Bienes y servicios

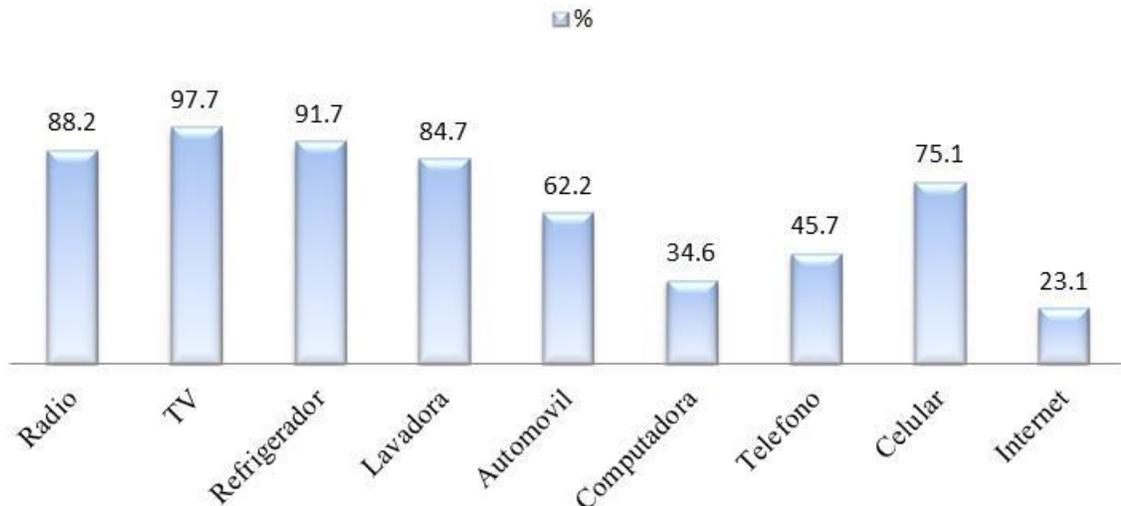
La localidad de Fresnillo cuenta con 29,365 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 4 habitantes por vivienda. Más del 90% de dichas viviendas cuentan con todos los servicios, únicamente se registró un porcentaje mínimo del 0.4% del total de las viviendas particulares habitadas que no cuentan con ningún bien.

En la Figura 4.14 se presenta una comparación entre el total de las viviendas particulares habitadas y aquellas que cuentan con servicios tales como agua entubada, excusado o sanitario y/o drenaje.



**Figura 4.14. Servicios en viviendas particulares habitadas**

En cuanto a los bienes, se reporta que más del 50% de las viviendas particulares habitadas cuentan con los elementos necesarios de una vivienda como lo son el radio, tv, refrigerador, lavadora, automóvil y celular; mientras que los porcentajes se muestran en decremento con bienes como computadora, teléfono e internet.



**Figura 4.15. Bienes por vivienda particular habitada**



#### **IV.2.5 Diagnóstico ambiental**

En el SA el clima dominante es el BS1kw – semiárido templado con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, lluvias de verano (inicio en Junio y finaliza en Octubre) y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. La temperatura máxima registrada fue de 29°C que se presentó en el mes de Mayo y mínima de 4.1°C registrada en el mes de Enero. La precipitación mínima registrada fue de 125 mm y máxima de 600 mm. No se detectaron riesgos por fenómenos meteorológicos, solamente se detectó mediano grado de riesgo por sequía.

Fisiográficamente el SA se localiza en la provincia Mesa del Centro, subprovincia Llanuras y Sierra Potosino-Zacatecanas. Las zonas más elevadas se ubican en la porción Oeste las cuales limitan un tanto su acceso y por ende el desarrollo de infraestructura y agricultura; el relieve se presenta como una colina con disección de 15 a 20 m/km<sup>2</sup> y llanuras onduladas con disección fuerte de 10 a 15 m/km<sup>2</sup>.

Presenta 5 tipos de suelos, siendo dominante el Cambisol, el cual se presenta en poco más del 75% de la superficie del SA, con una profundidad moderada en el 70% en su superficie, y 79% de potencial forestal alto. Esto significa que los suelos son propicios para el desarrollo forestal, presentándose en la mayor parte de la superficie vegetación correspondiente a Matorral crasicaule. Cabe destacar que la principal limitación para el desarrollo forestal son las condiciones climáticas, en especial el déficit hídrico, ya que como se presentó, el SA carece en su mayor extensión de corrientes superficiales permanentes; y el acuífero Calera (acuífero dentro del cual se encuentra el SA) presenta explotación, no contando con volumen disponible para nuevas concesiones.

Debido a lo anterior, se practica dentro del SA la agricultura de temporal, que aprovecha básicamente el agua del temporal de lluvias para producción. Pero además de las áreas agrícolas, dentro del SA también se identificaron áreas con Pastizal y Matorral crasicaule, siendo dominante el Matorral crasicaule sobre las otras dos áreas antes mencionadas.

Florísticamente el SA se encuentra representado por las familias Cactaceae y Asteraceae; para el área del proyecto la familia Cactaceae se encuentra como familia representativa, pero la familia Asteraceae es sustituida por la familia Fabaceae. En ambos sitios no se localizaron especies con estatus de protección dentro la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies más representativas de acuerdo al Índice de Valor de importancia fueron: *Acacia schaffneri*, *Prosopis laevigata*, *Nopal spp.* y *Opuntia hyptiacantha* (en orden decreciente respectivamente). Estas especies se encuentran adaptadas a climas cálidos y poca humedad tanto ambiental como en el suelo, por lo que son representativas del tipo de vegetación dominante correspondiente a Matorral crasicaule. En el área del proyecto la diversidad es baja debido principalmente a las condiciones climáticas que, aunado al impacto que han provocado las actividades antropogénicas, arrojan como resultado un sitio en estado de regular a bajo de conservación.

Derivado del desmonte y despalme por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de las áreas autorizadas para este fin, se presentara un volumen maderable calculado de 28.90 m<sup>3</sup>, y un volumen calculado en peso de 9,581.182 kg de especies suculentas (*Opuntia streptacantha* y *Opuntia robusta*). Cabe hacer mención que dentro de la superficie en que se realizara CUSTF se detectó una



especie de lento crecimiento (*Mammillaria heyderi*), para la cual se realizaran acciones de rescate y reubicación.

Es evidente que el área de estudio se encuentra altamente modificada en su componente vegetal, en parte debido a la explotación minera de más de 450 años; aunque la minería no es la única actividad que ha generado el deterioro del ecosistema dentro del SA: el crecimiento de la mancha urbana (ciudad de Fresnillo y localidades rurales), y el avance inevitable de la zona agrícola, son otras causas de deterioro ambiental. Esto reduce de manera importante la riqueza de especies que pueden ser encontradas.

Los espacios naturales mejor conservados más cercanos al Proyecto (aunque también con cierto grado de perturbación), están más allá del SA, al Suroeste, donde se yergue la Sierra de Fresnillo, y donde domina el Matorral Crasicaule, acompañado en mucho menor medida de un bosque de encino bastante abierto.

La degradación del ambiente ha conducido a las especies más sensibles hacia estos lugares, donde se puede procurar alimento, refugio, y en general sitios de esparcimiento. Sin embargo, de forma simultánea, también permite la aparición de especies que además de tolerantes han sabido sacar provecho de esa transformación en su hábitat, como por ejemplo ratones, aves rapaces y algunas especies de serpientes, entre otras.

Con la restitución de antiguas presas de jales y su transformación en un Parque Ecológico, Minera Fresnillo logró la creación de humedales artificiales en los se ha establecido un hábitat para diversas especies, principalmente patos de la región y migratorios. Además, el Parque Ecológico cuenta con una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) del tipo intensiva, autorizada por la Dirección General de Vida. Esta área fue designada para realizar actividades de restauración y rehabilitación de la flora y fauna silvestre, e inició sus actividades apoyando a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para dar asilo y protección a especies incautas. Minera Fresnillo elaboró el respectivo Plan de Manejo de la UMA, solicitado por la autoridad, y tiene instaurados procedimientos específicos como parte de su Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias, para el manejo de las especies animales silvestres que lleguen al Parque Ecológico. De esta manera, se adoptaron protocolos para el cuidado de los ejemplares, incluyendo la verificación diaria de su estado, realizada por un técnico responsable de la UMA. Cuenta con servicios veterinarios, prácticas de desparasitación y vacunación de manera rutinaria, además de que cada ejemplar cuenta con un expediente clínico detallado. Con 16 ejemplares de 6 especies diferentes de mamíferos y reptiles, nacidos en la UMA, se debe destacar el buen manejo que se tiene del Parque, que además funciona los fines de semana como un zoológico abierto a todo público, promoviendo también visitas guiadas y visitas escolares programadas con fines educativos; lo que representa un impacto benéfico al medio biótico y socioeconómico en el que está establecida la Unidad Fresnillo.

De acuerdo al análisis realizado al paisaje del SA, se observa que la parte central del mismo es la zona más impactada debido a la presencia de infraestructura de la unidad minera Fresnillo; la porción Oeste presenta cumbres cerriles, por lo que la visibilidad desde esa zona hacia la porción Este y Centro del SA se presenta con amplia visibilidad, mientras que la fragilidad visual hacia el centro del SA es baja debido a la presencia humana e infraestructura, siendo una fragilidad alta hacia las cumbres cerriles.



La localidad más importante próxima al Proyecto es Fresnillo, la cual cuenta con una población total de 120,944 habitantes que representan el 8.1% de la población estatal; formado por poco más del 50 % por mujeres. Su población de manera general se considera joven debido a que concentra un gran porcentaje de individuos con una edad entre 6 a 14 años. Se presenta poca migración, ya que el 87.1% de sus pobladores son nacidos en la entidad.

La mayor parte de la población de Fresnillo se encuentra empleada, y únicamente el 4% de la población económicamente activa se encuentra desocupada o sin empleo. Se reporta que el 90% de las viviendas de la localidad cuentan con todos los servicios, es decir, energía eléctrica, agua entubada, excusado, drenaje, etc. lo que otorga a la ciudad un grado de marginación y rezago social Muy Bajo.

El municipio de Fresnillo es el de mayor importancia económica en el estado de Zacatecas, y es la minería una de sus principales actividades económicas. No obstante, la industria, el comercio y la agricultura también son parte muy importante para el desarrollo económico en la región. De acuerdo al INEGI, la superficie total municipal cosechada fue de 146,816 hectáreas en 2010, generando un valor de la producción total agrícola de \$1,475 millones de pesos. En la producción pecuaria el municipio ocupa el sexto lugar a nivel estatal en producción de bovinos de las razas cebuino, criollo y europeo para carne y leche, siendo el principal productor de leche para el estado, y segundo en colmenas.

Dentro de este contexto, el territorio que comprende el Sistema Ambiental del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales ha sido sometido a presiones antropogénicas que han transformado sus características naturales desde hace muchos años. Es evidente que la minería ha sido una de las principales causas de esa transformación, de forma directa e indirecta: de forma directa con la construcción de obras e infraestructura para la explotación y beneficio de minerales, lo cual ha implicado la ocupación de zonas que previamente habían sido forestales, con su correspondiente efecto sinérgico, modificando progresivamente el entorno natural; y de forma indirecta ha propiciado el desarrollo urbano, desde que Fresnillo se estableció en la época colonial como un pueblo minero, ofreciendo a través de los años una fuente de trabajo estable que permitió el asentamiento de muchas familias en la ciudad.

El crecimiento de la mancha urbana y de la demanda de servicios para la población, generan mayor presión sobre los componentes del medio ambiente. De la misma forma, la agricultura y la ganadería extensiva son actividades que transformado las condiciones naturales de los terrenos en toda la región, reduciendo considerablemente la superficie de vocación forestal y generando un cierto grado de asilamiento ecológico sobre otros predios que no son empleados para actividades agropecuarias.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales y socioeconómicos existentes en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales. En el presente Capítulo se identifican los factores ambientales que serán afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evalúa el impacto de las actividades del Proyecto sobre dichos recursos, que pudieran provocar daños al ambiente y/o contribuir en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

### V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la predicción de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque interdisciplinario, a través de un grupo de especialistas (Tabla 1.3) que proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

#### V.1.1 Factores ambientales

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Social y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1. Componentes del entorno**

Sistema	Subsistema	Componente
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología Superficial
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
Medio Perceptual	Paisaje	
Medio Socio-Económico	Medio Social	Infraestructura
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales afectados o que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del proyecto durante las etapas de preparación del sitio, y construcción-operación.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto, del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno
- Complejidad: compuesto de elementos diversos
- Rareza: no frecuente en el entorno
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico
- Naturalidad: natural, no artificial
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor
- Continuidad: necesidad de conservación
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser remplazado
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 5.2

**Tabla 5.2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental**

<b>Componente ambiental</b>		<b>Factor ambiental</b>
1	Atmósfera	Calidad del aire – Material particulado (PST, PM-10)
		Calidad del aire – Emisiones (NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> )
		Niveles sonoros
2	Geomorfología	Topografía
3	Hidrología Superficial	Cauces
		Calidad del agua superficial – Materia Orgánica
		Calidad del agua superficial – Sedimentos
4	Suelo	Distribución de unidades y profundidad
		Potencial de Erosión
		Cobertura
5	Flora	Distribución espacial y temporal
		Cobertura vegetal
		Calidad y estado fitosanitario
		Especies protegidas y/o de interés especial
6	Fauna	Distribución espacial y temporal
		Hábitat
		Especies protegidas
7	Paisaje	Cualidades estéticas
		Continuidad paisajística
8	Infraestructura	Servicios e infraestructura para mina
9	Medio Económico	Desarrollo económico
		Uso del territorio para actividades productivas
		Vocación del suelo

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y/o actividades del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

### **V.1.2 Identificación de indicadores de impacto ambiental**

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto comparando el valor del indicador “con” y “sin” proyecto; lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales se hizo en base a los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación



Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla 5.3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

### V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales empleados para la identificación y cuantificación se presentan a manera de listado, conforme el factor al cual se les atribuyen:

**Tabla 5.3. Indicadores ambientales**

ID Comp. Ambiental	Factor	Indicador Ambiental
1	Calidad del aire Material particulado (PST, PM-10)	Número de unidades móviles
		Tamaño de unidades móviles
		Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras
1	Calidad del aire Emisiones (NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> )	Número de unidades móviles
		Tamaño de unidades móviles
		Número de fuentes fijas
		Turnos laborados
1	Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados
		Presencia humana
2	Topografía	Pendientes
		Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)
3	Cauces	Geomorfología de cauce
		Escorrentía (relleno, desviación, cortes)
		Zona Federal
3	Calidad del agua superficial – Materia Orgánica	Cantidad de Materia Orgánica de desmonte
3	Calidad del agua superficial – Sedimentos	Cantidad de SST y SDT
4	Distribución de unidades y profundidad	Tipo y profundidad efectiva
4	Potencial de Erosión	Superficies estables
		Superficies con potencial
		Superficies erosionadas
4	Cobertura	Extensión de cobertura de tipos de suelos
5	Distribución espacial y temporal de la vegetación	Clasificación
5	Cobertura vegetal	Tipo de cobertura
5	Calidad y estado fitosanitario	Presencia de especies invasoras
		Vitalidad de vegetación natural
5	Especies protegidas y/o de interés especial (flora)	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Especies de interés comercial y/o Cultural
6	Distribución espacial y temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
6	Hábitat de fauna	Integridad estimada de hábitat
6	Especies protegidas	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Especies de interés internacional (CITES)

ID Comp. Ambiental	Factor	Indicador Ambiental
	Especies protegidas	Especies de limitado movimiento
		Especies Migratorias
7	Cualidades estéticas	Estimación de cualidades escénicas de sitio o zona
7	Continuidad paisajística	Estimación cualitativa
		Cuenca visual
8	Servicios e infraestructura para mina	Infraestructura únicamente para mina
9	Desarrollo económico	Número de empleos directos generados
		Número de empleos indirectos generados
		Derrama económica
		Recaudación
9	Uso del territorio para actividades productivas	Actividad
		Intensidad
9	Vocación del suelo	Uso potencial al final de cada etapa: Agrícola, Pecuaria, Habitacional, Industrial, Vida Silvestre

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del proyecto.

#### V.1.4 Criterios y metodologías de evaluación

##### V.1.4.1 Criterios para la evaluación del impacto ambiental

Para la recolección de información y la caracterización del entorno, se utilizaron diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Superposición cartográfica de los diferentes componentes ambientales y del Proyecto
- Observaciones y estudios de campo
- Criterios de diseño, construcción y operación del Proyecto
- Fotografías aéreas y satelitales de la zona de distintas fechas
- Información estatal y municipal sobre datos socioeconómicos, áreas naturales protegidas y planes de desarrollo
- Análisis de mapas y planos existentes de la zona
- Análisis y revisión de estudios del medio natural existentes de la zona

A continuación se describe la metodología empleada para el análisis de la interrelación de los factores del medio identificados anteriormente (Tabla 5.2) con las obras y actividades del Proyecto. La evaluación se fundamentó en la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente y la utilización de sucesiones de distintas matrices causa – efecto, cualitativas y semi-cuantitativas.

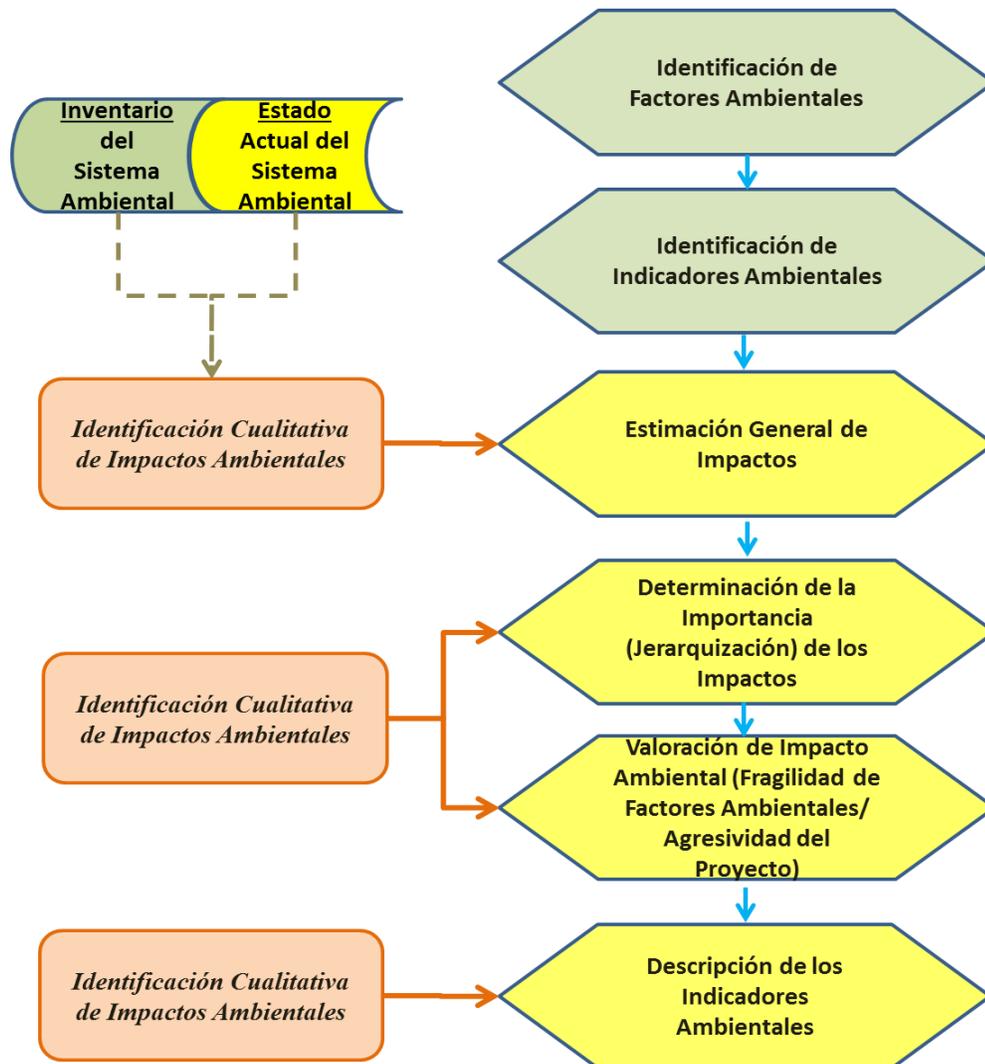
##### V.1.4.2 Metodologías de evaluación del impacto ambiental empleadas

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basó en un trabajo interdisciplinario de especialistas que analizaron las interacciones entre el Sistema

Ambiental y las acciones para la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

La metodología empleada consistió, como primer paso, en el acotamiento del universo de análisis; es decir, una delimitación espacial del entorno identificando los factores ambientales específicos del Proyecto (Sección V.1.1) y sus indicadores (Secciones V.1.2 y V.1.3). Posteriormente se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados. A continuación, se estableció la importancia de cada uno de los impactos estimando su magnitud en base a los indicadores conocidos. Finalmente, se realizó una valoración de impactos ponderando el valor de peso de cada uno de los factores ambientales afectados y la descripción de los mismos.

En la Figura 5.1 se presenta un diagrama que esquematiza el procedimiento general empleado para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales del proyecto.



**Figura 5.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos**

### V.1.4.3 Actividades impactantes

La evaluación de los impactos ambientales del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales se hizo para las actividades a ejecutarse, clasificadas en las etapas de preparación del sitio y construcción – operación.

Conforme a lo señalado en el Capítulo II, la etapa de preparación de sitio contempla actividades de desmonte y despalme dentro del Polígono del Proyecto (huella de ocupación/afectación) de la Obra de Aprovechamiento de Materiales. La etapa de construcción y operación, que ocurrirá de forma simultánea dadas las condiciones del Proyecto, integra inicialmente la conformación de las obras asociadas (camino perimetral y canal de derivación pluvial); consecutivamente se realizan las actividades de extracción y acarreo de arcillas (corte, cargado, transporte del material); y finalmente, cuando se haya agotado el material del primer nivel, se estabilizarán los taludes de acuerdo al diseño de la Obra y se procederá a realizar los cortes en el siguiente nivel.

**Tabla 5.4. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos**

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	Desmonte
	Despalme
Construcción y Operación	Compactación del terreno para el camino perimetral
	Construcción del canal de derivación pluvial
	Corte del terreno
	Cargado de material
	Acarreo de material

### V.1.4.4 Tipos e intensidad de las alteraciones ambientales

La identificación de los impactos del proyecto se hizo primero en forma cualitativa, considerando los siguientes criterios:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental
  - Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante
  - Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad
  - Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental
  
- Amplitud del impacto
  - Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de la misma
  - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población
  - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población

- Importancia del impacto
  - Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia
  - Media: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área
  - Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área
  
- Signo del impacto:
  - Positivo (+): Cuando los impactos son favorables
  - Negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables

A continuación se presenta la Tabla 5.5 de impactos generales obtenida:

**Tabla 5.5. Estimación general de impactos**

<b>Componente ambiental</b>	<b>Intensidad de la alteración</b>	<b>Amplitud del impacto</b>	<b>Importancia del impacto</b>	<b>Signo</b>
Atmósfera	Media	Local	Menor	-
Geomorfología	Media	Puntual	Media	-
Hidrología Superficial	Media	Puntual	Menor	-
Suelo	Media	Puntual	Media	-
Flora	Media	Puntual	Media	-
Fauna	Media	Local	Menor	-
Paisaje	Media	Puntual	Menor	-
Infraestructura	Media	Local	Media	+
Medio Económico	Baja	Puntual	Menor	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Por la intensidad de la alteración de los componentes ambientales, la atmósfera, la geomorfología, la hidrología superficial, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje recibirán perturbaciones medias con impactos desfavorables (negativos) a partir del desarrollo del Proyecto en consideración de todas sus etapas englobadas (preparación del sitio, y construcción- operación). Sin embargo, la amplitud de los impactos sobre estos componentes es puntual excepto para la atmósfera y fauna, cuya amplitud se considera local. Ninguno de los componentes ambientales evaluados tendrá una perturbación de intensidad alta.
  
- Los efectos que el Proyecto cause sobre la geomorfología, hidrología superficial, suelo, flora, paisaje y medio económico, estarán muy localizados sobre las áreas de afectación (amplitud puntual). Los componentes atmósfera, fauna e infraestructura presentarán impactos con mayor amplitud sin llegar a tener una escala regional, siendo para el último componente un impacto de carácter positivo.



- Respecto a la importancia de los impactos, no se presentarán alteraciones de mayor importancia; los de importancia media se presentarán sobre la geomorfología, suelo, flora e infraestructura, en virtud de la naturaleza del Proyecto, que alterará la topografía; las condiciones naturales del sitio, que posee vegetación forestal; y por la relevancia que tiene la Obra de Aprovechamiento de Materiales para el servicio que requiere la Unidad Fresnillo para continuar con sus procesos de explotación y beneficio de minerales. En el sentido de esto último, se considera a la alteración del componente de infraestructura como de carácter favorable, mientras que los impactos sobre la geomorfología, el suelo y la flora son impactos negativos de media importancia. Los impactos al resto de los componentes son de menor importancia.

#### **V.1.4.5 Identificación de impactos ambientales**

A continuación se llevó a cabo una identificación más detallada de los diferentes impactos, para lo cual se construyó una matriz cualitativa que permite identificar las interacciones relevantes al ambiente causadas durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, considerando todas las obras y actividades requeridas por el mismo.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las etapas del proyecto que engloban a las actividades que tendrán lugar en cada una de las tres etapas y que serán causa de los posibles impactos.

En la Tabla 5.6 se presenta la Matriz de identificación de impactos del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales; y en la Tabla 5.7 se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

Tabla 5.6. Matriz de Identificación de Impactos



SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	Etapa		
				P r e p a r a c i ó n	C y O p e r a c i ó n	
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10)	a	a	
			CALIDAD DEL AIRE - Emisiones (NOx, SOx, COx)	a	a	
			NIVELES SONOROS	a	a	
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	a	A	
		HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	CAUCES	a	a	
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Materia Orgánica	a	ND	
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	a	a	
		SUELO	DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES Y PROFUNDIDAD	POTENCIAL DE EROSIÓN	a	ND
				COBERTURA	a	ND
			FLORA (Matorral Crasicaule)	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	a	ND
	COBERTURA VEGETAL			A	ND	
	CALIDAD Y EDO. FITOSANITARIO	a		a		
	FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	HÁBITAT	a	ND	
			ESPECIES PROTEGIDAS	a	a	
		PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	a	a	
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	a	a	
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA PARA MINA	b	B
MEDIO ECONÓMICO			DESARROLLO ECONÓMICO	b	b	
USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS			b	b		
VOCACIÓN DEL SUELO			a	A		

**A = Impacto adverso principal**      **B = Impacto benéfico principal**  
**a = Impacto adverso secundario**      **b = Impacto benéfico secundario**  
 ND = No determinado

Tabla 5.7. Balance de impactos por etapas

Impacto \ Etapas	Impacto				
	Adverso Principal	Adverso Secundario	Benéfico Principal	Benéfico Secundario	No determinado
<b>Preparación del sitio</b>	1	19	0	3	0
<b>Construcción y operación</b>	2	11	1	2	7

En el Glosario de esta MIA (Sección VIII.3), se ofrecen las definiciones que diferencian los impactos principales de los impactos secundarios.

De la matriz de identificación de impactos, y de la Tabla 5.7, se obtiene estas conclusiones:

- El 72% de los impactos determinados son adversos (33 impactos), de los cuales el 91% son

secundarios (30), y el 9% son principales (3); en tanto que el 13% de los impactos son benéficos: 1 principal (17%) y 5 secundarios (83%)

- Durante la etapa de preparación de sitio se tendrá el mayor número de impactos adversos, siendo 20 los impactos identificados, aunque solo uno de ellos será principal (factor de cobertura vegetal). Por otro lado, aunque en la etapa de construcción-operación se presentaran sólo 13 impactos adversos, dos de ellos son principales, siendo los que inciden sobre el componente de geomorfología (topografía) y sobre el medio económico en su factor vocación del suelo.
- En la etapa de preparación, solo el componente de flora presenta un impacto adverso principal; el resto de los componentes ambientales presentan impactos secundarios en todos los factores que los conforman, sean adversos o benéficos.
- En la etapa de construcción y operación se prevén impactos adversos secundarios sobre los factores calidad del aire por material particulado y emisiones de gases de combustión; nivel sonoro; cauces de escorrentías naturales, calidad del agua superficial por arrastre de sedimentos; potencial de erosión del suelo; calidad y estado fitosanitario de la vegetación; distribución espacial y temporal de la fauna, especies protegidas; cualidades estéticas y continuidad paisajística. Durante esta etapa no se estima que habrá ya impactos en la calidad del agua respecto al parámetro de materia orgánica, en la profundidad y cobertura de suelo, en la distribución espacial y temporal de la vegetación, ni en la cobertura vegetal, así como tampoco sobre las especies de flora de interés especial ni el hábitat de la fauna; factores que en la etapa previa recibieron impactos adversos.
- En la etapa de preparación del sitio se presentan los primeros impactos benéficos, siendo secundarios. Se presentan sobre el sistema del medio socioeconómico, con los factores de servicios para mina, desarrollo económico y uso del territorio para actividades productivas. No hay impactos benéficos sobre el medio físico (inerte, biótico o perceptual).
- La etapa de construcción y operación simultánea presenta un impacto benéfico principal sobre el factor de servicio e infraestructura para mina, y dos impactos benéficos secundarios sobre el desarrollo económico y sobre el uso del territorio para actividades productivas.

Una vez identificados los principales impactos sobre cada uno de los factores ambientales del entorno del proyecto, se procedió a determinar su importancia.

#### **V.1.4.6 Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales**

Una vez que se han identificado componentes afectados y etapas, se procede a la aplicación de una Matriz de Leopold Cuantitativa modificada por Clifton Associates Ltd. Natural Environment S.C., en la cual se evalúa cada grupo de obras y actividades en relación a cada componente y en cada una de las tres etapas del proyecto. Cada obra o actividad en relación a un componente ambiental e indicador, es evaluado en base a diez atributos o parámetros de referencia (criterios de calificación numérica), para la caracterización de la importancia de cada impacto:



- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)
- Recuperabilidad (MC)

Así entonces, las casillas de cruce de las matrices de impactos ambientales (Anexos 5.1 y 5.2) están ocupadas por los valores correspondientes a estos diez atributos, determinados utilizando sus indicadores ambientales respectivos (Tabla 5.3).

A partir de los parámetros anteriores, la valoración cuantitativa de la importancia de un impacto en particular fue obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Importancia} = +/- (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

El signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+), o perjudicial (-) de la naturaleza de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

A continuación se describe cada uno de los atributos empleados para la determinación del grado de importancia de los impactos:

#### *Intensidad (IN) – Grado de destrucción*

Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 la afección mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

#### *Extensión (EX)*

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1), si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación como impacto Parcial (2) y Extenso (4). En el caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta.



### *Momento (MO)*

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido sea nulo o inferior a un año, el momento será Inmediato o a Corto Plazo, asignándole un valor (4) en ambos casos. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo (1).

Si ocurre alguna circunstancia que haga crítico el momento del impacto, se le debe atribuir un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.

### *Persistencia (PE)*

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

### *Reversibilidad (RV)*

La posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna una valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro Persistencia.

### *Sinergia (SI)*

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior al que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la importancia del impacto.



### *Acumulación (AC)*

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Por acumulativo también se entenderá la adición de unidades de medición de la magnitud del efecto (parámetros de calidad del aire, del agua, o cualquier otra unidad de medición aplicable), a los posibles efectos similares presentes en el sitio por actividades previas o ajenas a las del proyecto, y/o el incremento de las fuentes que lo originan dentro del SA.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa (4).

### *Efecto (EF)*

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto; es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser Directo o Primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Este término toma valor (1) en caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

### *Periodicidad (PR)*

La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo).

A los efectos Continuos se les asigna valor (4), a los Periódicos (2) y a los de aparición irregular y discontinuos (1).

### *Recuperabilidad (MC)*

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana.

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) se le asigna el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

En la Tabla 5.8 se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados:

**Tabla 5.8. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto**

<b>Atributo</b>	<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo plazo	1
	Medio plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1
	Medio plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario)	1
	Directo	4
Periodicidad (PR)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable de manera inmediata	1
	Recuperable a mediano plazo	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, describiendo la interacción en términos de magnitud e importancia. La importancia del impacto toma entonces valores entre 13 y 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 26 son clasificados como irrelevantes, es decir “Compatibles”. Los impactos “Moderados” presentan una importancia en el rango entre 26 y 50. Son “Severos” cuando la importancia se encuentra entre 51 y 75, y “Críticos” cuando el valor es superior a 76. Según su clasificación, los impactos son marcados en la



matriz de importancia con un color que los distingue: amarillo para los moderados, naranja para los severos y rojo para los impactos críticos.

En los Anexos 5.1 y 5.2 se presentan las matrices de ponderación de importancia de los impactos de cada una de las etapas del proyecto, que consideran el conjunto de las actividades requeridas para la ejecución del Proyecto, indicadas anteriormente en la Tabla 5.4. Del análisis de estas matrices se concluye principalmente lo siguiente:

#### *Preparación del sitio*

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de preparación del sitio del Proyecto (Anexo 5.1) se concluye lo siguiente:

- En esta etapa se presentarán impactos Compatibles y Moderados sin estimarse impactos Severos ni Críticos
- La calidad del aire será modificada de forma local, particularmente respecto al parámetro de material participado (PST y PM<sub>10</sub>), como resultado del movimiento de materiales (generación de polvos) en las actividades de despalme. Este impacto será Moderado
- En esta etapa se iniciará la modificación de la topografía con las actividades de despalme, impacto que será de mayor importancia en la segunda etapa aunque los efectos serán muy puntuales en ambos casos. Es así que este impacto resultó Moderado
- Se estima que la escorrentía natural y los patrones de flujo locales del agua pluvial dentro del predio del Proyecto, serán afectados de forma Moderada durante la preparación del sitio donde se abrirá la Obra de Aprovechamiento de Materiales
- El componente suelo tendrá impactos Moderados en esta etapa, ya que el despalme consiste en su retiro para rescate y aprovechamiento de los sitios de extracción de material, camino perimetral y el canal de derivación; además el desmonte de la vegetación favorece la ocurrencia de procesos erosivos del suelo en las mismas áreas y en las alledañas
- Los mayores impactos sobre la flora se tendrán en esta etapa, debido a la remoción de la vegetación dentro del Polígono del Proyecto, lo que se interpreta como una actividad de intensidad alta, irreversible y sinérgica, generando afectaciones de importancia Moderada a la cobertura vegetal
- El componente ambiental de la fauna presentará impactos con importancia Moderada en esta etapa del proyecto en sus factores Hábitat y Especies protegidas, principalmente cuando se realicen las actividades de desmonte
- Se estiman impactos Moderados en la continuidad paisajística y sobre las cualidades estéticas del paisaje, que si bien se consideran impactos de baja intensidad y muy localizados, son afectaciones que se acumulan al deterioro del medio perceptual en el que están inmersas las



actividades mineras, industriales, agropecuarias y de la zonas urbanas y suburbanas

- Habrá impactos benéficos en el etapa de preparación del sitio sobre el factor denominado “Servicios e infraestructura para mina” en virtud de que el suelo que sea recuperado del área de las obras podrá ser empleado para continuar con las actividades de reforestación de las presas de jales en fase de cierre progresivo. Adicionalmente, se presentarán otros impactos de carácter positivo, aunque menos relevantes, sobre el uso del territorio para actividades productivas y sobre el factor de desarrollo económico por las horas de trabajo que serán contratadas para realizar las actividades en esta primera etapa
- El desmonte y despalme del terreno limitarán de forma puntual la vocación del suelo, lo que resultará en un impacto negativo Moderado.

#### *Construcción y Operación:*

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de construcción y operación del Proyecto (Anexo 5.2), se concluye lo siguiente:

- En la etapa de construcción y operación simultánea se presentarán impactos Compatibles y Moderados, sin identificarse impactos Severos o Críticos
- El proceso de extracción de las arcillas de la Obra de Aproveccionamiento de Materiales, que consiste en los cortes, cargado, acarreo y vaciado del material, generará emisiones atmosféricas de polvos fugitivos (material particulado) de intensidad alta y extensión parcial, aunque su persistencia es fugaz y su reversibilidad es de corto plazo, considerando que una vez que se concluya el proceso, los efectos negativos sobre el componente dejarán de manifestarse
- En esta etapa se identificó al impacto de mayor importancia, aunque aún dentro del rango de los impactos Moderados, que es sobre el componente de geomorfología, producido por los cortes y la profundización de los niveles, modificando de forma intensa (Alta), inmediata, directa, continua e irreparable la topografía actual hasta -7 metros en el área de extracción de la Obra de Aproveccionamiento de Materiales
- Se estima que los patrones de drenaje natural del agua en el predio del Proyecto (cauce que lo cruza diagonalmente de NO-SE) serán afectados de forma permanente pero muy puntual con los cortes del terreno y con la construcción de la obra de control y manejo del agua pluvial (canal de derivación), por lo que se considera éste un impacto Moderado; aunque cabe destacar que el canal de derivación es al mismo tiempo una medida de prevención y mitigación de los impactos sobre el componente de Hidrología Superficial
- Ya no se presentarán impactos sobre los factores que integran al componente Flora durante la etapa de construcción y operación, excepto sobre la calidad y el estado fitosanitario de la vegetación que se ubique contigua a la Obra de Aproveccionamiento de Materiales por los efectos de las emisiones fugitivas de polvo; no obstante, este factor sería solo ligeramente afectado (impacto compatible)

- Las cualidades estéticas del sitio y la continuidad paisajista se verán alteradas todavía en esta etapa, por la construcción y desarrollo de las obras. No obstante, en el paisaje que domina el sitio actualmente, ya se introdujeron elementos artificiales al ambiente natural con antelación, por lo que el impacto resultó de importancia Moderada
- Los factores de Calidad del aire (emisiones de gases de combustión), Niveles sonoros, Calidad del agua – sedimentos, Potencial de erosión, Distribución espacial y temporal de la fauna y sus Especies Protegidas, son factores cuyos que recibirán impactos de baja importancia (compatibles) durante la ejecución de la etapa de construcción y operación del Proyecto
- Habrá impactos benéficos por el servicio que brindará la Obra de Aprovechamiento de Materiales para el proceso de beneficio y para la unidad minera en sí, así como en la continuidad en la oferta de empleos y en el desarrollo económico, además del uso del terreno para actividades productivas
- El impacto sobre la vocación del suelo, que limita sus usos potenciales y que inició en la etapa de preparación con las actividades de desmonte y despalle, se verá agravado con la extracción de las arcillas y la profundización de los cortes

#### **V.1.4.7 Valoración de impactos ambientales con ponderación de importancia de los factores ambientales**

Una vez determinado su grado de importancia, se realizó una nueva valoración de los impactos, esta vez ponderando la importancia de los factores ambientales.

Para lo anterior, se extrajeron los datos obtenidos del valor de importancia de cada uno de los impactos para cada etapa del Proyecto (Anexos 5.1 y 5.2), traspasándolos a la matriz de valoración mostrada en el Anexo 5.3. En esta matriz se pondera al efecto de acuerdo a lo significativo que es con respecto a cada factor ambiental.

A cada factor ambiental identificado se le asigna un factor de peso por su mayor o menor contribución a la situación ambiental, expresado en Unidades de Importancia (UIP). La determinación de los valores numéricos de cada factor de peso se basó en el juicio de un grupo multidisciplinario de especialistas ambientales, para lo cual se predeterminaron un total de 1,000 UIP a ser repartidos entre los distintos factores ambientales de acuerdo a su grado de contribución al sistema ambiental.

En la matriz de valoración de impactos (Anexo 5.3), se presentan en la columna del factor, las UIP asignadas a cada factor ambiental. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la sumatoria del Total Absoluto más las Unidades de Importancia de cada factor ambiental. La sumatoria por filas nos indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el proyecto. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y obras para cada etapa producirá en el medio y por tanto, su “Agresividad”.



De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del proyecto (Anexo 5.3), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La etapa más impactante, o agresiva, será la preparación de los sitios del proyecto, que considera las actividades de desmonte y despalme, lo que implica a su vez la pérdida de la cobertura vegetal y de suelo dentro de las superficies de ocupación del Proyecto
- Las Unidades de Importancia para cada uno de los factores ambientales quedaron comprendidas en un rango de 20 unidades (mínima) a 70 unidades (máxima), siendo el factor de Niveles sonoros el que obtuvo menor cantidad de UIP, mientras que los factores de Especies de interés especial de flora y Especies protegidas de fauna sumaron la mayor cantidad de UIP
- Por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.9
- Por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben, los factores ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como aparecen en la Tabla 5.10

**Tabla 5.9. Factores impactados por valor absoluto**

No.	Factor
1	Topografía
2	Continuidad paisajística
3	Vocación del suelo
4	Cauces
5	Cualidades estéticas del paisaje
6	Calidad del aire - Material particulado (PST, PM-10)
7	Especies protegidas de Fauna
8	Potencial de erosión
9	Niveles sonoros
10	Calidad del aire - Emisiones (NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> )
11	Cobertura vegetal
12	Distribución espacial y temporal de la Flora
13	Calidad y Edo. Fitosanitario de la Flora
14	Calidad del agua superficial - Sedimentos
15	Especies protegidas y/o de interés especial (Flora)
16	Distribución de unidades y profundidad del suelo
17	Cobertura de suelo
18	Hábitat
19	Distribución espacial y temporal de la fauna
20	Calidad del agua superficial - Materia orgánica

**Tabla 5.10. Factores impactados por valor relativo**

No.	Factor
1	Topografía
2	Especies protegidas de Fauna
3	Cauces
4	Calidad del aire - material particulado (PST, PM-10)
5	Vocación del suelo
6	Especies protegidas y/o de interés especial (Flora)
7	Cualidades estéticas del paisaje
8	Potencial de erosión
9	Continuidad paisajística
10	Cobertura vegetal
11	Hábitat
12	Distribución espacial y temporal de la Flora
13	Calidad del aire - emisiones (NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO <sub>x</sub> )
14	Calidad del agua superficial - sedimentos
15	Calidad y Edo. Fitosanitario de la Flora
16	Distribución de unidades y profundidad del suelo
17	Cobertura de suelo
18	Niveles sonoros
19	Distribución espacial y temporal de la fauna
20	Calidad del agua superficial - Materia orgánica

- Por la magnitud del impacto Benéfico Relativo y Absoluto que reciben, los componentes ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor importancia, como sigue: Servicios e



infraestructura para mina; Uso del territorio para actividades productivas; y Desarrollo económico

- Por la magnitud del impacto Adverso Absoluto y Relativo que reciben, los Subsistemas Ambientales pueden ser ordenados, de mayor a menor vulnerabilidad, como sigue: Medio inerte, Medio biótico, Medio perceptual y Medio Económico
- El Medio inerte recibirá impactos Adversos Compatibles (8) y Moderados (9). No se estimaron impactos Severos ni Críticos
- El Medio biótico recibirá impactos Adversos Compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos ni Críticos.
- El Medio perceptual recibirá impactos Moderados. No habrá Severos ni Críticos
- El Medio Socioeconómico recibirá impactos Benéficos en la misma escala de los Compatibles (1), y Moderados (5); además de impactos Adversos Moderados respecto a la pérdida de la vocación del suelo

#### **V.1.5 Descripción de los impactos potenciales significativos o relevantes identificados**

De acuerdo las definiciones integradas en el Glosario de esta MIA (Sección VIII.3) y con base en el Artículo 3o, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, un impacto ambiental significativo o relevante es aquel que “provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales”.

Conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) desarrollado para el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la existencia de ningún ser vivo, ni la continuidad de los procesos naturales. En estos términos, el proyecto no generará impactos potenciales significativos o relevantes.

No obstante, el PEIA permitió identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se presentarán sobre los componentes ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades del Proyecto. Asimismo, la ponderación y jerarquización de los impactos permitió discernir entre los impactos principales (de mayor importancia) y los impactos secundarios (de menor importancia). Luego entonces, en el Anexo 5.4 se presenta la memoria de cálculo detallada de la evaluación, además de una descripción de los impactos potenciales principales identificados (Anexos 5.1 y 5.2), a los cuales se les ha designado un código, conforme a lo mostrado en la siguiente Tabla 5.11.

**Tabla 5.11. Principales impactos potenciales adversos identificados**

<b>Código</b>	<b>Impacto Principal</b>	<b>Componente ambiental</b>
At-01	Emisión atmosférica de material particulado	Atmósfera
Ge-01	Modificación topográfica del terreno	Geomorfología
Hs-01	Modificación puntual de escorrentía natural	Hidrología superficial
Su-01	Remoción de suelo	Suelo
Fl-01	Disminución de la cobertura vegetal	Flora
Fa-01	Afectación del hábitat	Fauna
Pa-01	Alteración de la continuidad paisajística	Paisaje
Me-01	Limitación a la vocación del suelo	Medio económico

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales causará impactos positivos de importancia Compatible a Moderada para el Medio social y Económico. En la Tabla 5.12 se describen los impactos positivos.

**Tabla 5.12. Impactos benéficos identificados**

<b>Código</b>	<b>Impacto potencial</b>	<b>Componente ambiental</b>
In-01	Generación de servicios para la continuidad de las operaciones de la Unidad Fresnillo, particularmente respecto a la operación de las presas de jales, aumentando su capacidad y su tiempo de vida útil.	Infraestructura
Me-02	Se estima que aunque el requerimiento de personal no representará una nueva e importante oferta de empleo, sí generará algunos empleos directos e indirectos adicionales, además de que la realización del Proyecto favorecerá la continuidad de la producción y de los empleos actuales, extendiendo los beneficios que Minera Fresnillo otorga a la comunidad en general a través de sus programas sociales, que han demostrado ser bien recibidos por la gente involucrada. Este impacto es por tanto, aunque benéfico, de importancia menor (Secundario o Compatible).	Medio Económico
Me-03	El uso del territorio para actividades productivas es la contraparte del impacto adverso identificado con el código Me-01 (Limitación a la vocación del suelo). Indica que el terreno con vegetación forestal del tipo Matorral Crasicaule, cuyo grado de conservación es bajo dadas las condiciones ambientales que lo rodean y la presión antropogénica que se ha ejercido sobre el SA, se transformará en un benefactor que proveerá de servicios a la actividad productiva de la empresa promovente, que en la región tiene gran relevancia por el desarrollo que ha suscitado.	Medio Económico

### V.1.6 Impactos identificados por etapa del proyecto

Considerando que los impactos ambientales identificados en la Tabla 5.11 y Tabla 5.12 serán potencialmente causados en diferentes momentos del desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, se elaboró la Tabla 5.13 en donde se muestran los impactos potenciales principales para cada componente ambiental por etapa del proyecto:

**Tabla 5.13. Impactos potenciales relevantes en cada componente ambiental por etapa del proyecto**

Componente Ambiental	Etapa del Proyecto	
	Preparación	Construcción y Operación
Atmósfera	At-01	At-01
	Compatible	Compatible
	Compatible	Compatible
Geomorfología	Ge-01	<b>Ge-01(*)</b>
Hidrología Superficial	Hs-01	Hs-01
	Compatible	NA
	Compatible	Compatible
Suelo	Su-01	NA
	Su-02	Compatible
	Su-01	NA
Flora	Fl-01	NA
	Fl-01	NA
	Compatible	Compatible
	Fl-01	NA
Fauna	Compatible	Compatible
	Fa-01	NA
	Fa-01	Compatible
Paisaje	Pa-01	Pa-01
	Pa-02	Pa-02
Medio Socio Cultural	In-01	In-01
Medio Económico	Me-02	Me-02
	Me-03	Me-03
	Me-01	Me-01

**Simbología:**

N.A.	No aplica el impacto en esa etapa
Compatible	Impacto de importancia Compatible
Moderada	Impacto de importancia Moderada; si se considera como potencialmente severo, se indica con (*)
Severa	Impacto de importancia Severa
Positivo	Impacto positivo



### V.1.7 Impactos Acumulativos

El Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales conlleva una serie de afectaciones al entorno, en grado variable de Compatibles (asimilables por el entorno) a Moderados (modificaciones relativamente irrelevantes o fácilmente administrables con medidas de control, prevención, mitigación o compensación) sin llegar a presentar impactos de importancia Severa ni Crítica, y cuyo grado de acumulación también es variable, de acuerdo al componente ambiental evaluado. Los impactos acumulativos son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado factor ambiental, ya sean entre las obras pretendidas, obras y actividades existentes e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

El Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, para fines descriptivos de impactos acumulativos, descarta como importantes a los impactos secundarios que pueden llegar a ser acumulativos pero cuyos efectos presentan características de persistencia fugaz o temporal, reversibles a corto plazo, y recuperables a corto o mediano plazo. En términos de acumulación de impactos, se consideran como importantes a aquellos impactos principales identificados que presentan efectos permanentes, irreversibles, que pueden ser parcialmente recuperables a través de la aplicación de medidas específicas e intensas, o que sean irrecuperables.

Conforme a los criterios establecidos, solo hay 5 impactos importantes en términos de acumulación, que acentúan los efectos de impactos similares generados previamente y presentes en el SA: Ge-01, Modificación topográfica del terreno; Hs-01, Modificación puntual de escorrentía natural; Su-01, Remoción de suelo; Pa-01, Alteración de la continuidad paisajística; y Me-01, Limitación a la vocación del suelo. De entre estos impactos destacan 3 que cumplen con las condiciones dadas en ambas etapas del Proyecto, los cuales son Ge-01, Hs-01 y Pa-01; los impactos Su-01 y Me-01 solo se presentan durante la preparación del sitio. El resto de los impactos generados por la ejecución de las actividades del Proyecto son secundarios. No obstante, los impactos identificados con el PEIA sí consideran como atributo o parámetro de referencia la acumulación de la magnitud física del efecto (suma de las unidades de magnitud) y/o la acumulación de las actividades o fuentes que generan el efecto, conforme sea el caso, lo cual puede observarse en las matrices de los Anexos 5.1 y 5.2.

Los impactos acumulativos más importantes del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, corresponden a:

- Modificaciones geomorfológicas

Los cortes del terreno para la extracción de arcillas generan modificaciones en la topografía y geoformas consideradas como permanentes y acumulables a otras modificaciones dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, siendo las modificaciones más evidentes las correspondientes a las presas de jales de la Unidad Fresnillo, que pasaron de ser parte del valle a ser mesetas con más de 30 metros de altura. También puede considerarse en este rubro la modificación histórica del Cerro Proaño que antiguamente era un tajo para extracción de minerales, al grado en que se convirtió en una singularidad paisajística que es ahora plasmada en el logotipo institucional de Minera Fresnillo.

- Modificaciones a las escorrentías naturales y patrones de flujo

Entre presas y pequeños bordos para almacenamiento de agua, acueductos para abastecimiento, canales, modificaciones topográficas del terreno, además del desmonte de vegetación y el uso de predios configurados en parcelas para actividades agrícolas, han modificado a lo largo de los años los patrones de flujo y drenaje de las escorrentías naturales formadas durante el temporal de lluvias. El canal de derivación pluvial y la reconfiguración topográfica del Polígono del Proyecto suponen un efecto acumulativo sobre el componente de hidrología superficial.

- Pérdida de suelo

El Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, acumulará sus impactos sobre el componente suelo, especialmente respecto a su factor cobertura, respecto a otras actividades que afectan al entorno local y regional, destacando la eliminación del componente en las zonas con desarrollo urbano, y el despalme realizado de forma previa sobre toda las áreas con infraestructura de la Unidad Fresnillo: zona industrial, patios de tiros y rampas, presas de jales y sitios donde se ha construido infraestructura de apoyo para la unidad minera.

- Transformación del paisaje natural

El paisaje, definido por el conjunto de los componentes bióticos y abióticos del medio ambiente, seguirá perdiendo sus cualidades naturales y la continuidad de sus elementos por la modificación permanente de algunos factores impactados, y por la inserción de más elementos artificiales.

Otros impactos acumulativos secundarios que vale la pena destacar son:

- Afectaciones a la vegetación (cobertura vegetal y calidad)

El desmonte requerido para el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales que se encuentra en terrenos forestales, se acumulará a la pérdida de la cobertura vegetal ocasionada por el desarrollo de las actividades antrópicas dentro del SA, principalmente las agrícolas y la urbanización.

- Degradación del hábitat de fauna silvestre

Si bien el efecto de degradación del hábitat de fauna silvestre, anticipado para el Proyecto, tiende a ser puntual, es posible que exista una acumulación de los efectos y se incremente el grado de degradación al conjugar las actividades en la zona, que son principalmente urbanas, agrícolas y minero-industriales.



## **VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

El presente capítulo se caracteriza por ser un instrumento de gestión ambiental que será llevado a cabo por la empresa Minera Fresnillo, S.A. de C.V. durante el desarrollo de las actividades del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, con la finalidad de planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar y/o compensar los efectos previsibles producto de la ejecución del Proyecto.

Así pues, se hace necesario definir las medidas que se agruparan en función de su naturaleza con respecto a las etapas mencionadas anteriormente de acuerdo a la siguiente tipología:

- Medidas preventivas: son aquellas que van encaminadas a evitar o minimizar el potencial de ocurrencia de posibles daños ocasionados por el Proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.
- Medidas mitigadoras o correctoras: son aquellas que se definen para reparar o reducir los daños que inevitablemente se generarán por las obras o actividades del Proyecto, de manera que sea posible concretar las acciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.
- Medidas compensatorias: aquellas que tienen por objeto producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado.

A continuación se describen algunas de las medidas generales que involucran a la política que la empresa Minera Fresnillo, S.A. de C.V. adoptará para la ejecución de las actividades del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

### **Supervisión Ambiental**

En la línea de desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se ha descrito que el Proyecto es considerado como una obra complementaria a la operación de la Unidad Fresnillo, en particular del área industrial (recuperación y concentración de minerales mediante proceso de flotación), y específicamente de las presas de jales.

En este sentido, la Obra de Aprovechamiento de Materiales no será considerada como una obra independiente o ajena a los procedimientos que Minera Fresnillo tiene instaurados para el mejoramiento continuo de su desempeño ambiental en todas sus instalaciones y procesos, compromiso adquirido de forma voluntaria a través de su adscripción al Programa Nacional de Auditoría Ambiental, regulado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y por el cual se ha hecho acreedora a la certificación como Industria Limpia con vigencia al 2015.

El Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias de Minera Fresnillo, que tiene como objetivo y meta primaria el cumplimiento de la normatividad y la aplicación de las políticas ambientales de la empresa, contiene los instrumentos necesarios para asegurar la



integración del Proyecto a los procesos de supervisión y auditoría, además de la correcta aplicación de las medidas y asignación de responsabilidades al personal que deberá vigilar los aspectos ambientales durante el desarrollo del Proyecto (supervisores ambientales).

De esta manera, se establecerá un Programa de Vigilancia Ambiental para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del Proyecto, así como los sistemas de control y medidas de estos parámetros. Como parte del programa, las principales acciones que desempeñarán los supervisores son las siguientes:

- Recorridos continuos por todos los frentes de trabajo con relación al Proyecto, incluyendo las rutas de acarreo de los materiales hacia las presas de jales
- Informar y hacer cumplir la política ambiental y las reglas generales de Seguridad y Medio Ambiente, a todo el personal involucrado
- Llevar estricto control de actividades y/o medidas establecidas para la prevención, mitigación y control de impactos al medio ambiente, descritas en este capítulo
- Evaluar la necesidad de proponer cambios en las medidas de prevención y mitigación
- Verificar las condiciones de seguridad e higiene laboral de los frentes de trabajo y de todo el personal con el fin de prevenir accidentes
- Levantar reportes y atención a incidentes
- Verificar que en el área del Proyecto no haya generación, manejo ni almacenamiento de residuos de ningún tipo, y que los que sean generados en otros sitios, como en los talleres de mantenimiento, reciban un adecuado manejo conforme a los procedimientos específicos
- Verificar que la maquinaria y equipos asignados al Proyecto operen siempre en buenas condiciones, y en caso contrario, exigir al personal a cargo la interrupción de la operación y su traslado inmediato a los talleres correspondientes para su mantenimiento
- Efectuar control correctivo en caso de detectar desviaciones en algún equipo, implicando paro de actividad, inspección y arreglo/ajustes
- Monitorear las condiciones generales de la vegetación dentro del área de amortiguamiento y seguridad, y en los terrenos forestales circundantes al Polígono del Proyecto (salud, vigor, renuevos, plaga, enfermedad, muerte)
- Coordinar la aplicación buenas prácticas operativas para el mejoramiento del desempeño ambiental del proyecto

Como evidencia de la implementación del programa y cumplimiento de sus objetivos, se elaborarán reportes en los que quede demostrado el cumplimiento de las medidas descritas en este capítulo más las que sean indicadas por la autoridad en el correspondiente resolutivo, a través de la descripción de las acciones de seguimiento continuo y de fotografías con fecha y georeferencia que muestren los cambios progresivos en las condiciones del Polígono del Proyecto. Estos reportes se elaborarán con una periodicidad anual en función de las condiciones de operación del Proyecto, que como se ha indicado, dependen del avance en el crecimiento de los bordos de las presas de jales y por lo tanto los trabajos serán intermitentes y de frecuencia irregular. Los reportes serán entregados a la Delegación Federal de SEMARNAT Zacatecas para informarle a la autoridad sobre las condiciones del sitio, los avances del proyecto, y el grado de interacción de las obras sobre el medio físico.



Asimismo se deberá llevar una bitácora de operación en la que se registren los avances del Proyecto, incluyendo información sobre las fechas en las que se ejecutan actividades que conciernen al Proyecto; las horas de trabajo acumuladas durante los periodos de operación; el volumen de arcillas extraído por periodo de operación y el acumulado; la maquinaria, el número de camiones de volteo y el personal empleado; observaciones generales del sitio; y demás aspectos técnicos operativos de la Obra de Aprovechamiento de Materiales. El control de esta bitácora será responsabilidad del encargado de las presas de jales, quien además fungirá como responsable técnico de los trabajos en el área del Proyecto. La información concentrada en la bitácora de operación deberá ser integrada en los informes anuales de cumplimiento a las medidas establecidas y a los términos y condicionantes que sean impuestos al Proyecto.

La descripción del Programa de Vigilancia Ambiental se complementa en el siguiente capítulo, Sección VII.3.

#### ***VI.1 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos relevantes identificados***

De acuerdo al PEIA y a las definiciones aclaradas en el Capítulo V de esta MIA, el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales no generará impactos relevantes o significativos.

No obstante, el ejercicio de la descripción de medidas para los impactos identificados se realizará a continuación para los 8 impactos principales (moderados) que potencialmente podrá generar el Proyecto, los cuales están enlistados en la Tabla 5.11 (Capítulo V) y cuya descripción a detalle con su respectiva memoria de cálculo se encuentra en el Anexo 5.4.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos principales sobre los componentes ambientales, que serán ejecutadas durante la etapa del Proyecto que corresponda y sin contravención a las medidas que la propia SEMARNAT dictamine como condicionantes para la autorización del proyecto, se muestran en la Tabla 6.1.



**Tabla 6.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados**

Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en las que se aplicará	Descripción de la medida
Atmósfera	At-01 Emisión atmosférica de material particulado	Mitigación	Preparación y Construcción-Operación	Durante las actividades de desmonte y despalme, así como en las jornadas de trabajo en los periodos de operación del proyecto, se humedecerán con agua tratada los sitios donde se esté extrayendo el material, en los caminos de acceso, perimetral y en las rutas de acarreo, mediante los camiones cisterna (pipas), con la frecuencia necesaria para reducir el levantamiento y dispersión de polvos fugitivos. En periodos en los que no se esté operando la Obra y fuera de la temporada de lluvias, se evaluará la necesidad de riego periódico en el Polígono del Proyecto, con una frecuencia en función de las condiciones climáticas (viento y humedad) y de la cantidad de polvo visiblemente levantado y dispersado
		Mitigación	Construcción-Operación	El manejo del material extraído deberá estar sujeto a la protección permanente para evitar su dispersión antes de su destino final**. Para ello, durante el acarreo de arcillas de la Obra de Aprovechamiento de Materiales a los bordos de las presas de jales, las cajas de los camiones de volteo deberán estar cubiertas con lona y se deberá procurar que el material contenga suficiente humedad
		Prevención	Construcción-Operación	Se evitará exponer mucho volumen y durante mucho tiempo (almacenamiento) las arcillas extraídas de la Obra, en el mismo sitio o en otros. Para ello se reducirá al máximo posible el tiempo entre la extracción de las arcillas y su empleo en las actividades para el crecimiento de los bordos
Geomorfología	Ge-01 Modificación topográfica del terreno	Mitigación	Preparación	Si bien el impacto causado a la geomorfología es un impacto residual sin medidas preventivas o de mitigación (entendido como la modificación por cortes provocando la modificación del terreno original), existen una serie de tareas que ayudarán a mitigar el impacto que esta actividad provoca sobre otros componentes ambientales, reduciendo con esto la cadena sinérgica del impacto; estas obras son: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Delimitación clara y supervisada de los límites de las zonas y sitios a afectar</li> <li>2. Capacitación y concientización ambiental a operadores de maquinaria pesada</li> <li>3. Construcción del canal para control y manejo de agua de lluvia</li> </ol>



Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en las que se aplicará	Descripción de la medida
				4. Conformación estable y segura de los taludes y banqueo en cada nivel de la Obra de Aproveccionamiento de Materiales
		<b>Compensación</b>	<b>Cierre y Abandono</b>	Incorporación de la Obra de Aproveccionamiento de Materiales al Plan de Restitución y Cierre de la Unidad Fresnillo, para planear y programar maniobras específicas para el sitio a fin de estabilizarlo física, química y biológicamente
<b>Hidrología superficial</b>	<b>Hs-01 Modificación puntual de escorrentía natural</b>	<b>Prevención y Mitigación</b>	<b>Construcción-Operación</b>	Se construirá un canal de derivación pluvial con el que con el que se evitará que el agua escurra hacia el interior de la superficie de explotación, derivándola por el contorno exterior del Polígono del Proyecto hasta el Arroyo Prieto. Esta medida además de que reduce riesgos por encharcamiento, derrumbes y erosión hídrica en la Obra de Aproveccionamiento de Materiales, se evita la alteración de sus parámetros de calidad y se reduce también la extensión del impacto sobre la escorrentía que cruza el área del Proyecto, conduciendo y descargando el escurrimiento en la misma zona donde se incorpora de forma natural al arroyo.
		<b>Prevención</b>	<b>Preparación</b>	Se delimitarán con elementos visuales los límites del Polígono del Proyecto, el cual considera un área de amortiguamiento de 70 m respecto al cauce del Arroyo Prieto para evitar la interacción con ese cuerpo de agua
		<b>Prevención</b>	<b>Preparación</b>	Se deberá formar una barrera física que impida el arrastre de material particulado hacia el cauce o lecho del cuerpo de agua, la cual deberá construirse de materiales diferentes a la arena, grava, tepojal, tezontle o tepetate, pudiéndose emplear para tal fin cualquier tipo de rocas de gran tamaño, o inclusive utilizando especies vegetales.**
<b>Suelo</b>	<b>Su-01 Remoción de suelo</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Preparación, Cierre y Abandono</b>	Se recuperará el suelo orgánico removido de las actividades de preparación del sitio para acciones de reforestación, ya sea para el mismo Polígono del Proyecto al finalizar su vida útil o para la reforestación de las presas de jales en proceso de restitución (Beleña y Los Chinos 3)
		<b>Prevención y Mitigación</b>	<b>Preparación, Cierre y Abandono</b>	Antes de iniciar las obras se revisará que las condiciones del área de depósito de suelo orgánico (topsoil) en el predio adyacente al Norte del Proyecto dentro de la unidad minera, garanticen su protección contra procesos erosivos, o en caso contrario se acondicionará el sitio. Se debe tener en consideración que el almacenamiento de suelos debe ser



Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en las que se aplicará	Descripción de la medida
				en pilas ajustadas al espacio disponible, se debe tener en cuenta además, que la acumulación excesiva de suelo en un mismo lugar puede repercutir en la calidad del suelo mismo, ya que con alturas excesivas, en el suelo más interior se inhibe la capacidad de intercambio gaseoso, afectando la microfauna la cual brinda enriquecimiento orgánico a la estructura del suelo.
		<b>Mitigación</b>	<b>Construcción-Operación</b>	Las obras a realizar serán planificadas de tal manera que se minimicen las áreas a intervenir. Se respetará el diseño de la obra y se protegerá el área de amortiguamiento y seguridad durante el desarrollo de las actividades
		<b>Prevención</b>	<b>Construcción-Operación</b>	Se procurará realizar el desmonte, despalme y los cortes del primer nivel conforme se vayan requiriendo las arcillas para el crecimiento de los bordos, evitando la remoción de la vegetación y del suelo de toda la superficie del Proyecto con demasiada anticipación
		<b>Prevención</b>	<b>Construcción-Operación</b>	Se deberán realizar monitoreos periódicos, con el objeto de identificar la presencia de fenómenos erosivos en las áreas aledañas a las afectadas por la transformación de la topografía
<b>Flora</b>	<b>F1-01 Disminución de la cobertura vegetal</b>	<b>Prevención y Mitigación</b>	<b>Preparación</b>	El desmonte de la vegetación será únicamente en las superficies autorizadas para el cambio de uso de suelo. Las actividades de tala y roza se llevaran a cabo con el apoyo de motosierras y maquinaria para el transporte y manejo del material desmontado. Se realizará el debido mantenimiento de la maquinaria utilizada para evitar derrames de fluidos o cualquier otro elemento contaminante. Quedará estrictamente prohibido el uso de fuego, de herbicidas u otros químicos para las actividades de desmonte.
		<b>Mitigación</b>	<b>Preparación</b>	Se realizará una densificación a través de la reubicación de los individuos de la especie <i>Mammillaria heyderi</i> que se localicen dentro del superficie a desmontar, ya que su crecimiento lento la distingue como una especie de interés especial para conservación, sin que esta acción sea coercitiva bajo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. El sitio más apropiado para la reubicación de las biznagas es dentro del mismo predio, en las áreas forestales que se establecieron como zonas buffer en el diseño del Proyecto para su delimitación, dado que permanecerán inalteradas por las obras del Proyecto y se poseen condiciones ambientales similares



Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en las que se aplicará	Descripción de la medida
		<b>Mitigación</b>	<b>Preparación y Construcción-Operación</b>	Se delimitarán las áreas de trabajo para minimizar la intervención de vegetación en las áreas de obras del proyecto, incluyendo la franja de amortiguamiento y seguridad, en la que no habrá desmontes
		<b>Prevención</b>	<b>Construcción-Operación</b>	Se procurará realizar el desmonte, despalme y los cortes del primer nivel conforme se vayan requiriendo las arcillas para el crecimiento de los bordos, evitando la remoción de la vegetación y del suelo de toda la superficie del Proyecto con demasiada anticipación
		<b>Compensación</b>	<b>Cierre y Abandono</b>	Se integrará la Obra de Aprovechamiento de Materiales al Plan de Restitución y Cierre de la Unidad Fresnillo, para planear y programar maniobras específicas para el sitio a fin de estabilizarlo física, química y biológicamente. El PRC incluye la reforestación de todos los sitios que no tendrán un uso específico posterior, incluyendo el área de las presas de jales frente al Polígono del Proyecto, lo que recuperará parte de la cobertura vegetal. Hay una alta probabilidad de reforestar toda el área afectada por el Proyecto, misma que deberá ser confirmada hacia el cierre del Proyecto, en caso de que no se planeé un uso post-minero diferente para el sitio que sea más eficiente en términos de sustentabilidad y con el enfoque integral de restitución de la unidad minera
<b>Fauna</b>	<b>Fa-01 Afectación del hábitat</b>	<b>Prevención</b>	<b>Preparación</b>	Se realizará una revisión y censo de madrigueras y nidos de fauna dentro del Polígono del Proyecto previo al desmonte de la vegetación, a fin de determinar la necesidad de realizar recorridos de ahuyentamiento y acciones de rescate y reubicación de especies de baja movilidad, y en su caso, definir medidas más específicas sobre el manejo de la fauna.
		<b>Prevención</b>	<b>Construcción-Operación</b>	Se procurará realizar el desmonte, despalme y los cortes del primer nivel conforme se vayan requiriendo las arcillas para el crecimiento de los bordos, evitando la remoción de la vegetación y del suelo de toda la superficie del Proyecto con demasiada anticipación
		<b>Mitigación y Compensación</b>	<b>Todas</b>	Se reconocerán las áreas propicias para la conservación de la fauna, las franjas o fragmentos de terrenos con vegetación forestal y que se encuentran fuera de cualquier actividad minera, y las áreas restituidas y rehabilitadas (como los humedales sobre las presas de jales Los Chinos 1 y 2), que funjan como hábitat de vida silvestre, para complementar y continuar con las acciones de manejo de fauna silvestre para fines de conservación. ♦ ♦



Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en las que se aplicará	Descripción de la medida
Fauna	Fa-01 Afectación del hábitat	Compensación	Cierre y Abandono	El manejo del hábitat degradado por la explotación minera, comienza con la recuperación del suelo, a partir de aporte de materia orgánica y manejo adecuado de la humedad correspondiente; esta medida es indispensable para la recuperación de la estructura y función del suelo como sustrato de la vegetación y esta última funja como un hábitat propicio para la vida silvestre. Estas consideraciones se deberán tomar en cuenta para la integración de la Obra de Aprovechamiento de Materiales al Plan de Restitución y Cierre de la unidad minera, a fin de definir y programar las maniobras más adecuadas que conduzcan al sitio a una estabilización biológica y restablecimiento de hábitat.
		Mitigación	Preparación, Construcción-Operación	Continuar con las acciones de educación ambiental con los trabajadores del Proyecto (a través de folletos, posters, charlas etc.) a manera de que entiendan la importancia de conocer, valorar y conservar la fauna y su hábitat.
Paisaje	Pa-01 Alteración de la continuidad paisajística	Prevención, Mitigación y Compensación	Todas	Las obras serán planificadas de tal manera que se minimicen las áreas a intervenir; en general las medidas de mitigación contempladas para los componentes ambientales (topografía, suelos y vegetación) tienen implicación directa con el entorno visual del proyecto.
		Compensación	Cierre y Abandono	Los impactos sobre el componente paisajístico son inherentes a las obras que se desarrollan en entornos naturales, por la intrusión visual de elementos artificiales y ajenos al paisaje natural. La reforestación de áreas afectadas que se lleve a cabo a partir de que finalice la etapa constructiva del proyecto, y la ejecución de actividades para restauración y rehabilitación del sitio, una vez que llegue a su fin la vida útil de la unidad minera, serán una medida de compensación a la alteración de la armonía visual y la continuidad paisajística a largo plazo.
Medio económico	Me-1 Limitación de la vocación del suelo	Prevención y Mitigación	Preparación y Construcción-Operación	Para evitar una mayor afectación, todo el personal, vehículos y maquinaria deberá desplazarse y emplearse en las áreas contempladas y manifestadas para el Proyecto, restringiendo la ocupación de áreas a las que sean estrictamente necesarias para el desarrollo de las actividades del Proyecto asociado a la operación de las presas de jales de la unidad minera.
		Compensación	Cierre y Abandono	Las áreas donde se construya y opere la Obra de Aprovechamiento de Materiales, difícilmente podrá albergar usos de suelo productivos en un



Componentes ambientales	Impacto	Tipo de medida	Etapas en las que se aplicará	Descripción de la medida
				futuro; sin embargo, las actividades que serán planeadas para el cierre y abandono del sitio al final de la vida útil de la unidad minera, se enfocarán a la restauración y rehabilitación de los componentes ambientales, con lo que se podrá favorecer la recuperación parcial de la vocación del suelo, siendo apto para reestablecer y albergar nuevamente vida silvestre.

\*\* Estas medidas están incluidas como lineamientos en las normas estatales de referencia consultadas para el diseño de la Obra de Aprovechamiento de Materiales

++ Respecto a las acciones de manejo de fauna silvestre, como medidas compensatorias a la potencial degradación del hábitat producido por el desarrollo del Proyecto, cabe destacar el esfuerzo y logros de Minera Fresnillo en la materia, con la restitución de antiguas presas de jales y su transformación en un Parque Ecológico, en el que se reconocen oficialmente los humedales artificiales como sitios en los se ha establecido un hábitat para diversas especies, principalmente patos de la región y migratorios. Además, el Parque Ecológico cuenta con una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) del tipo intensiva, autorizada por la Dirección General de Vida. Esta área fue designada para realizar actividades de restauración y rehabilitación de la flora y fauna silvestre, e inició sus actividades apoyando a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para dar asilo y protección a especies incautas. Minera Fresnillo elaboró el respectivo Plan de Manejo de la UMA, solicitado por la autoridad, y tiene instaurados procedimientos específicos como parte de su Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias (SSMARC), para el manejo de las especies animales silvestres que lleguen al Parque Ecológico. De esta manera, se adoptaron protocolos para el cuidado de los ejemplares, incluyendo la verificación diaria de su estado, realizada por un técnico responsable de la UMA. Cuenta con servicios veterinarios, prácticas de desparasitación y vacunación de manera rutinaria, además de que cada ejemplar cuenta con un expediente clínico detallado. Con 16 ejemplares de 6 especies diferentes de mamíferos y reptiles, nacidos en la UMA, se debe destacar el buen manejo que se tiene del Parque, que además funciona los fines de semana como un zoológico abierto a todo público, promoviendo también visitas guiadas y visitas escolares programadas con fines educativos; lo que representa un impacto benéfico al medio biótico y socioeconómico en el que está establecida la Unidad Fresnillo.



## ***VI.2 Descripción de las medidas de prevención, mitigación o compensación para los impactos NO relevantes identificados, por componente ambiental***

Para la mayoría de los impactos secundarios identificados, se aplicarán las siguientes medidas, acomodadas por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar más sus efectos. Éstas medidas podrán ser integradas dentro de los reglamentos, procedimientos y/o programas que la empresa promovente, Minera Fresnillo, S.A. de C.V., elabore para la ejecución adecuada, eficiente y segura de las actividades del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, en cualquiera de sus etapas.

### ***Atmósfera***

- Para el tránsito de vehículos (camiones, equipo pesado y vehículos de servicio) se implementarán en el área del Proyecto métodos de control de velocidad (señalización, instrucciones y reductores de velocidad), campañas educativas para las personas vinculadas al Proyecto.
- Se llevara una revisión periódica de equipos y maquinaria a fin de que estos, se encuentren con niveles máximos de emisión certificados por el fabricante y en cumplimiento con las normatividad correspondiente a emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Queda prohibida la quema o combustión a cielo abierto de cualquier tipo de residuo, con el objetivo de evitar emisiones a la atmósfera e incendios forestales
- El diseño de las rutas de acarreo de material deberá contemplar las mínimas distancias factibles, con el propósito de reducir la generación de emisiones y consumo de combustible
- Se aplicará el programa de monitoreo de concentración de partículas suspendidas en el aire al área del Proyecto, con una frecuencia semestral o en su defecto anual
- Para mitigar el impacto ocasionado por el aumento de los niveles de ruido se realizara mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos que son generadores de ruido
- Todo el personal que se encuentre en las áreas de trabajo deberá contar con el equipo de protección personal (EPP) adecuado, de acuerdo con las normas aplicables en la materia

### ***Suelos***

- En las etapas iniciales del proyecto se deberá evitar las excavaciones y remociones de suelo innecesarias, ya que las mismas ocasionan daños al hábitat, y por ende a la flora y a la fauna, incrementando el potencial de los procesos erosivos
- Se deberá monitorear que el apilamiento de suelo orgánico en el depósito temporal sea estable para evitar su erosión eólica e hídrica
- Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto
- En las áreas donde exista el riesgo de que la superficie del terreno se desestabilice a consecuencia de los procesos erosivos del suelo (flujo de corrientes superficiales), sobrecarga, o cualquier otro problema geotécnico o ambiental, la supervisión ambiental tomara las medidas de protección necesarias
- La promovente y personal operario estarán al pendiente de la revisión y mantenimiento de maquinaria y vehículos, esta actividad se realizara en áreas destinadas y equipadas para su



manutención y evitar lugares temporales como dentro del propio Polígono del Proyecto, caminos u otras zonas de trabajo, con el objeto de evitar la contaminación del suelo

- La recarga de combustible solo podrá realizarse en las estaciones existentes de la Unidad Fresnillo

### ***Flora***

- Se deberá capacitar al personal en cuanto al manejo de las especies vegetales al momento de la extracción y reubicación de la *Mammillaria heyderi*, teniendo los cuidados necesarios para la supervivencia de las plantas.
- La reubicación de las especies de flora deberá realizarse en las primeras horas de la mañana y en sitios que cuenten con las mismas condiciones de hábitat que tenía el lugar donde se realizó la extracción de los individuos (preferentemente dentro del mismo predio)
- Se evitara la introducción de especies exóticas
- Como parte de las actividades de cierre progresivo para la restitución de todas las áreas de la Unidad Fresnillo, se continuarán con las actividades de reforestación en áreas afectadas y fuera de operación y donde no se planeó la realización de ninguna obra o actividad para compensar los impactos ambientales generados por el Proyecto. Dicha reforestación incluye un monitoreo periódico de las especies, para garantizar su establecimiento y supervivencia.

### ***Fauna***

- Se colocarán en los accesos al área del Proyecto señaléticas especificando el cuidado y respeto a la fauna silvestre y donde se prohíba estrictamente la caza, captura extracción y/o cualquier perjuicio hacia fauna silvestre dentro del área del Proyecto y zonas aledañas
- Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto
- En caso de ser requerido el rescate o reubicación de fauna silvestre, el manejo de los individuos (captura y manipulación) deberá ser realizado por personal capacitado en el manejo de vida silvestre, y en zonas que cuenten con las condiciones óptimas o similares al sitio donde se realizó la captura de cada individuo
- Controlar el ingreso de fauna introducida a las áreas forestales contiguas al Proyecto, como perros y gatos, que pudieran depredar especies silvestres o que pueda competir o desplazar a la fauna silvestre.
- Minimizar la alteración de relictos de vegetación durante la construcción-operación del Proyecto, que puedan conformar hábitats para la fauna
- No se permitirá la caza de animales silvestres. Se establecerán sanciones en caso de incumplimiento
- Se deberán hacer recorridos de supervisión continuos por los caminos de acarreo de material, y llevar una bitácora para el monitoreo de atropellamientos de fauna. Si estos se presentan de manera recurrente, se deberán implementar medidas adicionales para el cruce seguro de la fauna aumentando señalización junto a reductores de velocidad



### *Paisaje*

- Se debe buscar siempre armonizar de manera visual el área del proyecto con el medio circundante, de tal manera que el observador ajeno al Proyecto no tenga un impacto visual negativo o que en su defecto el impacto visual sea mínimo
- Se continuarán con las maniobras de cierre progresivo de áreas fuera de uso entorno al predio del Proyecto y en la Unidad Fresnillo para iniciar procesos de restauración aún durante la vida operativa del Proyecto y de la unidad minera, con el fin de reducir los tiempos para la regeneración, adaptación y recuperación de las condiciones ambientales de esas áreas.

### *Medio económico (vocación del suelo)*

- Realizar estudios socioeconómicos con visión hacia el cierre de la Unidad Fresnillo para identificar áreas de oportunidad y potenciales usos post-mineros del área de extracción de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales
- La reforestación de áreas afectadas en la unidad minera, a las que se sumará el área del Proyecto, es considerada como medida de compensación a la limitación a la vocación del suelo.

### **VI.3 Impactos residuales**

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan los siguientes impactos residuales<sup>2</sup> para cada componente ambiental, como resultado de la ejecución del Proyecto de Obra Asociada al Aprovisionamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales

#### *Atmósfera*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción y operación simultánea, a pesar de los riegos y humedecimiento del material y áreas de trabajo, se emitirán polvos fugitivos a la atmósfera por el movimiento de material, particularmente en las actividades de despalme, cortes y movimientos de material, incluyendo la carga, descarga y acarreo de arcillas. Así mismo, la operación de la maquinaria en esta etapa y el tránsito de camiones de volteo aumentarán los niveles de emisiones de gases de combustión, aun cuando operen en óptimas condiciones. No obstante, ninguna de estas emisiones será fija, permanente ni continúa dadas las condiciones de operación del Proyecto.

Estos factores podrían producir un cambio parcialmente localizado en la calidad del aire, pero será notablemente disminuido aplicando las medidas preventivas y de mitigación para este impacto moderado. Aunque habrá emisión de contaminantes atmosféricos por los motores de combustión, no se espera un decremento en la calidad del aire en la zona, en función de las concentraciones emitidas y las características climatológicas en el SA que permitirán una disipación de los mismos.

El ruido generado por la maquinaria y por las propias actividades del Proyecto serán inevitables aunque el nivel de ruido se desvanecerá conforme mayor sea la distancia con respecto del punto de emisión, debido principalmente a la presencia de barreras acústicas, como lo son la cobertura vegetal

---

<sup>2</sup> Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación.



alrededor del predio y las variaciones topográficas artificiales del terreno (presas de jales y relleno sanitario) y los propias paredes de la Obra de Aproveccionamiento, conforme se vaya extrayendo materiales a mayor profundidad. No se espera una afectación importante por este factor.

### *Geomorfología*

La Obra de Aproveccionamiento de Materiales y sus obras asociadas, afectarán sensiblemente a la topografía desde el arranque del Proyecto y con mayor intensidad durante la etapa de construcción y operación simultánea. La alteración de las curvas de nivel actuales de manera localizada, es inevitable, pero los niveles de la Obra serán estabilizados desde su operación y se aplicarán maniobras específicas al final de su vida útil dentro de la etapa de cierre para su restitución de forma que no representen un riesgo ni un potencial desequilibrio al medio ambiente.

### *Hidrología*

Aun aplicando las medidas indicadas, se habrá alterado de forma permanente desde el inicio de los trabajos los patrones de flujo y drenaje natural del predio en forma muy puntual (dentro del Polígono del Proyecto), por la modificación localizada de las curvas de nivel y por la construcción del canal de derivación, sin que esta alteración represente impactos indirectos asociados aguas arriba o aguas abajo de la escorrentía intermitente, ya que el objetivo del propio canal de derivación es evitar esta situación. De esta manera, no se prevé que haya alguna alteración de consideración en el balance hídrico de las nanocuenas que son abarcadas por el Proyecto, ni en la microcuenca que lo contiene, por la ejecución de las actividades pretendidas.

### *Flora y fauna*

La pérdida de la cobertura vegetal y la extracción de los materiales que conforman el terreno representan la eliminación de hábitat local y la degradación de hábitat de la zona por efectos indirectos. El impacto residual se considera secundario (poco importante), en principio por la intensa presión antropológica sobre los componentes ambientales en la región (desarrollo urbano, agricultura, minería, industria) que tiene muchos años y que ha reducido y limitado los espacios forestales, que además presentan una degradación de su calidad y estado de conservación. Como medidas para contrarrestar el impacto residual, se realizarán actividades de reubicación de flora y recorridos para revisión de posibles nidos y madrigueras, para el rescate y/o ahuyentamiento de fauna, y actividades de reforestación dentro de la Unidad Fresnillo como parte del cierre progresivo y mejoramiento ambiental, lo que propiciará que al finalizar las actividades de la etapa de cierre y abandono se estabilicen los componentes bióticos.

Los efectos ambientales residuales para la vida silvestre son poco significativos ya que no existen situaciones con alta probabilidad de efectos permanentes o largo plazo de gran magnitud sin solución desde el punto de vista técnico.

### *Paisaje*

El principal impacto residual de la ejecución del Proyecto sobre este componente, corresponde a la modificación de la topografía, que será de carácter permanente e irrecuperable. No obstante, la transformación progresiva del paisaje lleva años, convirtiendo el paisaje natural cada vez más en un



paisaje urbano, con un valor estético relativo que está en función de más elementos que solo los componentes naturales; y dentro del cual se presenta una zona de transición entre los terrenos agrícolas y el espacio urbano. En esta zona de transición es donde justo se sitúa la unidad minera y el Proyecto en particular.

Las maniobras aplicables al cierre de la Obra de Aprovechamiento de Materiales deberán conducir al sitio a hacia una condición de compatibilidad con el entorno.

*Medio económico (vocación del suelo)*

El cambio del uso de suelo en principio puede alterar de forma irrecuperable la vocación del suelo para otras actividades socioeconómicas, como la agricultura o ganadería. Sin embargo, un potencial uso post-minero del sitio implica que la superficie afectada por el Proyecto puede revegetarse procurando nuevamente un uso predominantemente forestal para conservación de vida silvestre. Previo a la etapa de cierre y abandono de la Unidad Fresnillo, se actualizará el Plan de Restitución y Cierre definitivo, en el que se definirá el uso más adecuado para el sitio, con base en las condiciones al momento y a las necesidades ambientales, sociales y económicas identificadas entorno a la unidad minera.

No se prevén impactos ambientales significativos a centros de población, cuerpos de agua, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios aledañas al sitio del Proyecto, que pudieran ser ocasionados por el Proyecto, e incluso se considera que la selección del sitio contribuye a la instalación del Proyecto en un terreno con adecuada aptitud en términos de actividades productivas potenciales.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 *Pronóstico del escenario*

En este punto se describe el pronóstico ambiental para la zona, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental (SA), los impactos positivos y adversos del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como los impactos residuales del Proyecto.

Primeramente se realizó un análisis de la situación actual de los componentes ambientales en el sitio donde se pretende realizar el Proyecto, es decir, sobre el área donde se asentará el polígono de afectación del mismo y en su Sistema Ambiental. Dicho análisis se presenta en la Tabla 7.1, y es el resultado de la aplicación de los criterios utilizados para la identificación cualitativa de los impactos generales previstos para el área una vez desarrollado el Proyecto (Intensidad, Amplitud, Importancia y Signo del impacto), descritos en la Sección V.1.4.4 – Capítulo V del presente documento. Posteriormente se hizo una comparación del análisis del escenario actual contra el análisis cualitativo de los impactos generales identificados para el Proyecto (Tabla 5.5).

**Tabla 7.1. Estimación general de impactos que existen actualmente**

<b>Componente ambiental</b>	<b>Intensidad de la alteración</b>	<b>Amplitud del impacto</b>	<b>Importancia del impacto</b>	<b>Signo</b>
Atmósfera	Media	Local	Media	-
Geomorfología	Media	Local	Media	-
Hidrología Superficial	Media	Local	Mayor	-
Suelo	Media	Local	Media	-
Flora	Alta	Regional	Mayor	-
Fauna	Alta	Regional	Mayor	-
Paisaje	Alta	Local	Media	-
Infraestructura	Alta	Regional	Mayor	+
Medio Económico	Alta	Regional	Mayor	+

La comparación de la Tabla 7.1 (escenario actual) con la Tabla 5.5 (escenario con Proyecto), se presenta en la Tabla 7.2, donde se muestran los cambios ya sea positivos, negativos o no representativos que traerá el desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

**Tabla 7.2. Comparación de las estimaciones generales de impactos actuales y con Proyecto**

Componente ambiental	Intensidad de la alteración		Amplitud del impacto		Importancia del impacto		Signo
	Actual	Con Proyecto	Actual	Con Proyecto	Actual	Con Proyecto	
Atmósfera	Media	Media	Local	Local	Media	Menor	-
Geomorfología	Media	Media	Local	Puntual	Media	Media	-
Hidrología superficial	Media	Media	Local	Puntual	Mayor	Menor	-
Suelo	Media	Media	Local	Puntual	Media	Media	-
Flora	Alta	Media	Regional	Puntual	Mayor	Media	-
Fauna	Alta	Media	Regional	Local	Mayor	Menor	-
Paisaje	Alta	Media	Local	Puntual	Media	Menor	-
Infraestructura	Alta	Media	Regional	Local	Mayor	Media	+
Medio económico	Alta	Baja	Regional	Puntual	Mayor	Menor	+

Se debe recordar que la estimación general de impactos generados por el Proyecto (Tabla 5.5), analiza exclusivamente los efectos que se producirían con las obras en cada etapa, sin considerar la reducción o atenuación de los efectos por la aplicación de las medidas de prevención y mitigación; y que la Tabla 7.1, hace una revisión del estado cualitativo de los componentes ambientales en el escenario actual a la misma escala en que se analizaron los impactos del Proyecto. Teniendo esto en cuenta, en el escenario modificado se consideran los efectos acumulativos de los impactos del Proyecto. Así, siempre predominará en la metodología comparativa para el desarrollo del escenario modificado, los impactos que cualitativamente sean de mayor intensidad, amplitud e importancia, independientemente de que estén ya presentes en el sitio, o que se generan a partir de las obras contempladas en el Proyecto.

A partir del análisis cualitativo general de comparación, resumido en la Tabla 7.2, resulta que aún con la acumulación de los impactos generados por el Proyecto sobre las alteraciones actuales en los factores ambientales, éstos no son lo suficientemente intensos, amplios ni importantes para provocar un incremento significativo en dichas alteraciones existentes.

En otras palabras, la Obra de Aprovechamiento de Materiales se encuentra inmersa en un área en la que históricamente se han desarrollado actividades impactantes que progresivamente fueron transformando el escenario natural, y degradando la calidad de los componentes ambientales de forma permanente e irreversible. El antecedente más contundente al respecto es el inicio de la minería en la zona, el cual tuvo lugar en el siglo XVI, por exploradores españoles. La minería permitió y favoreció el asentamiento de un pueblo minero que se fue desarrollando hasta convertirse en una ciudad cuya demanda de servicios también ejerció importante presión sobre los recursos naturales.

En el contexto de la evolución y desarrollo con que cuenta la región, además del uso de la tierra para actividades productivas del sector primario (agricultura principalmente), acotado particularmente al Sistema Ambiental del Proyecto, los impactos generados por las actividades que comprende la Obra de Aprovechamiento de Materiales serán únicamente acumulativos, lo que quiere decir que aunque en el escenario en donde se presentan los impactos con el Proyecto los valores sean negativos o afecten de manera puntual (Polígono del Proyecto), no llegarán a igualar o superar las condiciones presentes en el escenario actual.



De manera general con base en lo observado en la Tabla 7.2, no se prevé un aumento en la intensidad e importancia de alteración para la totalidad de los componentes ambientales. Con base en el análisis comparativo y considerando las condiciones actuales de los sitios donde se planea la construcción del Proyecto, la importancia, intensidad y amplitud de los impactos para todos los componentes ambientales no se consideran representativos.

## ***VII.2 Escenarios modificados***

Con base en todo lo anterior, se describen a continuación las posibles características de los componentes ambientales consecuencia del desarrollo del Proyecto, así como el panorama suponiendo la total efectividad de las medidas de prevención y mitigación propuestas y aplicadas, para hacer un pronóstico del escenario modificado a partir del inicio de la operación del Proyecto y cuando progresivamente el medio natural podrá alcanzar un nuevo equilibrio.

- ***Atmósfera***

### **Escenario modificado**

En el escenario modificado se prevé la disminución de manera puntual y temporal en la calidad del aire por generación de polvo y emisiones producidas por las actividades de movimiento de materiales durante las actividades de preparación del Proyecto. La emisión y dispersión de material particulado no llegará a afectar ninguna de las localidades entorno al Proyecto, principalmente por las barreras físicas y las condiciones del clima.

El ruido emitido alcanzará niveles más altos que los actualmente existentes en el sitio en función de la operación de fuentes móviles emisoras de ruido y por las propias actividades del Proyecto. No obstante, el incremento será muy localizado e intermitente o atemporal, por lo que se considera apenas un impacto compatible, y que no afectará la salud de los potenciales perceptores.

### **Escenario de Impactos residuales**

La aplicación en particular de las medidas preventivas sobre este componente, que implican un mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos para el Proyecto, supone que las emisiones de gases de combustión, sean compatibles y poco significativas, pues cumplirán con los estándares de diseño de los motores, reduciendo la emisión de los gases más contaminantes para la atmósfera.

Por otro lado, la emisión de polvos fugitivos, se reducirá considerablemente de aplicarse el riego de agua para humedecer el material, ya que así las partículas aumentan su peso y disminuye su dispersión por efectos del viento.

Las potenciales maniobras de reforestación como parte del Plan de Restitución y Cierre de la Unidad Fresnillo, mejorarán la calidad del aire. La eliminación de fuentes móviles y fijas eliminará también las afectaciones a este factor por generación de emisiones. El abandono de actividades en la zona eliminará las fuentes de ruido.



Dado que las emisiones atmosféricas se presentarán de forma discontinua e intermitente durante la vida útil del Proyecto, además de los supuestos sobre las medidas aplicadas, en el escenario modificado las alteraciones a este componente serán bajas, puntuales y de importancia menor.

- ***Geomorfología***

**Escenario modificado**

La implicación directa sobre la ejecución de las actividades del Proyecto es la modificación de las pendientes naturales y las curvas de nivel actuales del terreno. El impacto a la topografía se presentará de forma intensa ya que es permanente, continuo, irreversible e irrecuperable, aunque estará muy localizado, limitándose al Polígono del Proyecto.

Adicionalmente las características topográficas del sitio ya han sido alteradas de forma importante por la Unidad Fresnillo, que cuenta con marcadas modificaciones y geoformas de tipo artificial, especialmente las presas de jales; la Obra de Aprovisionamiento de Materiales se adicionara a las modificaciones ya existentes.

**Escenario de Impactos residuales**

Para compensar estos impactos residuales y disminuir su efecto, se suavizarán los taludes de la obra desde su etapa de construcción – operación y se diseñarán maniobras específicas de acuerdo al potencial uso post-minero que se le dará al sitio (que deberá definirse en procesos de consulta con grupos de interés hacia el cierre definitivo de la unidad minera), y cuya aplicación procurará alcanzar una estabilidad física, química y biológica en equilibrio con los aspectos sociales y económicos que envuelven a la actividad minera en la región. Ya que los efectos de este impacto serán muy puntuales y no son mayores a los existentes en escenario actual, se estima que las alteraciones a este componente serán medias, locales y de importancia media.

- ***Suelo***

**Escenario modificado**

En el Sistema Ambiental, predominan terrenos con uso agrícola, los cuales cuentan con una buena calidad y cantidad de suelo; aunque también existen áreas en las que el suelo fue removido y en su lugar se construyó infraestructura, incluyendo a las áreas de la Unidad Fresnillo, caminos y a la localidad de Beleña.

En este contexto, se considera una reducción en la cobertura del suelo orgánico y en su profundidad efectiva, con un posible aumento del potencial de erosión del suelo a causa de las actividades contempladas en el Proyecto, pero muy localizadas sobre las superficies afectadas y en el terreno inmediato, que no figuran con relevancia a la escala del SA.



### **Escenario de Impactos residuales**

El impacto al suelo, en el escenario de impactos residuales, se ve menguado considerando que el suelo rescatado será reubicado temporalmente en un sitio apropiado para protegerlo contra procesos erosivos, y posteriormente se empleará para la restitución de otros sitios impactados por la actividad minero-industrial, siendo una posibilidad su uso para las actividades de reforestación de las presas de jales que han quedado fuera de operación; o en caso de que no sea utilizado para estas obras, habrá de conservarse para la futura restitución del propio sitio de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales. En el escenario modificado las alteraciones a este componente seguirán siendo como actualmente son: de intensidad media, alcance locales y de importancia media.

- ***Hidrología***

#### **Escenario modificado**

Se estima que los patrones de drenaje natural del agua (cauces) serán afectados de forma permanente pero muy puntual, con la construcción del canal de derivación pluvial en el perímetro de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales.

Es posible que se presente una afectación a los parámetros de calidad del agua superficial por la por el incremento en la carga de materia orgánica en el agua superficial y sedimentos (SST). Sin embargo, estos impactos resultarán compatibles, por lo que se consideran secundarios, dada su temporalidad.

### **Escenario de Impactos residuales**

Los patrones de flujo de escorrentías del escenario actual han sufrido alteraciones previamente por el uso de suelo que se le da predominantemente a los terrenos dentro del SA. Las modificaciones a causa del Proyecto, no crearán una alteración que vaya más allá del predio donde se desarrollará. No se prevé ninguna interacción importante con el Arroyo Prieto, el cual será respetado durante el desarrollo de las actividades del Proyecto en toda su vida útil.

- ***Flora***

#### **Escenario modificado**

El desmonte que supone el retiro de la vegetación dentro del área de ocupación del Proyecto, localizado sobre terrenos forestales, indirectamente causará efectos sobre el patrón de distribución de la vegetación en el predio, pero dado que se encuentra en con un mermado estado de conservación por toda la influencia y presión sobre los componentes en la zona, los impactos sobre el componente son Compatibles a Moderados.

El sitio del Proyecto es uno de los terrenos con vegetación forestal, que dentro del SA son minoría. No obstante, considerando lo anterior, en el escenario modificado el impacto generado por el Proyecto se acumularía puntualmente a las alteraciones actuales del componente y no implicará un deterioro considerable en la vegetación a la escala del SA.



### **Escenario de Impactos residuales**

No se espera que el impacto residual represente una amenaza para la viabilidad de la comunidad o poblaciones de flora y se debe tener en cuenta que se rescatarán y reubicarán especies de *Mammillaria heyderi*, por ser especie de lento crecimiento. Adicionalmente se continuarán con acciones de reforestación y mejoramiento de zonas fuera de uso, como parte del cierre progresivo de la unidad minera, lo cual también es considerado como una medida compensatoria durante la operación del Proyecto. Las maniobras específicas en la etapa de cierre y abandono, deberán integrar el sitio afectado a un escenario compatible con el entorno.

Con base en lo anterior y a lo esperado una vez implementadas las medidas de mitigación propuestas, se estima que las alteraciones a este componente continuarán como actualmente están, sin aumentar su importancia.

- *Fauna*

### **Escenario modificado**

La pérdida de la cobertura vegetal y la operación del Proyecto potencialmente eliminarán el hábitat local y degradando del hábitat de la zona por efectos indirectos, favoreciendo la presencia de especies generalistas e incluso fauna nociva.

El Proyecto podría intensificar el alejamiento de la fauna que ha ocurrido entorno al predio y en zonas aledañas. Algunas de las especies presentes en estos sitios han logrado adaptarse o tolerar la presencia del humano; por lo que las actividades del Proyecto representarán un aumento en el grado de ahuyentamiento actual, pero en una medida compatible.

### **Escenario de Impactos residuales**

Las actividades de reforestación, restauración y disminución de presencia humana en el cierre de la unidad minera propiciarán que especies de fauna vayan repoblando el sitio de forma paulatina, como se ha observado en los humedales artificiales establecidos como una restitución a las presas de jales antiguas. De esta manera, en el escenario de impactos residuales, la fauna encontrará espacios en los cuales establecer nuevos hábitat para su desarrollo. La estabilización biológica es uno de los objetivos pretendidos del Plan de Restitución y Cierre.

En base a las condiciones actuales en el sitio como la presencia de la unidad minera y el desarrollo urbano cercano al predio, la situación de la fauna una vez realizadas las medidas de mitigación propuestas no será mayor a la que presenta en la actualidad.

- *Paisaje*

### **Escenario modificado**

Las obras que constituyen el Proyecto se sumaran a las modificaciones que ya se han generado a partir de la actividad minera, agrícola y urbana, las cuales han transformando paulatinamente el paisaje



de la zona. El crecimiento de las actividades minero-industriales provocará una mínima percepción de pérdida de cualidades estéticas del paisaje, dado su bajo nivel de fragilidad paisajística. La pérdida de vegetación y el cambio de uso del suelo, continuarán con la transformación del paisaje original, y por lo tanto sus cualidades.

Este impacto será Moderado desde la preparación de sitios con las actividades de desmonte y despalme; posteriormente con la construcción y operación de la obra, que implican una alteración mayor a la topografía local. Así también, el detrimento estético del paisaje tiene como atributo su acumulación, lo que indica que el efecto negativo se acumulara con el resto de actividades antrópicas en el SA-

### **Escenario de Impactos residuales**

Las maniobras de restitución del sitio al final de su vida útil deberán regresarlo a una condición compatible con el entorno. La reforestación de áreas afectadas que se llevan a cabo en la Unidad Fresnillo es una medida de compensación a la alteración de la armonía visual y la continuidad paisajística, a las cuales se integrará el área afectada por el Proyecto a largo plazo.

- *Socioeconómico*

### **Escenario modificado**

La afectación en el uso de suelo en el área de ocupación del Proyecto, se considera un efecto social que puede repercutir en la posible vocación del suelo, ya que se descarta la posibilidad de prácticas agropecuarias en estos sitios. Las áreas donde se construya la Obra de Aprovisionamiento de Materiales, difícilmente podrán albergar usos de suelo productivos en un futuro.

El Proyecto beneficiará la continuidad operativa de las presas de jales y por lo tanto de la producción de la empresa promotora, lo que en consecuencia favorecerá el mantener empleos directos, e indirectos para profesionistas en diferentes campos relacionados con la ingeniería, la minería, el medio ambiente y demás.

### **Escenario de Impactos residuales**

Las actividades que serán planeadas para el cierre y abandono del sitio al final de la vida útil de la unidad minera, se enfocarán a la restauración y rehabilitación de los componentes ambientales, con lo que se podrá favorecer la recuperación parcial de la vocación del suelo, siendo apto para reestablecer y albergar nuevamente vida silvestre.

## ***VII.3 Programa de Vigilancia Ambiental***

En general, el impacto causado por el desarrollo del Proyecto de Obra Asociada al Aprovisionamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, deberá ser integrable, asimilable y/o compatible con el entorno actual. Con grados de afectación bajos a moderados sin representar un impacto residual que implique colocar en riesgo al ecosistema local o regional.



Para el efecto de control, prevención y mitigación de posibles impactos ambientales, la acción de mayor importancia por parte de la promovente, será el estricto control ambiental, vigilancia y seguimiento de las medidas establecidas, durante toda la vida útil del Proyecto, a través del Sistema de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Relaciones Comunitarias y con apego a la Política de Desarrollo Sustentable establecida desde los más altos niveles corporativos.

En el Capítulo VI de esta MIA se detalla el contenido del Programa de Vigilancia Ambiental que abarca las actividades de supervisión de la obra. Los rubros principales del programa contemplan lo siguiente:

- Vigilancia por parte de los Supervisores designados por Minera Fresnillo S.A. de C.V.
- Levantamiento de reportes y atención a incidentes (contratistas, arrendadores, personal, visitantes, etc.)
- Cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas y legislación aplicable al Proyecto y
- Estricto control de actividades y/o medidas establecidas para la prevención, mitigación y control de impactos al medio ambiente
- Elaboración de reportes anuales de seguimiento al cumplimiento normativo y de la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos, incluyendo evidencia fotográfica de las condiciones del sitio e integrando información de la bitácora de operación sobre los avances del Proyecto y aspecto técnicos relevantes
- Aplicación de los procedimientos del SSMARC al Proyecto como un área más de trabajo de la unidad minera, incluyendo muestreos puntuales periódicos y/o monitoreos de ruido ambiental, emisiones atmosféricas, calidad del agua, etc.
- Seguimiento de las condiciones generales de la vegetación dentro del área de amortiguamiento y seguridad, y en los terrenos forestales circundantes al Polígono del Proyecto (salud, vigor, renuevos, plaga, enfermedad, muerte)
- Control correctivo en caso de detectar desviaciones en algún equipo, implicando paro de actividad, inspección y arreglo/ajustes

#### ***VII.4 Conclusiones***

El Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales tendrá afectaciones mayormente puntuales en las características ambientales actuales presentes en el área. Debido a que en la zona donde pretende realizarse el Proyecto, los componentes ambientales cuentan con cierto grado de alteración producto de las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona (desarrollo urbano, agricultura, minería, industria), las afectaciones del presente Proyecto se adicionarán a las modificaciones ya existentes, pero no incrementarán de forma significativa el estado adverso en el que ya se encuentran los componentes ambientales.

Los impactos principales ocurrirán sobre la topografía, atmósfera, hidrología superficial, suelo, flora, fauna y paisaje. Sin embargo todo ellos entran en la categoría de impactos moderados, que pueden pasar a ser compatibles con el entorno una vez aplicadas las medidas propuestas. Las actividades que presentan la posibilidad de ocasionar impactos ambientales fueron descritas en el presente estudio.



De manera general ninguno de los componentes ambientales se verá significativamente afectado o beneficiado por la realización del Proyecto, esto debido a que al estar inmerso en una zona previamente impactada, las modificaciones al entorno que se generen producto de la realización de las distintas actividades del Proyecto, no igualaran ni sobrepasaran el grado de afectación presente en el panorama actual, lo que significa que los impactos identificados serán principalmente acumulativos.

La valoración de los impactos que condujo a las conclusiones del párrafo anterior, se basa en los aspectos considerados en la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental aplicada al Proyecto y desarrollada y descrita en este documento. De la evaluación realizada se concluye que:

- El Proyecto propuesto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano
- El Proyecto propuesto no afectará significativamente la calidad del aire, la calidad del suelo, ni de cuerpos de agua subterráneos ni superficiales, así como tampoco generará mayor cantidad de residuos peligrosos y no peligrosos
- El Proyecto contempla actividades y obras de prevención y mitigación de los impactos identificados a los diferentes componentes ambientales
- El Proyecto implica la ejecución de obras de restauración, rehabilitación y de estabilización al final de su vida útil (etapa de abandono), que deberán ser consideradas en el Plan de Restitución y Cierre, y en sus periódicas actualizaciones

Con base en lo anterior, el Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales no representa un factor de desequilibrio ecológico a nivel del Sistema Ambiental local y/o regional, ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema.



## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

### ***VIII. Formatos de presentación***

Para realizar la caracterización del medio físico, biótico, social y económico del Proyecto de Obra Asociada al Aprovisionamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales, se desarrollaron diferentes acciones para evaluar la información ambiental del área de estudio:

- a) Recopilación bibliográfica de información
- b) Trabajo de campo
- c) Elaboración de un Sistema de Información Geográfica
- d) Generación de elementos de salida

A continuación se menciona una breve descripción de las diferentes acciones involucradas en la ejecución de la evaluación ambiental del área de estudio:

#### **a) Recopilación bibliográfica de información**

Se colectó información bibliográfica de estudios realizados por Clifton S.A de C.V referente al medio biótico, abiótico e infraestructura, así como información de la región, síntesis geográfica y estadística de los censos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), etc. además de cartografía de diversas fuentes públicas: edafología, geología, uso del suelo, vegetación, topografía, climatología e hidrología superficial y subterránea.

#### **b) Trabajo de campo**

Como parte de los trabajos de investigación y evaluación de las características ambientales naturales del sitio, se han llevado a cabo recorridos de campo en la zona en múltiples ocasiones desde 2009 para la elaboración de otros estudios ambientales en diversos proyectos, siendo la última en el mes de Diciembre de 2013, en los que se levantó y actualizó información específica para el presente Proyecto, tanto del medio biótico, físico y socioeconómico dentro del área de estudio.

#### **c) Elaboración de un sistema de información geográfica**

Uno de los problemas que se presentan principalmente al iniciar la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, es la selección de información oficial y a una adecuada escala, para este caso se cuenta con información Temática Nacional del INEGI 2006 y CONABIO 2008. Y con la finalidad de asegurar el apropiado análisis de la situación ambiental del Proyecto, se realizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual consistió de los siguientes puntos

- Estructuración funcional del sistema

En esta parte del Proyecto se diseñó la estructura del sistema con base en las necesidades específicas del Proyecto, con esto se definieron escalas máximas, proyecciones geográficas aplicables, zonas geográfica limitada y atributos: así como, características de la topología del sistema, creando las bases para la estandarización de la información, la cual fue vertida al sistema.

- Recopilación de información de fuentes oficiales

Se recopiló información de fuentes oficiales, así como la generada para el Proyecto en un formato digital. A continuación se enlistan los principales datos que se integraron al sistema en esta fase:

**Tabla 8.1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica**

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Imagen Satelital QuickBird 2013	Archivo raster	25 km <sup>2</sup>	Imagen Satelital, cobertura proyecto Fresnillo pixel 0.60 cm
Ortofotografía <sup>3</sup>	Archivo raster	F13B47A	Noviembre de 1994 Píxel 1.5 m.
Ortofotografía	Archivo raster	F13B47B	Noviembre de 1994 Píxel 1.5 m.
Ortofotografía	Archivo raster	F13B47D	Noviembre de 1994 Píxel 1.5 m.
Ortofotografía	Archivo raster	F13B47E	Noviembre de 1994 Píxel 1.5 m.
Modelo digital de elevación con división hidrológica INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de relieve INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla)
Modelo de pendientes INEGI	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid (malla).
Modelo hidrológico	Generado a partir de curvas de nivel INEGI cada 10 m.	Local	Generados mediante Spatial Analysis por proceso de <i>Tin</i> interpolación de curvas de nivel para su posterior conversión a grid

<sup>3</sup> Rectificación de Fotografías Aéreas con auxilio de puntos de control geodésico y modelo digital de elevación. Proyección: Universal Transversa De Mercator (UTM), Datum: ITRF92, Zona UTM: 13

<b>Nombre</b>	<b>Tipo de información</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Observaciones</b>
Modelo de clasificación espectral de la vegetación	Vector	Local	Generado a partir de la ortofotografía aérea 1997
Polígonos de obras mineras	Vector	Local	Información proporcionada por Minera Fresnillo, S.A. de C.V.
Polígonos de lotes y predios	Vector	Local	Información proporcionada por Minera Fresnillo, S.A. de C.V.
Plano de instalaciones	Vector	Local	Información proporcionada por Minera Fresnillo, S.A. de C.V.
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Fresnillo	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Hidrología Superficial INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Fresnillo	Datos referidos a la carta INEGI
Carta Geológica INEGI	Archivo raster y Carta dura 1:250,000	Fresnillo	Datos referidos a la carta INEGI
Vías de transportación, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Curvas de Nivel, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Líneas de Conducción y Transmisión, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Elementos de Referencia Topográfica, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Cuerpos de agua, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Áreas Urbanas, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Fallas y fracturas CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Iso-líneas de temperatura CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Límite municipal, INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Fisiografía CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Uso de suelo vegetación INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Climas INEGI	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional

Nombre	Tipo de información	Cobertura	Observaciones
Áreas de Importancia para Conservación de Aves, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Climas, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Cuencas hidrográficas CNA	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Edafología, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Escurrimiento medio anual, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Evapotranspiración, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Hidrogeología, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Insolación CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Precipitación CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Provincias herpetofaunísticas, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Subcuencas hidrológicas, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Curvas de nivel 200m. CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional
Hidrología superficial, CONABIO	Vectorial temática nacional	Nacional	Ortofotocorregidos en base a red geodésica nacional

- Estandarización de formatos digitales y bases de datos

La información existente en diversos organismos públicos y privados así como la información obtenida por Clifton Associates Ltd (MR) - Natural Environment S. C., se integró con el fin de homogeneizar y tratar dicha información con objeto de abordar diversos planteamientos.

- Creación de nuevas capas de información temática

Utilizando la información topográfica, se generó nueva información temática, como los siguientes modelos: Modelo Digital de Elevación, Modelo de Relieve, Modelo de Geoformas, Modelo de Topoformas, etcétera.



- Presentación general del sistema en plataforma de ArcMap

Una vez armado el sistema, éste se presentó en formato de Proyecto con plataforma ArcMap. Dicha información se estructuró por capas ligadas a un macro.

#### d) Generación de elementos de salida del sistema

Se procedió a la integración de algunas de las cartas, escaneando la zona delimitada como influencia al área del Proyecto. Se analizaron las imágenes y se recortaron en la plataforma Photoshop de Adobe para su exportación a formato jpg. Se procedió a su importación a Corel Draw y para su georeferencia se necesitó de apoyo del “grid” de georeferencia de las mismas cartas. Se rediseñó la simbología para su óptima utilización y se crearon planos temáticos doble carta de la zona de estudio.

### **VIII.1.1 Planos definitivos**

Tal como se explicó anteriormente, el SIG permitió la generación de cartografía de baja escala que fue empleada para elaborar diferentes planos que se encuentran anexos en el presente estudio.

El sistema se diseñó para presentar información de salida del SIG en forma de planos, para lo cual se crearon *layouts* para impresión en plotter e impresora de escritorio. El sistema permitió también presentar la información en forma de tablas, gráficas, imágenes digitales, en formatos como jpg, bmp, gif, etc.; así como exportar e importar información en programas como AutoCAD y AutoCAD MAP.

En el Capítulo IX de este documento se presenta la lista de Anexos (planos y documentos) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto de Obra Asociada al Aprovechamiento de Materiales para el Crecimiento de Bordos de Presas de Jales.

### **VIII.1.2 Fotografías**

Evidencias fotográficas del sitio se presentan en el Anexo 2.3 que refleja las condiciones actuales que guarda el predio del Proyecto y su SA, donde se aprecian los usos del suelo, el paisaje, entre otros rasgos característicos de la zona. Así mismo, en los Apéndices correspondientes a los Anexo 4.6 y Anexo 4.7, se encuentran reportes fotográficos específicos de la flora y fauna, respectivamente.

### **VIII.1.3 Videos**

No fue necesaria la inclusión de videos en el presente documento.

### **VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna**

Dentro del Anexo 4.6 y Anexo 4.7 del presente documento, referentes a la Vegetación y Fauna del Sistema Ambiental, respectivamente, se incluyen las listas de especies identificadas en el estudio del medio biótico llevado a cabo para el Proyecto.



### **VIII.2 Otros anexos**

En el Capítulo IX se presenta el listado de los anexos que aparecen de manera adjunta al presente documento. Los anexos corresponden a planos georeferenciados, informes de los trabajos en campo por componente ambiental, y las matrices de evaluación de impactos.

### **VIII.3 Glosario de términos**

Para la Manifestación de Impacto Ambiental se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este estudio:

*Cambio de uso de suelo:* Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

*Escenario modificado:* características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

*Impacto ambiental acumulativo:* El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

*Impacto ambiental residual:* El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

*Impacto ambiental sinérgico:* Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

*Impacto potencial:* Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base

*Impactos principales:* Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

*Impactos secundarios:* Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

*Impactos significativos o relevantes:* Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la



existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

*Medidas de mitigación:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

*Medidas de prevención:* Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

#### **VIII.4 Bibliografía**

AOU (2012). The American Ornithologists Union, en: <http://www.aou.org/>

APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121.

CAMIMEX. (2013). Informe Anual. Cámara Minera de México. México DF.

Challenger, A. (1998). Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.

CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: <http://www.cnah.org/>

CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: <http://www.conabio.gob.mx>

CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONAFOR (2004). Protección, restauración y conservación de Suelos forestales. CONAFOR, México.

Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York. 1262 p.

Enríquez-Enríquez E. D., Koch S. D., González-Elizondo M. S. 2003. Flora y vegetación de la sierra de órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botánica Mexicana* 64: 45-89

EPA. (01 de 07 de 2009). Code of Federal Regulations. Recuperado en Enero de 2014, de Title 40 - Protection of Environment: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

Eugene, A.T. y H.E. Burkhat. (1983). Forest Measurements. McGraw-Hill. N.Y., USA. 331 p.



Font-Quer P. 1953. *Diccionario de botánica*. Editorial Labor. Barcelona.

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (2. ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

González-Elizondo, M. S. 1997. Upper Mezquital River region, Sierra Madre Occidental, México, In: Davis, S. D., V. H. Heywood, O. Herrera-McBryde, J. Villa-Lobos y A. C. Hamilton (eds.). Centres for plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. III: The Americas. The World Wide Fund for Nature & International Union for the Conservation of Nature - The World Conservation Union. Cambridge, UK. pp. 157-160.

González-Elizondo M.S., González- Elizondo M., Tena-Flores J.A., Ruacho-González L. y López-Enríquez I.L. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental: una síntesis. *Acta Botánica Mexicana* 100: 351-403

H. Lamprecht.(1990). *Silvicultura en los trópicos*. Ed. GTZ

INE (2010). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, en: <http://www.ine.gob.mx/>

INEGI (2000). Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica de INEGI, guía normativo-metodológica. Versión digital tomada de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/edafologia/normedaf.pdf?c=3> Noviembre 2006.

INEGI (2006a). Guía para la interpretación de cartografía, Edafología. Editorial INEGI. Primera reimpresión. México.

López, C., Chanfón, S. & Segura, G. (2005) La Riqueza de los Bosques Mexicanos: Más Allá de la Madera. Experiencias en Comunidades Rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 199 p.

Lot, A. y Chiang F. (Compiladores). 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Martin, P. S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T. R. Van Devender y R. K. Wilson. 1998. Gentry's Río Mayo plants: The tropical deciduous forest and environs of Northwest Mexico. *The University of Arizona Press*. Tucson, Arizona, USA. 558 pp.

Miranda F. y Hernández-Xolocotzi E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179

Moreno N.P. 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.



Morrone J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de biodiversidad* 76: 207 – 252.

Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.

Porta Casanella, Jaume. . López-Acevedo, M (2005). *Agenda de Campo de Suelos, Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Porta, J. López-Acevedo, M. Roquero, C (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Bilbao

REPDA (2013). Registro Público de Derechos del Agua, CONAGUA, en <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>

SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: <http://www.sedesol.gob.mx/>

SIATL (2010). Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#)

SGM. (Septiembre de 2011). Panorama Minero del estado de Zacatecas. Recuperado, Agosto de 2011, de <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/ZACATECAS.pdf>

SMN (2010). Servicio Meteorológico Nacional. CONAGUA, en: <http://smn.conagua.gob.mx>



## **IX. LISTA DE ANEXOS, FIGURAS Y TABLAS**

### *Anexos*

#### **Capítulo I**

- Anexo 1.1. Localización Regional del Banco de Material y vías de acceso
- Anexo 1.2. Plano de propiedades y documentación legal de la tenencia de la tierra
- Anexo 1.3. Acta Constitutiva de Minera Fresnillo, S.A. de C.V.
- Anexo 1.4. Registro Federal de Contribuyentes de Minera Fresnillo, S.A. de C.V.
- Anexo 1.5. Identificación Oficial y CURP del Representante Legal
- Anexo 1.6. Cédula Profesional del Responsable Técnico del Estudio

#### **Capítulo II**

- Anexo 2.1. Reporte de Estudios de Mecánica de Suelos Proyecto de Bordo Intermedio Presa de Jales San Luis – Beleña (Noviembre 2011)
- Anexo 2.2. Localización específica del Proyecto
- Anexo 2.3. Reporte fotográfico general del predio del Proyecto y terrenos aledaños
- Anexo 2.4. Criterios para la delimitación del área de extracción de la Obra de Aprovechamiento de Materiales
- Anexo 2.5. Diseño del Banco de Material
- Anexo 2.6. Procedimientos del SSMARC para el manejo y disposición de residuos de la Unidad Fresnillo

#### **Capítulo IV**

- Anexo 4.1. Sistema Ambiental del Proyecto
- Anexo 4.2. Climatología y meteorología en el SA
- Anexo 4.3. Geología y geomorfología en el SA
- Anexo 4.4. Suelos en el SA
  - Apéndice 1. Puntos de verificación de suelos
  - Apéndice 2. Reporte edafológico
  - Apéndice 3. Reporte fotográfico de suelos
  - Apéndice 4. Tipos de Suelo, clasificación FAO 70
  - Apéndice 5. Tipos de Suelo, clasificación WRB 2006
  - Apéndice 6. Plano de limitantes físicas
  - Apéndice 7. Plano de profundidad efectiva del suelo
  - Apéndice 8. Plano de clases texturales
  - Apéndice 9. Plano de potencial forestal
  - Apéndice 10. Plano de estabilidad del suelo y susceptibilidad a la erosión
- Anexo 4.5. Hidrología y Calidad del Agua en el SA
- Anexo 4.6. Vegetación en el SA
  - Apéndice 1. Reporte fotográfico de flora
- Anexo 4.7. Fauna en el SA
  - Apéndice 1. Reporte fotográfico de fauna



- Apéndice 2. Sitios de importancia para la conservación de la Fauna
- Anexo 4.8 Paisaje en el SA
  - Anexo 4.9 Medio Socioeconómico en el SA

## **Capítulo V**

- Anexo 5.1. Matriz de importancia de impactos, etapa Preparación del Sitio
- Anexo 5.2. Matriz de importancia de impactos, etapa Construcción y Operación
- Anexo 5.3. Matriz de valoración de impactos con ponderación de factores ambientales
- Anexo 5.4. Principales impactos potenciales adversos identificados en el PEIA

## **Figuras**

### **Capítulo I**

- Figura 1.1. Ubicación regional del proyecto

### **Capítulo II**

- Figura 2.1. Predios de la Unidad Fresnillo
- Figura 2.2. Localización del Predio y del Polígono del Proyecto
- Figura 2.3. Vértices del Polígono del Proyecto
- Figura 2.4. Perfil de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales
- Figura 2.5. Uso de suelo y Vegetación, INEGI
- Figura 2.6. Usos de suelo en los terrenos colindantes a la Unidad Fresnillo (2013)
- Figura 2.7. Cuerpos de agua, INEGI
- Figura 2.8. Corrientes y vías de conducción de agua, INEGI
- Figura 2.9. Humedales en las Presas de Jales Los Chinos 1 y 2
- Figura 2.10. Cuerpos de agua cercanos a la Unidad Fresnillo
- Figura 2.11. Polígono del Proyecto de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales
- Figura 2.12. Diagrama de flujo del proceso para el Proyecto
- Figura 2.13. Programa de ejecución por etapas del Proyecto
- Figura 2.14. Diseño de la Obra de Aprovisionamiento de Materiales
- Figura 2.15. Depósito superficial de suelo fértil
- Figura 2.16. Localización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Unidad Fresnillo

### **Capítulo III**

- Figura 3.1. Resumen de la producción minera por estado de los principales metales
- Figura 3.2. Resumen de la producción minera por municipio en Zacatecas
- Figura 3.3. Principales municipios productores de plata durante 2012
- Figura 3.4. Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

## **Capítulo IV**

- Figura 4.1. Curvas de nivel a cada 10 m, INEGI
- Figura 4.2. Nanocuencas seleccionadas para delimitar el área de estudio
- Figura 4.3. Principales criterios considerados para la delimitación del Sistema Ambiental
- Figura 4.4. Tipos de Climas, INEGI
- Figura 4.5. Provincias Fisiográficas (INEGI)
- Figura 4.6. Geología
- Figura 4.7. Modelo Digital de Elevación
- Figura 4.8. Ubicación del SA dentro de la RH37
- Figura 4.9. Nanocuencas del SA
- Figura 4.10. Unidades geohídrológicas
- Figura 4.11. Uso de suelo y vegetación INEGI
- Figura 4.12. Amplia visibilidad
- Figura 4.13. Corta visibilidad
- Figura 4.14. Servicios en viviendas particulares habitadas
- Figura 4.15. Bienes por vivienda particular habitada

## **Capítulo V**

- Figura 5.1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos

### **Tablas**

- Tabla 1. Autorizaciones en materia de EIA para las Presas de Jales en operación

## **Capítulo I**

- Tabla 1.1. Dirección para oír y/o recibir notificaciones
- Tabla 1.2. Datos del responsable técnico del estudio
- Tabla 1.3. Participantes en la elaboración del estudio
- Tabla 1.4. Datos de la empresa responsable del estudio

## **Capítulo II**

- Tabla 2.1. Coordenadas del Polígono del Proyecto
- Tabla 2.2. Costos unitarios considerados para la ejecución del Proyecto
- Tabla 2.3. Costos estimados para la ejecución del Proyecto
- Tabla 2.4. Superficies de los componentes del Proyecto
- Tabla 2.5. Superficie y volumen aproximado de material en cada nivel
- Tabla 2.6. Programa general de trabajo
- Tabla 2.7. Procedimientos del SSMARC para el adecuado manejo y disposición de residuos

## **Capítulo III**

- Tabla 3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018



- Tabla 3.2. Localización del proyecto dentro del POEGT
- Tabla 3.3. Ordenamientos jurídicos en materia de impacto ambiental
- Tabla 3.4. Vinculación con otros Ordenamientos Jurídicos
- Tabla 3.5. Normatividad Ambiental aplicable

#### **Capítulo IV**

- Tabla 4.1. Principales elevaciones del Estado de Zacatecas
- Tabla 4.2. Localización y clasificación de los puntos de verificación de suelos
- Tabla 4.3. Limitantes físicas
- Tabla 4.4. Profundidad efectiva del suelo
- Tabla 4.5. Clases texturales
- Tabla 4.6. Potencial forestal
- Tabla 4.7. Susceptibilidad a la erosión
- Tabla 4.8. Erosión Actual
- Tabla 4.9. Principales aprovechamientos hidráulicos en la zona del acuífero Calera
- Tabla 4.10. Especies registradas dentro del área de estudio e identificadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría de riesgo, y endémicas

#### **Capítulo V**

- Tabla 5.1. Componentes del entorno
- Tabla 5.2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental
- Tabla 5.3. Indicadores ambientales
- Tabla 5.4. Clasificación de las etapas del proyecto para evaluación de los impactos
- Tabla 5.5. Estimación general de impactos
- Tabla 5.6. Matriz de Identificación de Impactos
- Tabla 5.7. Balance de impactos por etapas
- Tabla 5.8. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto
- Tabla 5.9. Factores impactados por valor absoluto
- Tabla 5.10. Factores impactados por valor relativo
- Tabla 5.11. Principales impactos potenciales adversos identificados
- Tabla 5.12. Impactos benéficos identificados
- Tabla 5.13. Impactos potenciales relevantes en cada componente ambiental por etapa del proyecto

#### **Capítulo VI**

- Tabla 6.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados

#### **Capítulo VII**

- Tabla 7.1. Estimación general de impactos que existen actualmente
- Tabla 7.2. Comparación de las estimaciones generales de impactos actuales y con Proyecto

#### **Capítulo VIII**

- Tabla 8.1. Datos integrados al Sistema de Información Geográfica