MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
Modalidad Regional

Proyecto
San Ignacio

[redacted]

2026

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN..... 5
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... 11
I.1. NOMBRE DEL PROYECTO 11
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 11
I.2.1. Nombre o Razón Social 11
I.3. DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 11
I.3.1. Nombre o Razón Social 11
I.3.2. Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental 11
I.3.3. Correo(s) electrónico(s) 11
I.4. PROTESTA DE DECIR VERDAD DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (ANEXO F) 12
I.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO 12
I.5.1. Entidad Federativa 12
I.5.2. Municipio 12
I.5.3. Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable 12
I.5.4. Imagen de ubicación del Proyecto 12
I.6. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS 14
I.6.1. Características generales 17
I.6.2. Obras principales 21
I.6.3. Obras temporales previstas 102
I.6.4. Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambienta 102
I.6.5. Inversión del Proyecto 102
I.6.6. Duración estimada del Proyecto 104
I.6.7. Resumen de las características del Proyecto 105
II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO..... 110
II.1. PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE 110
II.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 111
II.3. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 112
II.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO 113
II.5. PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE GUANAJUATO (PED 2040) 117
II.6. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO Y ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL PARA GUANAJUATO (PMDUOET 2050) 120
II.7. PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO 124
II.7.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 124
II.8. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN 126
II.8.1. Áreas Naturales Protegidas (Federales, Estatales y Municipales) 127
II.8.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) 129
II.8.3. Regiones Prioritarias (RHP, RTP, AICA, RAMSAR) 130
II.9. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) 134
II.9.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua 134
II.9.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección de Flora y Fauna 135
II.9.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Contaminación Atmosférica 135
II.9.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos 136
II.9.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido 137

VERSIÓN PÚBLICA

II.9.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Suelo 137
II.9.7. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad 138
II.10. LOCALIDAD(ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LAS QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O SU ZONA DE INFLUENCIA 138
III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 140
III.1. ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS Y ALCANCES DEL PROYECTO 140
III.1.1. Criterios para la delimitación de la Región Ecológica 140
III.1.2. Superficie de la Región Ecológica 141
III.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PRESENTES EN LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS 142
III.2.1. Usos de Suelo y Vegetación conforme a los datos vectoriales del uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI 142
III.2.2. Especies potenciales de flora 149
III.2.3. Especies potenciales de fauna 149
III.3. RESUMEN Y METODOLOGÍA DE MUESTREOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO (AP), ÁREA DE INFLUENCIA (AI) Y REGIÓN ECOLÓGICA (RE) 150
III.3.1. Muestreos de Flora 150
II.3.2. Muestreos de Fauna 154
III.4. ESPECIES IDENTIFICADAS EN CAMPO ENDÉMICAS O QUE SE ENCUENTREN EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO CONFORME A LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y LA LISTA ROJA DE ESPECIES AMENAZADAS DE LA IUCN 156
III.4.1.1. Flora 156
III.4.1.2. Fauna 162
III.5. ÍNDICES DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA 165
III.6. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 175
III.7.1. Metodología para la elaboración del DA 180
III.7.2. Diagnóstico Ambiental por componentes 187
III.7.3. Diagnóstico Ambiental Integrado (DAI) 195
III.8. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA 199
III.9. REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI 201
IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 207
IV.1. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN 207
IV.2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, JERARQUIZACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES A GENERAR CON EL PROYECTO 208
IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA PARA EL POSTERIOR ANÁLISIS DE IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL PROYECTO 213
IV.4. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 223
IV.4.1. Descripción de los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades y Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto 223
IV.5. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES, CONSIDERANDO CÓMO SE SUMAN LOS IMPACTOS DEL PROYECTO A LOS IMPACTOS EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SUS EFECTOS, ASÍ COMO EL RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS. 232
IV.5.1. Impactos principales 232

VERSIÓN PÚBLICA

IV.5.2. Impactos acumulativos 232
IV.5.3. Impactos sinérgicos 233
IV.5.4. Impactos residuales 234
IV.6. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LA EXTENSIÓN E INTENSIDAD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES ANTES SEÑALADOS Y SUS EFECTOS. 234
IV.7. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL 236
ANEXOS. IDENTIFICACIÓN, INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA 240
LISTADO DE ARCHIVOS EDITABLES Y MEMORIAS DE CÁLCULO 240
GENERALES 242
DOCUMENTACIÓN LEGAL 242
ESTUDIOS ESPECÍFICOS 242
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 243

ULTA PÚBLICA

INTRODUCCIÓN

La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. adquirió de la Sociedad Cooperativa Minero, Metalúrgica Santa Fe de Guanajuato Número Uno, S.C.L., derechos de fundos e instalaciones mineras, ubicadas en el Municipio de Guanajuato. Esta empresa adquirió, no solo derechos, sino obligaciones en varias materias, incluyendo la ambiental, dándose a la tarea de verificar el cumplimiento a las disposiciones de ley en esa materia.

A continuación, se muestran los antecedentes en materia ambiental de la empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., resaltados para el área de Proyecto.

Tabla 1. Antecedentes operativos y de gestión ambiental de la Unidad Minera Unidad San Ignacio

Fecha	Materia	Dependencia	Tramite o Gestión Ambiental
Antes de 1988	Impacto Ambiental	SEMARNAT	1.Autorización de impacto ambiental para apertura y operación de mina Cata-Bayas. No se requirió en su momento de dicha autorización, debido a que se construyó antes de la entrada en vigor de la LGEEPA.
Antes de 1988	Impacto Ambiental	SEMARNAT	2. Autorización de impacto ambiental para la Planta de Beneficio de Cata, Gto. Esta se construyó antes de 1988 y opera sin que haya requerido autorización de impacto ambiental, en términos de la LGEEPA (no retroactiva de la ley)
12 de mayo de 1997	Impacto Ambiental	SEMARNAT	3. Autorización de impacto ambiental para la Presa de Jales No.9 Esta presa actualmente se encuentra en operación y recibirá los jales de la nueva mina de Mineral de la Luz. Cuenta con autorización del Instituto Nacional de Ecología (INE), D.O.O.DGOEIA. 02898, a favor de la Sociedad Cooperativa Minero Metalúrgica "Santa Fe de Guanajuato" Número 1,S.C.L se otorgó con una vigencia de 3 años, que feneció el 24 de mayo de 2000.
28 de octubre de 2005	Cambio de Titularidad	DGIRA/SEMARNAT	4. Cambio de propiedad de la Presa de Jales No.9. La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. adquirió derechos sobre instalaciones mineras de la Sociedad Cooperativa Minero Metalúrgica "Santa Fe de Guanajuato", Número 1, S.C.L., incluyendo la Presa de Jales No.9 (41-17-23 ha), según la escritura pública No.1242.
30 de junio de 2008	Cambio de Titularidad	DGIRA/SEMARNAT	5. Cambio de titularidad de la Presa de Jales No.9 ante la DGIRA. No procedió debido a que la DGIRA resolvió, mediante el oficio S.G.P.A./DG/2589/08 de la fecha 25 de agosto de 2008, que la presa de jales No.9 no tenía autorización y debía regularizarse ante PROFEPA.

ULTA PÚBLICA

Fecha	Materia	Dependencia	Tramite o Gestión Ambiental
26 de noviembre de 2010	Regularización de Impacto Ambiental	PROFEPA	6. Regularización de la presa de jales en materia de impacto ambiental. La PROFEPA instauró el procedimiento administrativo, mediante acuerdo de emplazamiento AE/015/11. Realizó la visita de inspección No. PFPA/18.2/2C.27.1/220[illegible]-AI-GUANAJUATO.
23 de noviembre de 2012	Impacto Ambiental	SEMARNAT	7. Autorización de impacto ambiental de la Presa de Jales No.9. Después de la regularización ante la PROFEPA, se obtuvo la autorización condicionada GTO-131.1.1/0642/2012. En esta autorización se incluyó la autorización para el CUSTF.
06 de septiembre de 2010	Impacto Ambiental	SEMARNAT	8. Resolución del Informe Preventivo para el proyecto "Exploración Minera Directa en la Zona de San Ignacio". Para verificar vetas de oro y plata en la zona de Mineral de la Luz, se realizó exploración minera directa en los lotes: San Francisco de Pili (97.2871); Primera ampliación de San Antonio (32.1847 ha); y La Chuparrosa (1.2[illegible] ha). La superficie total por explorar en esta etapa corresponde a 130.6718 ha. La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. ha cumplido con los Términos y Condicionantes de la Resolución GTO.-131.1.1/0723/10 (anexo), principalmente en lo que respecta a la presentación a la SEMARNAT y PROFEPA del informe de acciones y medidas de mitigación.
27 de enero de 2011	Impacto Ambiental	SEMARNAT	9. Resolución del Informe Preventivo para el proyecto "Exploración Minera Directa en la Zona de San Ignacio Fase II". Se realizó exploración minera en el predio: San Francisco de Pili (97.287 ha). En la Resolución favorable del Informe Preventivo GTO.-131.1.1/0059/2011 se establecieron términos y condicionantes, entre ellas el cumplimiento de las siguientes medidas de mitigación propuestas: a) Plantación de 75 árboles de mezquite y encino, b) colocación de membrana plástica en fosa, c) depósito de lodos en presa de jales, y d) letreros prohibiendo daños al ambiente y de seguridad, entre otros. La empresa presentó los informes dispuestos en la resolución.
18 de mayo de 2011	Impacto Ambiental	SEMARNAT	10. Resolución del Informe Preventivo del proyecto "Exploración Minera Directa en la Zona de San Ignacio Fase III". Se realizó exploración minera en los predios Santo Niño y San Francisco Pilo, en una superficie de 3.0 ha, con la anuencia de la SEMARNAT, según consta en la Resolución GTO.-131.1.1/0361/04/11. Se establecieron medidas de mitigación para el proyecto, similares a la exploración de San Ignacio Fase II. La empresa ha cumplido con los informes señalados en la resolución aludida (anexo).

ULTA PÚBLICA

Fecha	Materia	Dependencia	Tramite o Gestión Ambiental
18 de enero de 2012	Impacto Ambiental	SEMARNAT	11. Resolución del Informe Preventivo del proyecto "Exploración Minera Directa en la Zona de San Ignacio Fase IV". La última exploración minera de la zona para confirmar los valores mineros se efectuó con esta fase, la cual fue resuelta favorablemente para la empresa, mediante el oficio GTO.-131.1.1/0060/2012. Esta exploración solo consideró un predio de 3.0 ha (San Francisco Pili).
7 de septiembre de 2012	Impacto Ambiental	SEMARNAT	12. Autorización de impacto ambiental para el proyecto "SAN IGNACIO". Se ingresó la MIAP para el proyecto, respecto a la cual se solicitó información complementaria, mediante el oficio GTO.-131.1.1/0076/2013 de fecha 18 de febrero de 2013. El procedimiento administrativo terminó con el desistimiento de la empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. Se vuelve a solicitar la autorización de impacto ambiental, motivo por el cual se presenta esta MIAP.
12 de diciembre de 2012	Forestal	SEMARNAT	13. Autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto "SAN IGNACIO". La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. solicitó la autorización del CUSTF para 5-49-69.91 has para el proyecto referido, respecto al cual se solicitó información adicional, mediante el oficio GTO.-131.1.2/0153/2013, de fecha 4 de marzo de 2013, misma que fue presentada en el mes de abril del mismo año y se espera respuesta favorable de la autoridad.
18 de febrero de 2013	Licencia Ambiental Única	SEMARNAT	14. Actualización de Licencia Ambiental Única. La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. obtuvo la actualización de su LAU No. LAU-11-47/01501/06, mediante el oficio GTO.-131.1.1/0079/2013.
Junio de 2013	Residuos Peligrosos y de Manejo Especial	SEMARNAT	15. Permisos para manejo y disposición de residuos de manejo especial y peligrosos de la empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. Se cuenta con los permisos correspondientes: Recolecciones Industriales del Bajío, S.A. de C.V. (11-20-PS-I-07-07 y 11-20-PS-II-22-2008), Reciclados Santa Fe, S.A. de C.V. (GTO-PRME-169/2012) y Ecología Ambiental del Bajío, S.A. de C.V. (LEN-PRME-069/2012).
12 de noviembre de 2024	Impacto ambiental	PROFEPA	16. Se emite la orden de inspección PFPA/A18.2/3S.1/000069-24-OI-GUANAJUATO, para llevar a cabo la visita de inspección ordinaria con el objeto de verificar física y documentalmente que el establecimiento sujeto a inspección haya dado cumplimiento con sus obligaciones ambientales en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

ULTA PÚBLICA

Fecha	Materia	Dependencia	Tramite o Gestión Ambiental
12, 13 y 14 de noviembre de 2024	Impacto ambiental	PROFEPA	17. Inspectores adscritos a la Oficina de Representación de Protección Ambiental de la PROFEPA en el estado de Guanajuato practicaron la visita de inspección a Minera Mexicana el Rosario, S.A. de C.V., en la que se circunstanciaron hechos u omisiones presuntamente constitutivos de infracción a la legislación ambiental aplicable a la Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. El acta de mérito hizo saber que se contaba con un término de cinco días hábiles para formular observaciones y presentar pruebas en relación con lo asentado durante la visita de inspección.
11 de noviembre de 2025	Acuerdo de emplazamiento	PROFEPA	18. PROFEPA emitió el acuerdo de emplazamiento AE/77/25 por el medio del cual se instauró procedimiento administrativo en contra de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., por los hechos u omisiones circunstanciados en el acta de inspección mencionada en el punto 16, otorgándole un plazo de quince días hábiles para ofrecer las pruebas y realizar manifestaciones pertinentes.
18 de mayo de 2026	Acuerdo de emplazamiento	PROFEPA	19. Se expuso un acuerdo a disposición de la inspeccionada las actuaciones que integran el expediente en que se actúa para la formulación de alegatos.
26 de mayo de 2026	Acuerdo de emplazamiento	PROFEPA	20. Se hizo del conocimiento de la interesada el cierre del periodo de alegatos.

El 03 de junio de 2026 se emitió la resolución del emplazamiento mediante el Oficio N° PFPA/18.2/3S.1/0032/0052/24 (**Anexo General E**), en el cual se determinó que resultó procedente la **imposición de sanciones administrativas conducentes**, por las fracciones cometidas de acuerdo con la normatividad ambiental en materia de residuos peligrosos; por lo que en términos del artículo 107 de la Ley General de la Ley General de Equilibro Ecológico y la Protección al Ambiente, se analiza, entre otras consideraciones, lo siguiente:

- *La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., no exhibe la modificación de su resolutivo en materia de Impacto Ambiental en donde se incluyan las áreas como: Oficinas de geología, Cuarto de fabricación de barras de almacén, área de lavado de transporte, área de decantación de agua, instalaciones de operación de la maquina Ore Sorter, así como el equipo de Ore Sorter, por lo cual la presenta medida a verificar.*

Por consiguiente, PROFEPA sanciona a la promovente e insta a dar cumplimiento a la medida correctiva ordenada en el considerando VII de la resolución, en los términos y plazos indicados.

ULTA PÚBLICA

En la presente MIA-R se analiza y presenta un compendio de las obras y actividades preexistentes en la mina San Ignacio de manera histórica, los proyectos autorizados y vigentes a favor de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. y las obras necesarias para continuar de manera adecuada la operación minera, esto integrándose en una MIA-R que englobará a la mina en su totalidad.

La naturaleza concreta del Proyecto corresponde a:

- Integración de todas las áreas, obras y actividades que se encuentran dentro de los terrenos propiedad de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.
- Continuidad de las obligaciones autorizadas previamente por la autoridad en un solo documento.

A continuación, se presentan las obras preexistentes (**Figura 1**) y las obras nuevas (Figura 2), las cuales tienen como finalidad dar continuidad y garantizar el adecuado desarrollo de las operaciones de la Mina San Ignacio.

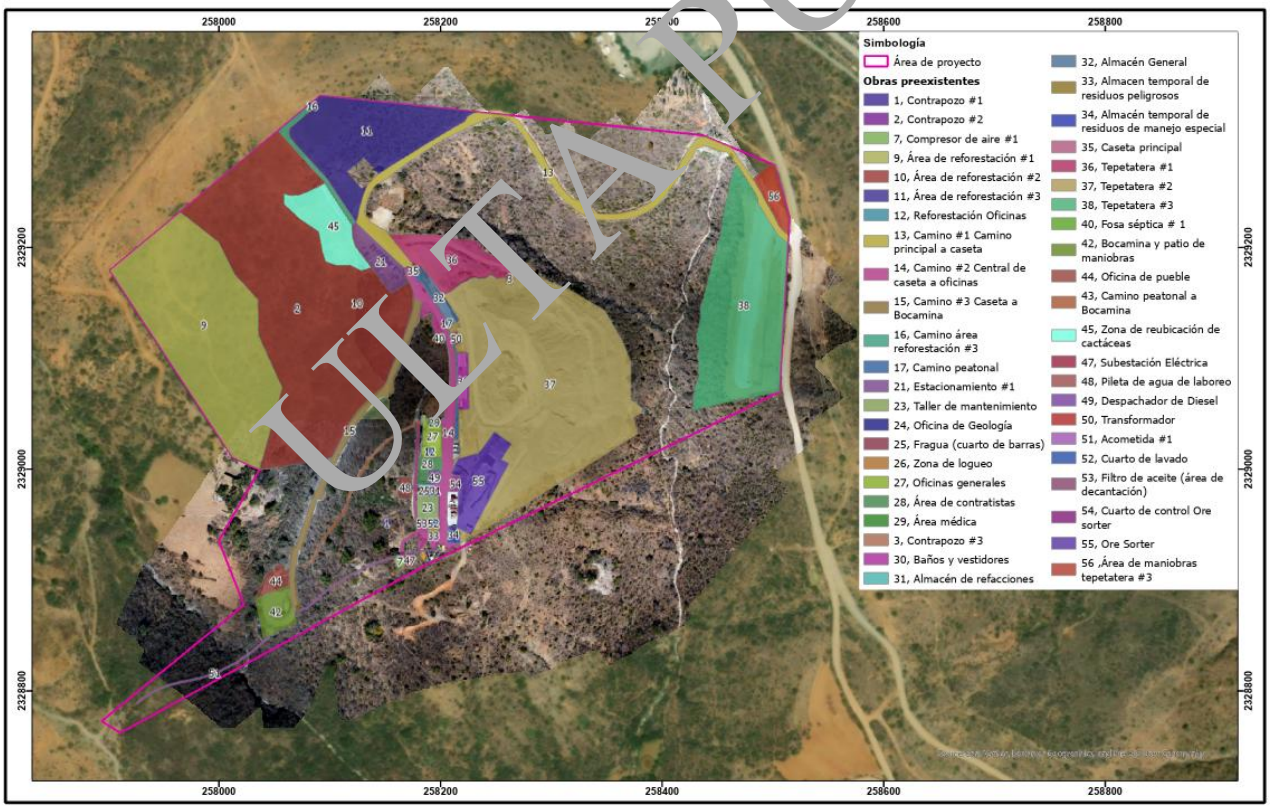


Figura 1. Obras preexistentes

VERSIÓN PÚBLICA

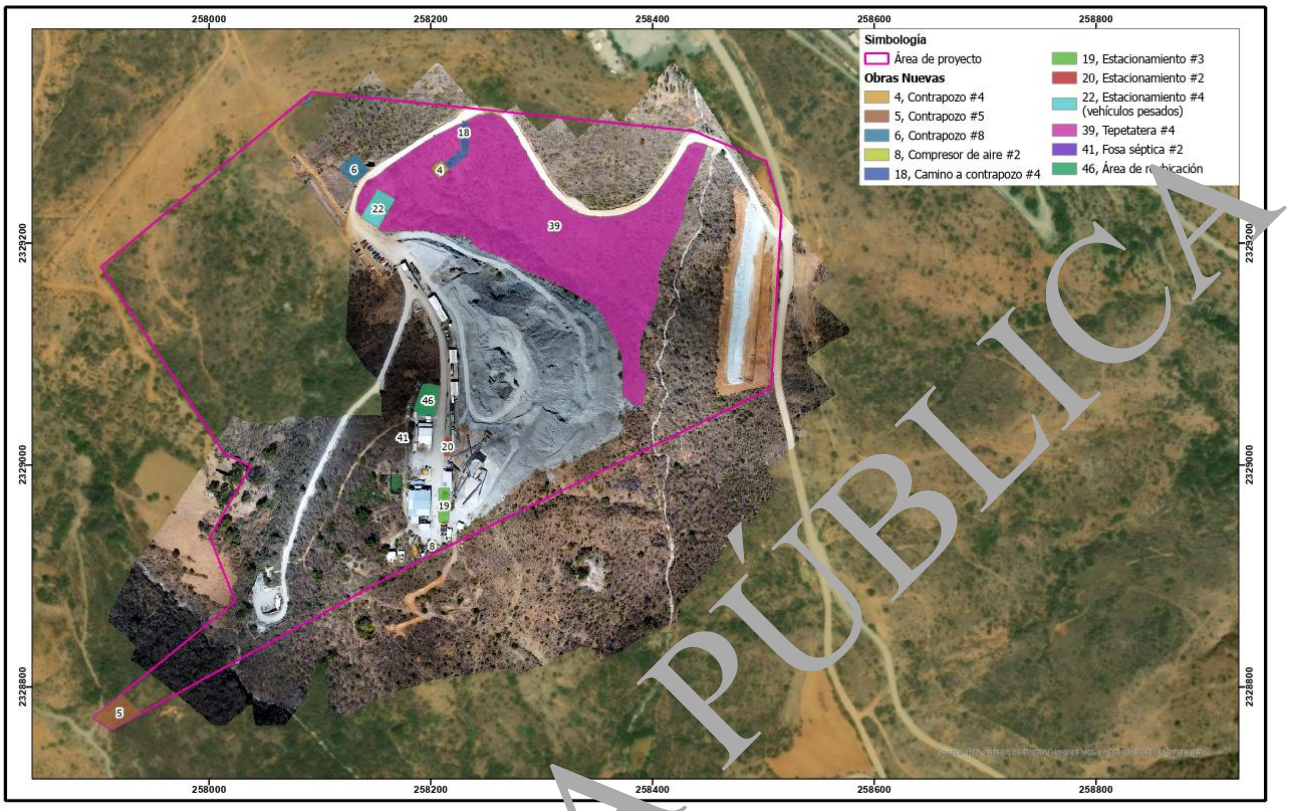


Figura 2. Obras nuevas 2026

El Proyecto consiste en la integración de todas las obras y actividades de la operación actual de la mina San Ignacio, a través de una sola Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), lo cual permitirá dar continuidad de las obligaciones ambientales autorizadas previamente por la SEMARNAT, así como las nuevas que se deriven de este Proyecto.

Para la elaboración de la presente MIA-R se recopiló la documentación generada en distintas fuentes del Proyecto, estructurando un acervo de información ambiental del proyecto; además, 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, se propusieron las medidas de mitigación y prevención de los impactos adversos identificados y se emitieron las conclusiones para el Proyecto.

Para evaluar los impactos ambientales del Proyecto, se estimaron las posibles afectaciones de acuerdo con las características constructivas y actividades existentes y que se pretenden 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 del documento fue seleccionada en relación con las características del proyecto, del medio natural, y de la intensidad y extensión de los posibles impactos generados por las obras de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto San Ignacio.

VERSIÓN PÚBLICA

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

I.1. Nombre del Proyecto

Proyecto San Ignacio

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

I.3. Datos del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o Razón Social

Natural Environment, S.C.

I.3.2. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental

Biól. Guillermo Gómez Romero, con Cédula Profesional N° 2276446.

I.3.3. Correo(s) electrónico(s)

Tabla 1. 1. Correos electrónicos de las personas involucradas en el estudio

[redacted]

ULTA PUBLICA

I.4. Protesta de decir verdad del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental (Anexo F)

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto "San Ignacio", se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.5. Ubicación del proyecto

I.5.1. Entidad Federativa

Guanajuato

I.5.2. Municipio

El Proyecto se localiza en el municipio de Guanajuato, en el Estado de Guanajuato.

Geográficamente se encuentra a 10 km al noroeste de la ciudad de Guanajuato, y a 20.5 km partiendo del Templo de Valenciana, de ahí es preciso tomar el camino de terracería en el costado oriental del templo de San Cayetano, hasta llegar al Observatorio Astronómico del Ciudad de Guanajuato y Mina el Lucero. El predio donde se localiza el proyecto se encuentra el área aledaña a la Mina El Lucero, predio denominado "Santo Niño y San Ignacio del Puertecito"; el predio se localiza al sureste de la Localidad de Mineral de la Luz, con un rango de altura sobre el nivel del mar de 2360 a los 2420 msnm.

I.5.3. Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable

La ejecución del Proyecto se llevará a cabo en terrenos propiedad de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., con código postal 36243 en la localidad del Mineral de la Luz.

I.5.4. Imagen de ubicación del Proyecto

A continuación, en la Figura 1. 1 se presenta el área del Proyecto, mientras que en la Figura 1. 2 se ven representados los componentes del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

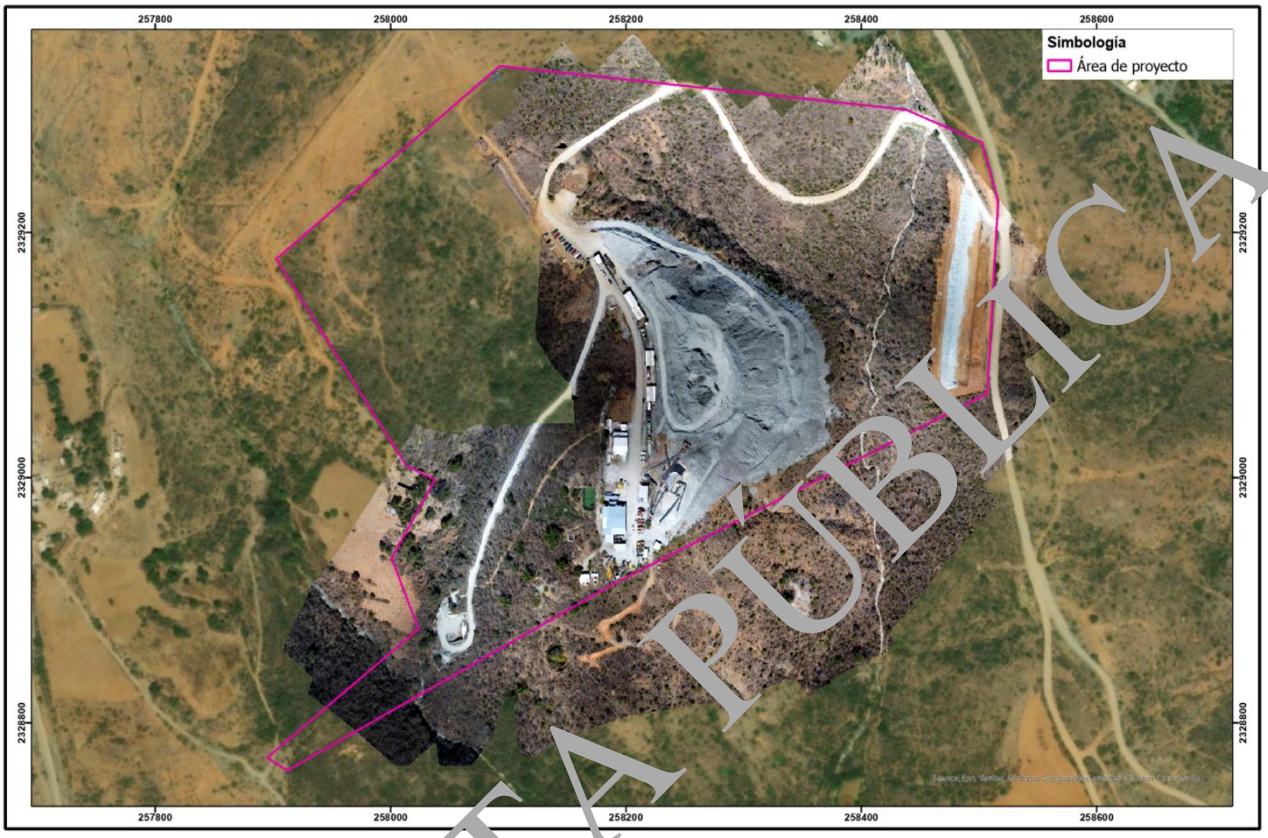


Figura 1. 1. Área del Proyecto San Ignacio

ULTA PÚBLICA

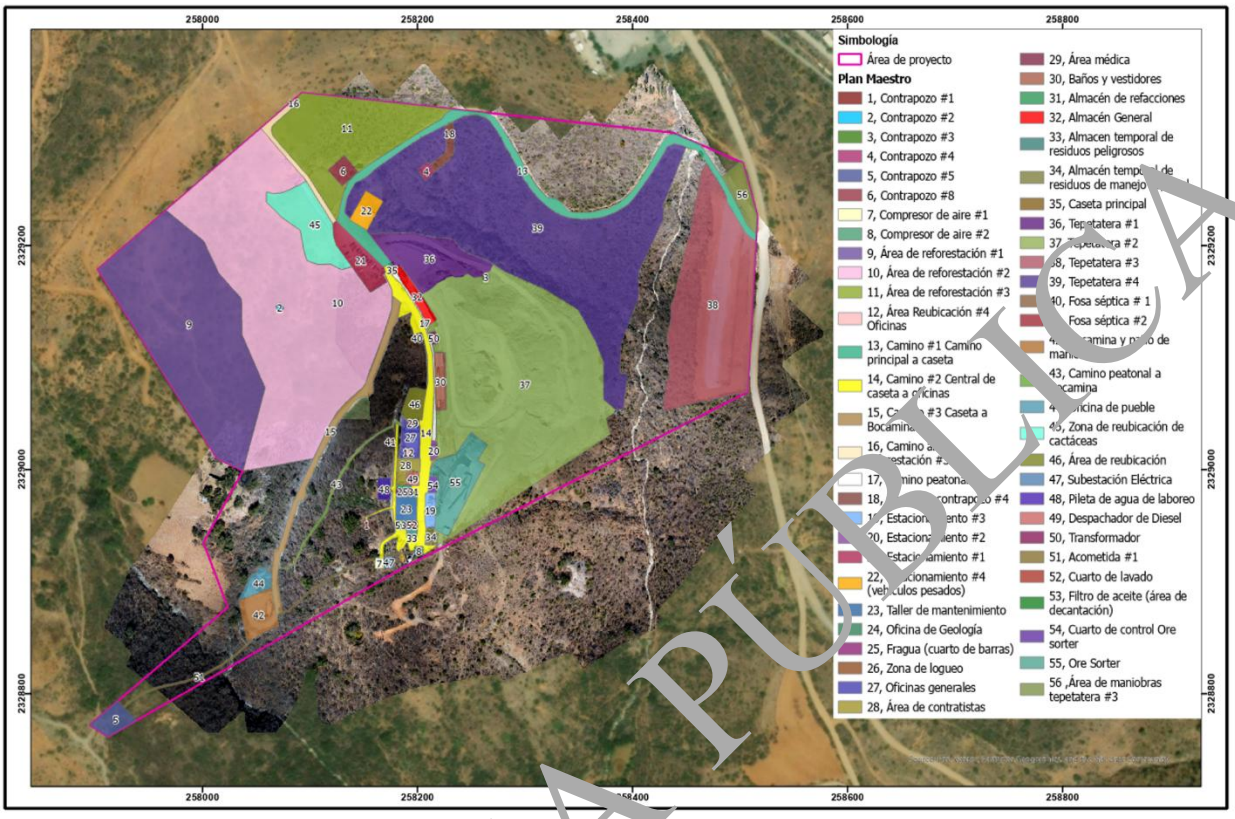


Figura 1. 2. Plan Maestro del Proyecto San Ignacio

Se integran planos georreferenciados en UTM con Datum WGS84, así como archivos en formato *Shp*, *Kml*, y *CSV, y PDF* del polígono general del área del Proyecto (**Anexo 1.1**) y del plan maestro con cada una de las obras que lo componen (**Anexo 1.2**).

I.6. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

Actualmente, gracias a la operación de la mina San Ignacio, junto con las actividades de exploración minera que se han realizado en la zona, se ha permitido comprobar reservas de mineral para continuar con las operaciones mineras en el sitio conforme a la vida útil, con lo que se garantizará la continuidad operativa en materia ambiental, así como la seguridad de todos los colaboradores en cualquiera de las áreas en las que participen.

El Proyecto que motiva la elaboración de la presente MIA-R, consiste en la integración de todas las autorizaciones ambientales y las obras e instalaciones preexistentes en la mina San Ignacio, en una sola Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), esto permitirá dar continuidad de las obligaciones autorizadas previamente por la autoridad en un solo informe de cumplimiento, así como la optimización de las operaciones de la Mina y el adecuado cierre, con una visión integral, que incluya:

VERSIÓN PÚBLICA

a) Obras y actividades existentes y autorizadas en materia de impacto ambiental

b) Obras nuevas que surgen ante la necesidad de expansión de las operaciones y que han quedado envueltas por las actividades de la mina.

Lo anterior permitirá optimizar las operaciones de las obras y actividades de Mina San Ignacio, considerando las ampliaciones que se pretendan y ejecutadas de manera planificada hasta su cierre.

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. pretende ejecutar el Proyecto denominado "San Ignacio" con las obras prexistentes y las nuevas propuestas en una superficie de **14.8698 ha.** Lo anterior, está enlistado en la Tabla 1. 2.

Tabla 1. 2. Superficie por obra del Proyecto San Ignacio

ID	Obra	Hectáreas
1	Contrapozo #1	0.0049
2	Contrapozo #2	0.0030
3	Contrapozo #3	0.0035
4	Contrapozo #4	0.0144
5	Contrapozo #5	0.0680
6	Contrapozo #8	0.0400
7	Compresor de aire #1	0.0082
8	Compresor de aire #2	0.0057
9	Área de reforestación #1	1.7599
10	Área de reforestación #2	2.7856
11	Área de reforestación #3	0.8014
12	Área Reubicación Oficinas	0.0061
13	Camino #1 Camino principal a caseta	0.3956
14	Camino #2 Central de caseta a oficinas	0.3013
15	Camino #3 Caseta a Bocamina	0.2009
16	Camino área reforestación #3	0.0633
17	Camino peatonal	0.0317
18	Camino a contrapozo #4	0.0357
19	Estacionamiento #3	0.0296
20	Estacionamiento #2	0.0101
21	Estacionamiento #1	0.1267
22	Estacionamiento #4 (vehículos pesados)	0.0571
23	Taller de mantenimiento	0.0425
24	Oficina de Geología	0.0043
25	Fragua (cuarto de barras)	0.0049
26	Zona de logueo	0.0012

VERSIÓN PÚBLICA

ID	Obra	Hectáreas
27	Oficinas generales	0.0493
28	Área de contratistas	0.0372
29	Área médica	0.0062
30	Baños y vestidores	0.0520
31	Almacén de refacciones	0.0046
32	Almacén General	0.0487
33	Almacén temporal de residuos peligrosos	0.0075
34	Almacén temporal de residuos de manejo especial	0.01[illegible]
35	Caseta principal	0.0036
36	Tepetatera #1	0.3294
37	Tepetatera #2	2.[illegible]787
38	Tepetatera #3	1.2633
39	Tepetatera #4	2.6649
40	Fosa séptica # 1	0.0045
41	Fosa séptica #2	0.0041
42	Bocamina y patio de maniobras	0.1165
43	Camino peatonal a Bocamina	0.0378
44	Oficina de pueble	0.0475
45	Zona de reubicación de cactáceas	0.2640
46	Área de reubicación	0.0498
47	Subestación Eléctrica	0.0092
48	Pileta de agua de laboreo	0.0240
49	Despachador de Diesel	0.0142
50	Transformador	0.0065
51	Acometida #1	0.0537
52	Cuarto de lavado	0.0081
53	Filtro de aceite (área de decantación)	0.0059
54	Cuarto de control Ore Sorter	0.0125
55	Ore Sorter	0.2515
56	Área de maniobras tepetatera #3	0.0931
	Total	**14.8698**

VERSIÓN PÚBLICA

El desarrollo del Proyecto se complementará y vinculará de manera directa con las operaciones de extracción y beneficio actuales de la Mina San Ignacio, apegándose a los distintos lineamientos, actividades y buenas prácticas que se ejecutan actualmente en la mina, tales como capacitaciones, actividades de protección al ambiente y cumplimiento ambiental, sumado a que el presente Proyecto cuenta con medidas y actividades propias para cumplir con el marco jurídico ambiental y de buenas prácticas mineras.

Actualmente, todas las obras prexistentes se encuentran en su etapa operativa, donde actualmente se ejecutan en conjunto con las demás obras de la Unidad, además de la integración de las obras nuevas propuestas a desarrollar con la presente MIA-R.

El Proyecto pretende la continuación de la ejecución de las obras, donde se realizan actividades de separación y clasificación de minerales, y actividades complementarias a todo el proceso operativo, como mantenimiento de vehículos y correcta disposición de residuos, entre otros.

Durante la vida útil del Proyecto se han realizado y continuarán realizando actividades de mantenimiento preventivo y especializado de ser requerido, puesto que el uso constante de estas obras o instalaciones generarán cierto grado de desgaste que puede ser fácilmente tratado, además, los distintos vehículos y maquinaría especializada presentarán mantenimientos conforme a los lineamientos internos de la mina, en cumplimiento a sus compromisos ambientales y para reducir el riesgo de accidentes por falta de mantenimiento del equipo o maquinaria.

I.6.1. Características generales

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. es una sociedad moderna que necesita un suministro de metales, minerales, y combustibles para su subsistencia. Una gran parte de las materias primas para estos productos tiene su origen en yacimientos por debajo de la superficie de la tierra. Históricamente, la explotación subterránea de minerales ha sido considerada como una de las actividades más riesgosas que realiza el hombre, motivo por el cual la minería exige una planificación cuidadosa y extensiva de tales excavaciones, al objeto de que la misma funcione adecuadamente.

La Mina San Ignacio es una Mina Subterránea, la cual hace la extracción de minerales (oro y plata), por esta razón la Minera Mexicana el Rosario, S. A. de C. V. se maneja con responsabilidad y tecnología para lograr el mayor aprovechamiento de estos recursos escasos, teniendo como objetivo conseguir la óptima extracción de las reservas minerales con el mayor beneficio económico y con la máxima seguridad de las operaciones.

La extracción de recursos minerales valiosos de la corteza terrestre en contenidos muy bajos, implica el desarrollar todo un proceso de separación de contenidos valiosos y no valiosos, en los que lógicamente la cantidad de material no valioso (tepetate, materiales pétreos inertes) supera en cantidad a los valiosos (Oro y Plata), dando en consecuencia una alta relación de desperdicio/producto, esto origina la necesidad de diseñar todo un proceso de disposición de estos materiales no valiosos, dependiente con el proceso tecnológico seguido.

Dada la característica del proceso de explotación de una mina subterránea se requiere remover grandes cantidades de materiales, ello genera diversos impactos ambientales en su área de influencia, por otro lado, la disposición de dichos materiales y la tecnología empleada muchas veces puede ocasionar un gran impacto en la zona, por lo que la promovente tiene que prevenir, controlar y mitigar estos impactos con planes de monitoreo, evaluación constante y restauración paralela al proceso productivo.

VERSIÓN PÚBLICA

A continuación, se describen las generalidades de la obra subterránea de la Unidad Minera San Ignacio:

Descripción general de obra subterránea

Rampa principal

Excavación mediante perforación y voladura inclinada que permite la comunicación entre los diferentes niveles de una mina. Su función principal es facilitar el tránsito seguro y eficiente de equipos móviles, personal, materiales, mineral y estéril desde las zonas de explotación hacia la superficie o hacia otros niveles de operación.

La rampa se desarrolla siguiendo el diseño geológico y geotécnico del yacimiento, manteniendo una pendiente controlada, generalmente 12%, puede variar según la necesidad de la operación para permitir la circulación de camiones, cargadores y vehículos de servicio. Su sección de obra varía de acuerdo con el tamaño de los equipos que la utilizan o necesidades operativas, considerando además espacios para ventilación forzada si así lo requiere.

Para garantizar condiciones seguras de trabajo, las rampas cuentan con sistemas de sostenimiento adecuados a las características del macizo rocoso, que pueden incluir pernos de anclaje, malla electrosoldada, concreto lanzado y monitoreo geotécnico. Asimismo, disponen de señalización, sistemas de ventilación, control de polvo, acequias para drenaje de agua y medidas de seguridad vial.

Frente

Mediante perforación y voladura donde se ejecutan los trabajos de avance de preparación de la veta. En este frente se realizan actividades de excavación, rezagado de material (económico o estéril).

Su diseño principal está basado en un modelo geológico en el cual es la primera obra de un rebaje, su objetivo principal es desarrollar en mineral o exploración de la veta su pendiente promedio es de 0.5% y 1.0% según la operación lo requiera, esta puede variar, sección de obra tiene una variación dependiendo el modelo geológico.

Crucero

Función principal: Acceso, exploración, preparación, explotación del yacimiento cargadero, cárcamo, estación de bombeo y cámara de ventilación. Sección de obra Entre 3.0m x 3.0m y 3.5 m x 3.0 m, dependiendo del método de explotación y equipo utilizado. Longitud: Variable según la ubicación del cuerpo mineralizado y el diseño de mina. Pendiente: Generalmente 0 %; puede presentar inclinaciones en obras de acceso al yacimiento de -15 %. Método de avance: Perforación y voladura, utilizando jumbos neumáticos o máquinas de pierna. Sistema de sostenimiento: Puede

ULTA PÚBLICA

incluir pernos de anclaje, malla electrosoldada, de acuerdo con la calidad geomecánica del macizo rocoso.

Ventilación: Integrado a la red principal de ventilación de la mina mediante ventiladores auxiliares y ductos. Servicios instalados: Tuberías de agua y aire comprimido.

Rebaje

Rebaje subterráneo es una excavación minera desarrollada dentro del yacimiento donde se realiza la extracción del mineral económico. Constituye la unidad básica de explotación en diversos métodos de minería subterránea, tales como corte y relleno, cámaras y pilares, sublevel stoping y barrenos largos. El rebaje corresponde al volumen de roca mineralizada delimitado entre niveles, cruceros, rampas o subniveles, diseñado para ser perforado, volado y extraído de manera segura y eficiente conforme al método de explotación seleccionado. Se ubica dentro del cuerpo mineralizado.

Posee dimensiones definidas por el diseño y las características geomecánicas del macizo rocoso. Cuenta con accesos mediante rampas, galerías o cruceros. Incluye sistemas de ventilación, sostenimiento y servicios agua y aire comprimido. Puede mantenerse abierto temporalmente o rellenarse después de la extracción, dependiendo del método de minado. Aire fresco suministrado mediante aire natural o forzado (ventiladores y ductos flexibles).

Nicho

Función principal: eléctrico, seguridad y resguardo de explosivo, Sección de obra Entre 2.0m x 2.0m y 2.5 m x 2.5 m, dependiendo el diseño de explotación del yacimiento. Longitud: Variable según el diseño y capacidades requeridas por la operación. Pendiente: Generalmente 1 %. Método de avance: Perforación y voladura, utilizando máquinas de pierna. Sistema de sostenimiento: Puede incluir pernos de anclaje, malla electrosoldada, de acuerdo con la calidad geomecánica del macizo rocoso.

Plaza de exploración

Función principal: preparación para perforar con maquina exploradora, Sección de obra Entre 6.0m x 6.0m y 5.0 m x 5.0 m, dependiendo el diseño y longitudes de la máquina. Longitud: Variable según las dimensiones de la maquina y ángulos a perforar. Pendiente: Generalmente 1 %. Método de avance: Perforación y voladura de aplicación de obra principal, utilizando máquinas de pierna. Sistema de sostenimiento: Puede incluir pernos de anclaje, malla electrosoldada, zarpeo, de acuerdo con la calidad geomecánica del macizo rocoso.

Tiro

Tiro minero vertical de sección rectangular/circular, desarrollado desde superficie hasta el nivel de explotación, equipado con sistema de malacate para transporte de personal, materiales y extracción de mineral. Cuenta con infraestructura de ventilación, servicios eléctricos y

VERSIÓN PÚBLICA

comunicación, así como revestimiento superficial estructural para garantizar la estabilidad y seguridad operacional.

Nivel de acarreo o contra cañón

Labor minera horizontal diseñada para el transporte y manejo de mineral, tepetate, personal y suministros dentro de una explotación subterránea, comunicando las áreas de producción con la infraestructura principal de la mina, tales como rampas, tiros y cargaderos, bajo condiciones de seguridad y eficiencia operativa.

Sección de obra Entre 4.5m x 4.5m y 5.0 m x 5.0 m, dependiendo de las dimensiones de los equipos de tránsito. Pendiente: Generalmente (1 %) o (-1%). Método de avance: Perforación y voladura de aplicación de obra principal, utilizando máquinas de pierna o jumbo. Sistema de sostenimiento: Puede incluir pernos de anclaje, malla electrosoldada, zarpeo, de acuerdo con la calidad geomecánica del macizo rocoso.

Robbins

Los (Robbins) de contrapozos, tiros y obras verticales o inclinadas en minería subterránea. El sistema opera mediante la perforación de un barreno piloto y el posterior escariado de la excavación hasta el diámetro de diseño según el requerimiento de operación, permitiendo la construcción segura y eficiente de obras de ventilación y comunicación entre niveles de explotación.

Rotaria

Obra de excavación mecanizada (Rotaria) de contrapozos, tiros y obras verticales o inclinadas en minería subterránea. El sistema opera mediante la perforación de un barreno piloto y el posterior escariado de la excavación hasta el diámetro de diseño según el requerimiento de operación, permitiendo la construcción segura y eficiente de obras de ventilación y comunicación entre niveles de explotación.

Contrapozo

Función principal: ventilación, servicios generales, exploración, metaleros, salida en rebajes de producción, Tepetatera y caminos de emergencia. Sección de obra Entre 1.5m x 1.5m y 2.0 m x 2.0 m, dependiendo su función en la operación. Longitud: Variable según su diseño. Pendiente: Generalmente 56°; puede presentar inclinaciones variables dependiendo su función en la operación. Método de avance: Perforación y voladura, utilizando máquinas de pierna.

Con lo anterior, a continuación, se describe de manera detallada el proceso operativo de cada una de las obras que ocupan lugar en la Unidad Minera San Ignacio.

UT A PÚBLICA

I.6.2. Obras principales

Conforme a lo anterior, la superficie total del Proyecto es **14.8698 ha**, englobando un total de 56 obras, de la cuales 11 se identifican como "obras nuevas" y 45 como "obras preexistentes", las cuales se presenta su descripción y funcionamiento a continuación:

1.6.2.1. Contrapozos

Los contrapozos de ventilación a superficie es una obra minera vertical o subvertical desarrollada desde los niveles subterráneos hacia la superficie, cuya función principal es asegurar la circulación eficiente de aire en el sistema de ventilación de la mina. Esta infraestructura permite la extracción de aire viciado y contaminado por gases, polvo, calor y humos generados por las operaciones mineras, contribuyendo a mantener condiciones seguras y adecuadas para el personal y los equipos.

Los contrapozos siguientes deben justificarse como componentes interdependientes de un circuito de ventilación. Las obras de inyección introducen aire fresco; las obras de extracción conducen aire viciado, calor, polvo y gases hacia superficie por rutas controladas.

- *Contrapozo #1:*

Se requiere como obra de inyección para incrementar el suministro de aire limpio hacia los rebajes atendidos por la infraestructura del nivel 430. Su función es reducir recirculaciones y mejorar oxígeno, temperatura y dilución de contaminantes. La superficie del contrapozo #1 es de 0.0049 ha. Esta obra constituye un componente crítico para la seguridad operacional, ya que mejora la calidad del aire subterráneo, facilita la evacuación de gases y contribuye al control de temperatura y humedad dentro de la mina, cumpliendo con los estándares de seguridad y salud ocupacional aplicables a la industria minera.

Actualmente este contrapozo, desplanta en el nivel de Pili elevación 2,328.182 y finaliza en la elevación 2,381.911, sección de obra de 1.5x1.5, longitud 62.35 m y con una obra perimetral en superficie.

Contrapozo #2:

Actualmente este contrapozo, desplanta en el Rebaje 680 elevación 2,348.739 y finaliza en la elevación 2,373.047, sección de obra de 1.5x1.5, longitud 28.14 m y con una obra perimetral en superficie. La superficie del contrapozo #2 es de 0.0030 ha.

Contrapozo #3:

Actualmente este contrapozo, desplanta en la rampa 526 elevación 2,297.532 y finaliza en la elevación 2,374.067, sección de obra de 1.5x1.5, longitud 90.50 m y con una obra perimetral en superficie. La superficie del contrapozo #3 es de 0.0035 ha.

ULTA PÚBLICA

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los contrapozos #1, #2 y #3 dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio. En el **Anexo 1.3** se presentan fotografías actuales de las obras.

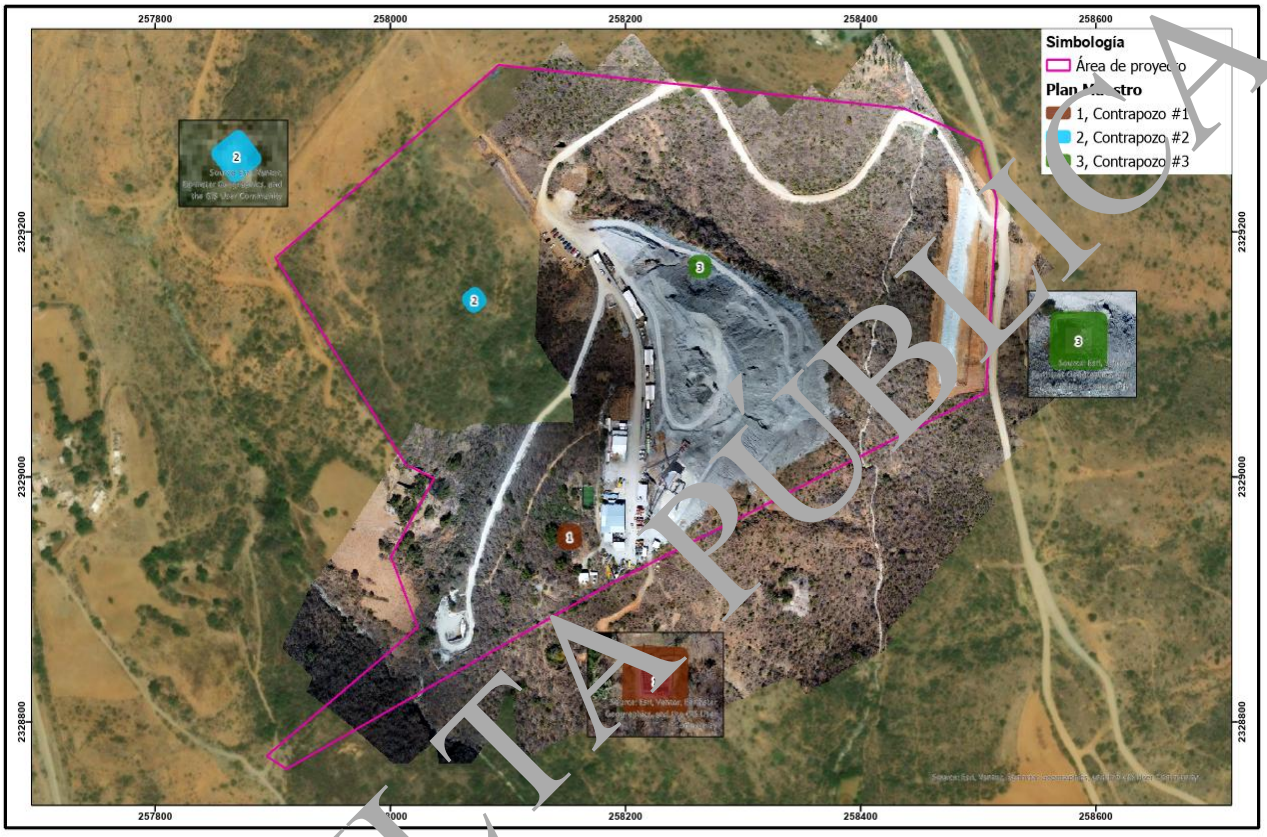


Figura 1. 3. Ubicación Contrapozos #1, #2 y #3 de la Unidad Minera San Ignacio

- *Contrapozo #4 y camino (camino a contrapozo #4):*

El contrapozo #4 y el camino que va a este son obras nuevas que requerirán CUSTF, el cual será solicitado en un estudio independiente a esta MIA-R, estas obras son de suma importancia ya que establecerán una conexión directa entre superficie y las labores subterráneas para suministrar aire fresco a la Rampa 526 y al Rebaje 530, la superficie del contrapozo 4 es de 0.0144 ha.

El camino es una obra asociada inseparable, porque permite movilizar maquinaria, equipo de perforación, materiales, tuberías, cables y personal para construcción, inspección y mantenimiento, el cual tiene una superficie de 0.0357 ha.

La ventilación debe considerarse como infraestructura de seguridad: diluye gases de voladura y emisiones diésel, controla polvo, temperatura y humedad, y permite mantener actividades simultáneas sin comprometer la salud del personal.

ULTA PUBLICA

El camino y el contrapozo constituyen una sola unidad funcional. Excluir cualquiera impediría construir u operar adecuadamente el sistema de ventilación destinado a la Rampa 526 y al Rebaje 530.

La obra consiste en la excavación de un contrapozo vertical o inclinada destinada al sistema de ventilación de la mina, ejecutada mediante equipo de perforación tipo Robbins Raise. Los trabajos incluyen la habilitación de estaciones de perforación subterráneas, replanteo topográfico, perforación de barreno piloto desde superficie hacia el nivel posterior, así como el rimado de la excavación de nivel posterior hacia el punto superficial, hasta alcanzar el diámetro y longitud de diseño.

El Robbins permitirá el suministro de aire fresco o la extracción de aire de retorno, mejorando las condiciones de ventilación y seguridad de la operación minera. Los trabajos comprenden además la estabilización geotécnica cuando sea requerida, instalación de sostenimiento, obras civiles complementarias en superficie y puesta en servicio de la infraestructura de ventilación.

Actualmente el Robbins está en fase de proyecto, en interior mina se realiza un nicho eléctrico 2.5x2.5 longitud 4 m pendiente +1%, cárcamo 2.5x2.5 longitud 10 m pendiente -18% y estación con dimensiones de 6m de ancho x 6 m de largo x 6m de alto, anclado y enmallado en todo el cielo, anclas Split set de 8ft con placa de soporte de 6”x 6” plantilla de anclaje tresbolillo con una separación de 1.5m. Base de concreto FC= 250 kg/cm2, revestimiento 14 con un ancho variable de acuerdo con el terreno.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Contrapozo #4 y su camino dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

ULTA PÚBLICA



Figura 1. 4 Ubicación del Contrapozo #4 y su camino dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

- *Contrapozo #5 y acometida*

El contrapozo #5 también será una obra nueva que requerirá CUSTF el cual como se mencionó será solicitado en un estudio independiente a esta MIA-R, la construcción de esta obra consta de una entrada principal de aire fresco para los desarrollos y rebajes de corto plazo de Santo Niño, que junto con la Acometida (esta obra no requiere CUSTF) suministrará energía estable para ventiladores secundarios, bombeo, perforación con jumbo, refugio minero, plazas de exploración y equipos auxiliares.

La combinación de ventilación y energía evita soluciones temporales, reduce fallas, mejora la disponibilidad mecánica y permite mantener condiciones seguras durante desarrollo, preparación y explotación.

El desplante de proyecto en la rampa 430 zona Santo Niño sección de obra de varia entre1.5m a 1.8m según el estudio de ventilación, elevación desplante 2,202.408 y elevación de llegada a superficie 2,365.580 longitud 172.20 m y con una obra perimetral en superficie con acometida eléctrica, ventilador o extractor.

El Contrapozo #5 presenta una superficie de 0.0680 ha, mientras que la Acometida asociada ocupa una superficie de 0.0537 ha., estas obras forman parte de la infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades mineras, permitiendo el acceso y la comunicación con el área destinada al contrapozo.

A continuación, se muestra la ubicación del Contrapozo #5 y la Acometida eléctrica ambos localizados dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

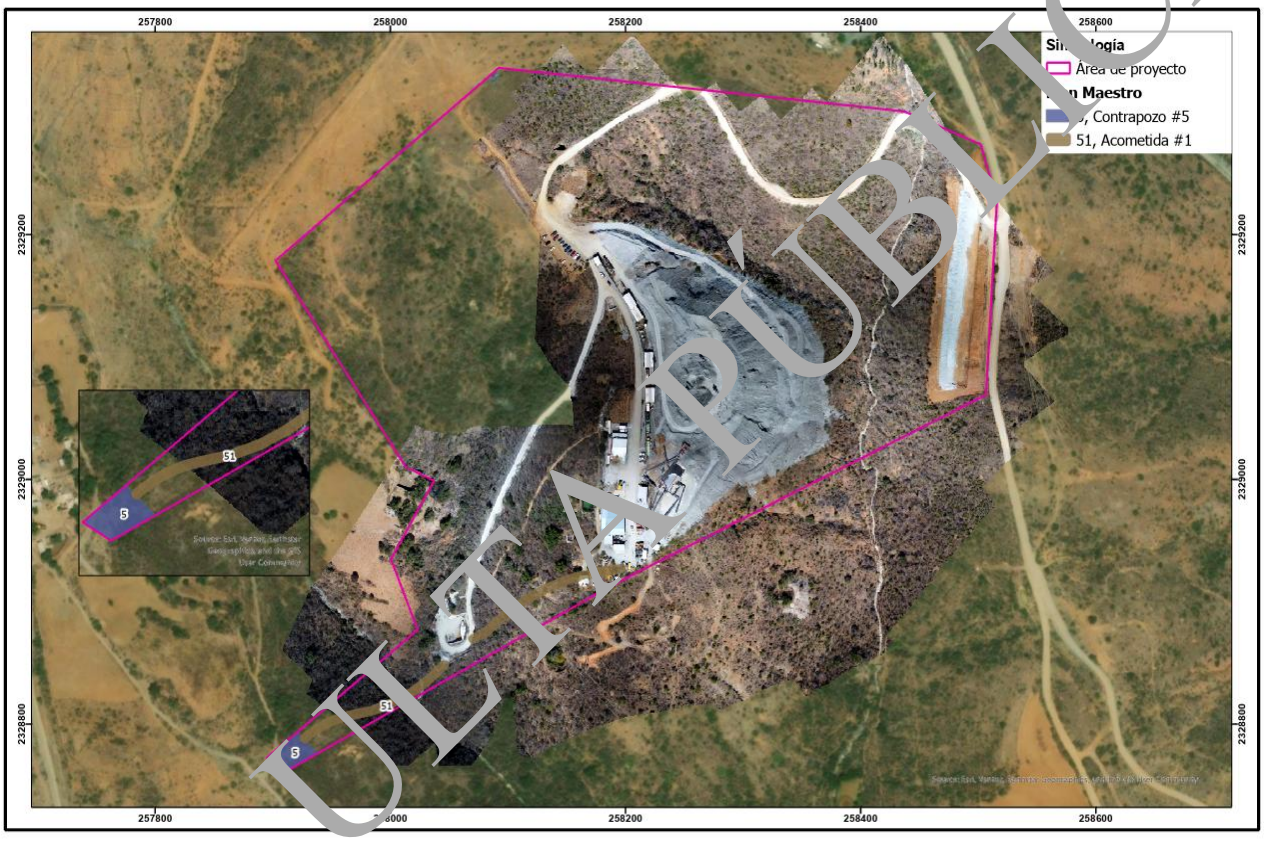


Figura 1. 5. Ubicación del Contrapozo #5 y Acometida dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

La obra es técnicamente necesaria para habilitar el sistema principal de ventilación y electrificación de Santo Niño. La afectación superficial es proporcional a la función crítica que desempeña en seguridad y continuidad de la mina.

- *Contrapozo #8*

Obra nueva la cual requerirá CUSTF el cual como se mencionó será solicitado en un estudio independiente a esta MIA-R, la superficie del contrapozo #8 es de 0.0400 ha.

VERSIÓN PÚBLICA

Actualmente el Robins está en fase de proyecto, en interior mina se realiza un nicho eléctrico 2.5x2.5 longitud 4 m pendiente +1%, cárcamo 2.5x2.5 longitud 10 m pendiente -18% y estación con dimensiones de 6m de ancho x 6 m de largo x 6m de alto, anclado y enmallado en todo el cielo, anclas Split set de 8ft con placa de soporte de 6"x 6" plantilla de anclaje tresbolillo con una separación de 1.5m. Base de concreto FC= 250 kg/cm2, revestimiento 14 con un ancho variable de acuerdo con el terreno.

Desplante de proyecto en la rampa 700/751 sección de obra de varia entre1.5 m a 1.8 m según el estudio de ventilación, elevación desplante 2,285.558 y elevación de llegada a superficie 2,401.994 longitud 120.0 m y con una obra perimetral en superficie, ventilador y extractor.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Contrapozo #8 dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

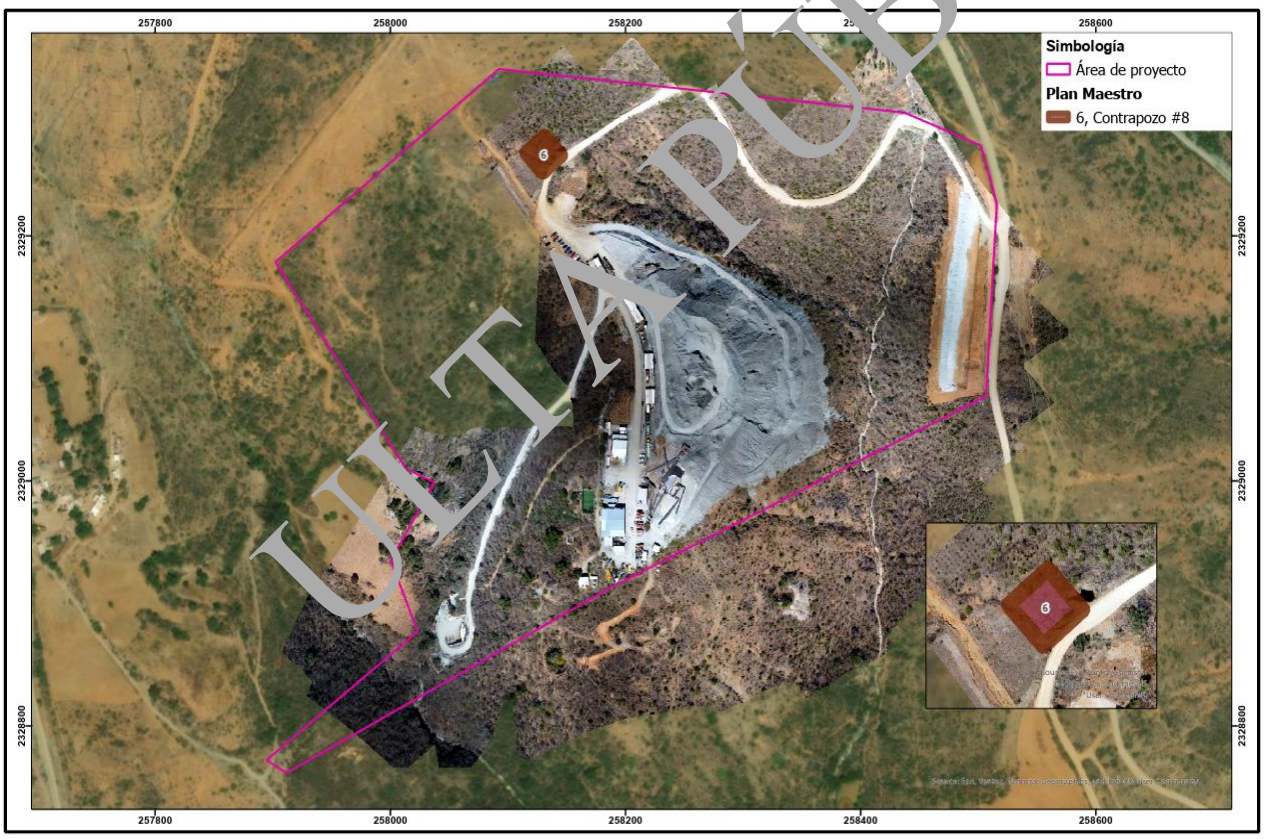


Figura 1. 6. Ubicación del Contrapozo #8 dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.2. Compresores de aire

Estas obras suministran montaje, instalación y puesta en marcha de un sistema de compresión de aire para operaciones mineras, incluyendo compresor, tanque de almacenamiento, red de distribución de 6”, conexiones, válvulas de seguridad, válvulas dúo check y válvula de compuerta en 6”.

Los trabajos comprenden la preparación y nivelación de la plataforma de instalación, construcción de base de concreto reforzado de 210 Kg/Cm2 con placas de soporte en ½” en los extremos, colocación y anclaje del equipo, instalación eléctrica de alimentación y control, tendido de tuberías de aire comprimido de 6” a 8”, pruebas de presión, verificación de fugas y puesta en operación.

El sistema estará destinado al suministro de aire comprimido para equipos neumáticos de perforación, bombas neumáticas, ventiladores neumáticos, mantenimiento y servicios auxiliares dentro de la operación minera, cumpliendo con las especificaciones técnicas, normas de seguridad industrial y requerimientos operativos de la unidad minera.

Actualmente se encuentra instalado el compresor #1 (obra 7), y el compresor #2 (obra 8) este se instalará por ende se considera obra nueva, el cual tendrá una superficie de 0.0057 ha.

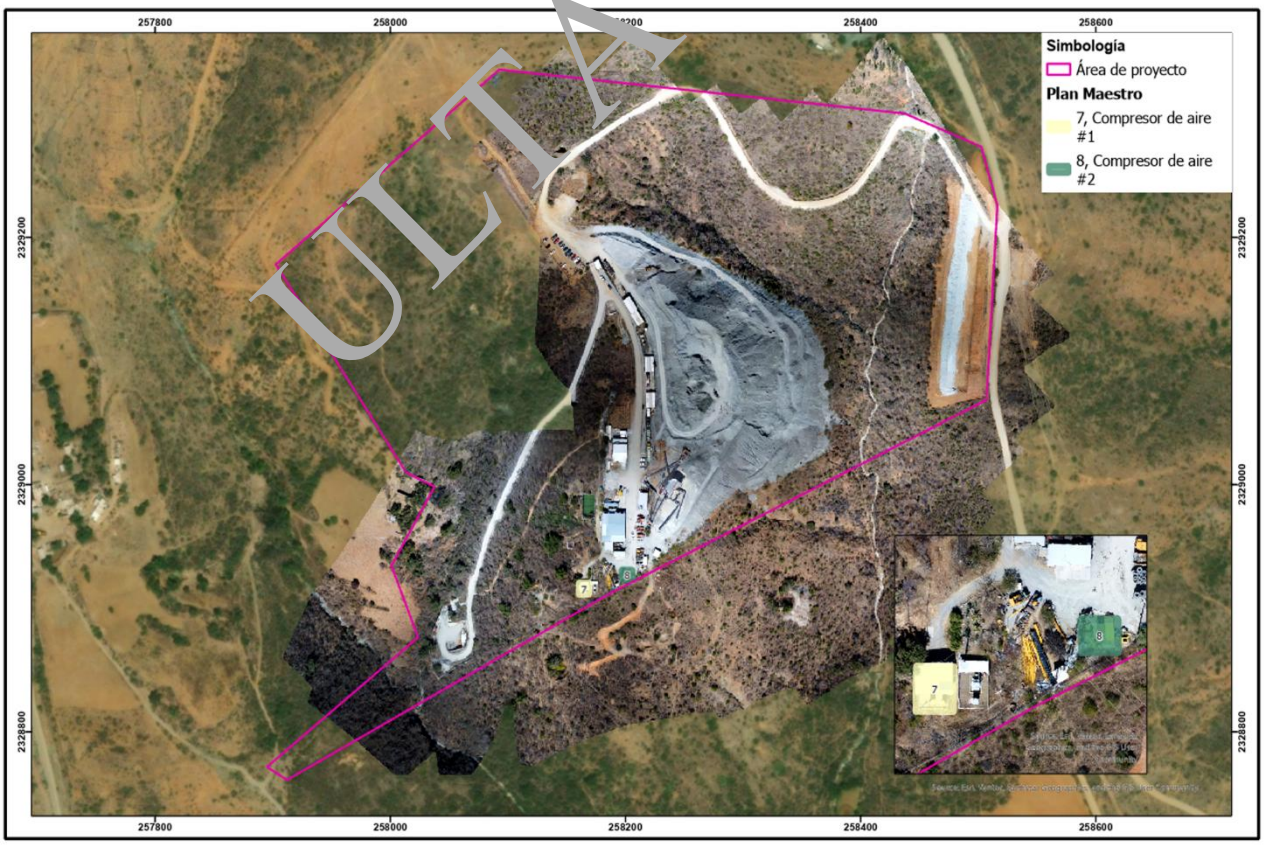


Figura 1. 7. Ubicación Compresores de aire Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.3. Áreas de Reforestación

Dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio se tienen contempladas tres áreas destinadas a actividades de reforestación. La selección de estos sitios se realizó considerando sus características ambientales y su viabilidad para el establecimiento y desarrollo de la vegetación, procurando que presenten condiciones favorables de suelo, pendiente, disponibilidad de humedad y accesibilidad, de manera que sea posible llevar a cabo de forma adecuada las actividades de establecimiento, mantenimiento y seguimiento de las plantaciones.

Asimismo, para la selección de las especies se prioriza el empleo de especies nativas o aquellas adaptadas a las condiciones ecológicas de la región, considerando sus requerimientos ambientales, capacidad de establecimiento y contribución a la recuperación de la cobertura vegetal.

A continuación, se presentan las superficies correspondientes a cada una de las tres áreas de reforestación, así como en la figura se muestra su ubicación dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio:

- *Área de Reforestación #1:* 1.7599 ha.
- *Área de Reforestación #2:* 2.7856 ha.
- *Área de Reforestación #3:* 0.8014 ha.

Esta área cuenta con un camino de acceso propio para el desarrollo de las actividades de establecimiento y mantenimiento, el cual presenta una superficie de 0.0633 ha, en el **Anexo 7 (Documentación legal)** se comparte el resolutivo de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de dicha área de Reforestación.

A continuación, se muestra en la siguiente figura la ubicación de las tres áreas de Reforestación, todas localizadas dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

VERSIÓN PÚBLICA

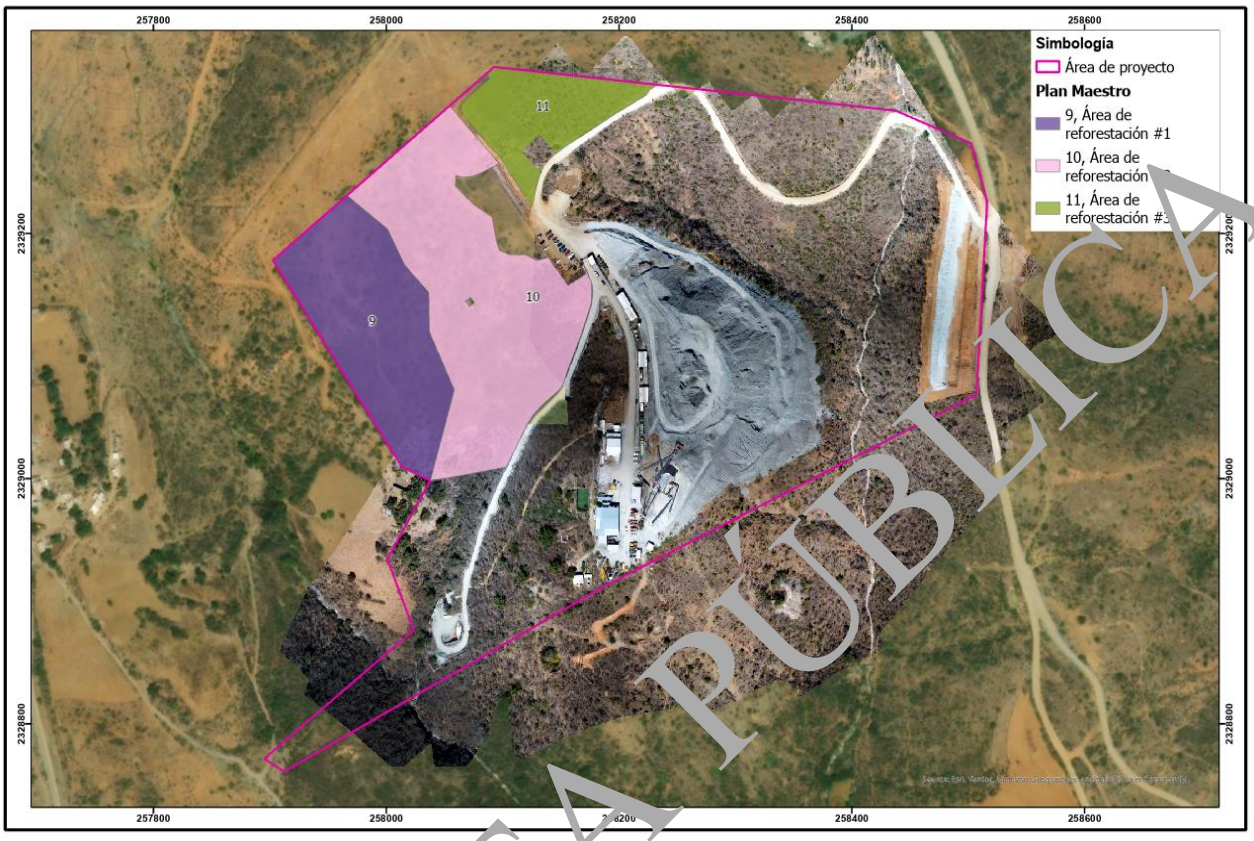


Figura 1. 8. Ubicación de las áreas de Reforestación dentro de la Unidad Minera San Ignacio

Las actividades de reforestación contemplan, además del establecimiento de los individuos, acciones de mantenimiento y seguimiento orientadas a favorecer su supervivencia y desarrollo. De manera periódica se realizan recorridos de supervisión para evaluar las condiciones de las áreas reforestadas, verificar la supervivencia y estado de desarrollo de los individuos establecidos, así como identificar oportunamente posibles afectaciones asociadas con sequía, erosión, compactación del suelo, presencia de plagas o enfermedades, afectaciones por fauna o cualquier otro factor ambiental que pudiera comprometer el establecimiento de la vegetación, estas actividades se realizan conforme al Programa de Reforestación establecido, acorde a las superficies, especies, densidades y acciones de mantenimiento que se determinaron con base en las características ambientales del sitio y en las medidas de compensación y restauración aplicables.

1.6.2.4. Caminos

Caminos de terracería transitables todo el año, con pendiente ligera, incluye cunetas y contracunetas, estos caminos corresponden a obras de infraestructura vial destinadas a proporcionar acceso y comunicación entre las diferentes áreas que integran la Unidad Minera, permitiendo el tránsito de personal, vehículos, maquinaria y equipos necesarios para el desarrollo de las actividades de construcción, operación, mantenimiento y supervisión del Proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

La red de caminos vehiculares está conformada por tres vialidades internas y externas, cuya longitud, ancho y características constructivas están determinadas de acuerdo con las necesidades de operación, las condiciones topográficas del terreno y los requerimientos de tránsito de la Unidad Minera.

Los caminos vehiculares y sus superficies se presentan de la siguiente manera:

- ***Camino #1:*** Camino principal a caseta, superficie 0.3956 ha
- ***Camino #2:*** Central de caseta a oficinas, superficie 0.3013 ha
- ***Camino #3:*** Caseta a Bocamina, superficie 0.2009 ha

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los caminos vehiculares de la Unidad minera:

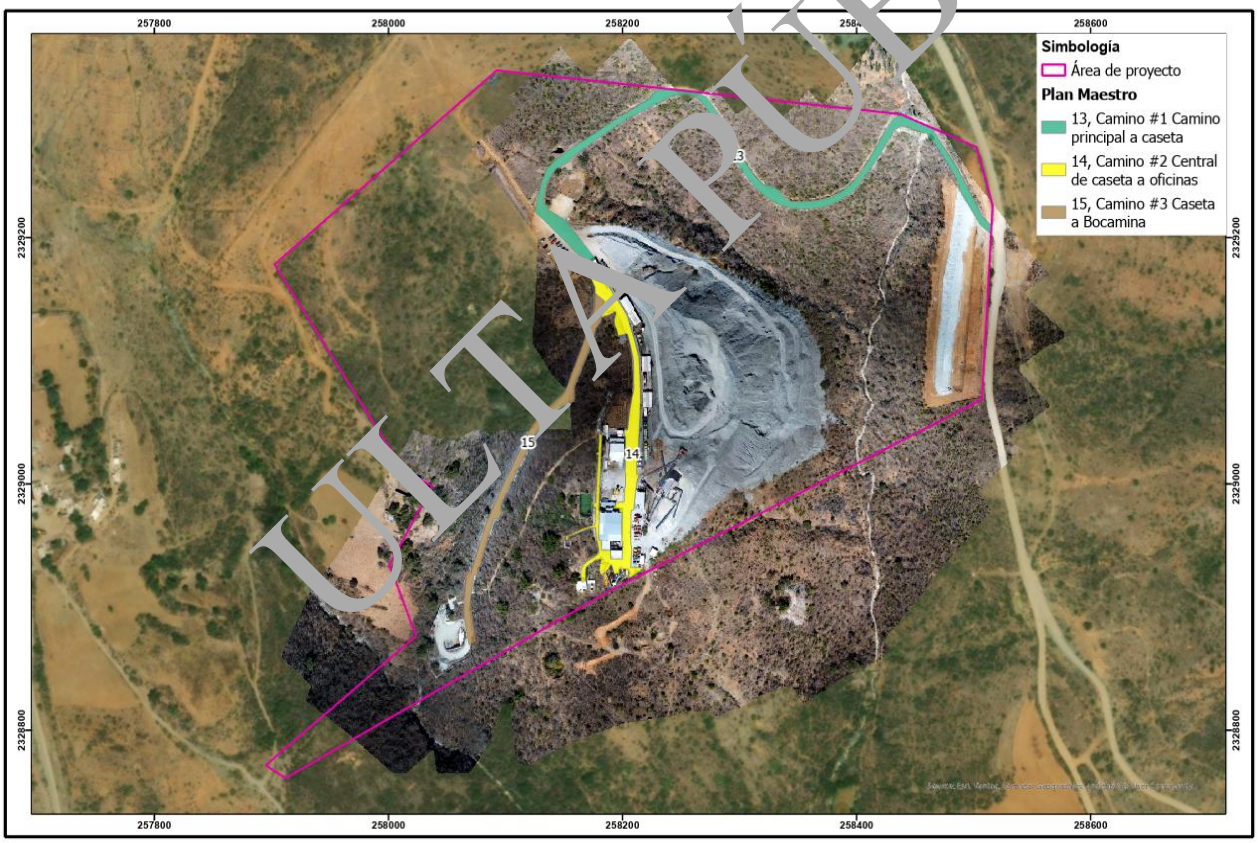


Figura 1. 9 Ubicación de los caminos vehiculares de la Unidad Minera San Ignacio

Como parte de su operación se tienen medidas para conservar las condiciones de seguridad y funcionalidad de las vialidades, incluyendo, la colocación de señalización, control de velocidad, mantenimiento de la superficie de rodamiento y conservación de las estructuras de drenaje. Asimismo, se realizan actividades de riego para controlar la generación de partículas suspendidas, particularmente durante periodos secos y de mayor tránsito vehicular.

ULTA PÚBLICA

Caminos peatonales:

Conforme a lo anterior, para los caminos peatonales se tienen dos: el primero considerado como el principal que va de la caseta a las áreas de oficinas donde es obligatorio transitar con el EPP (0.0317 ha) y el segundo que va desde el área de oficinas al área de bocamina y oficina de pueble (0.0378 ha), a continuación, se muestran las figuras de la ubicación de dichos caminos peatonales dentro de la Unidad minera.

Estos caminos tienen como objetivo mejorar la movilidad interna de los trabajadores, optimizar los tiempos de traslado entre las instalaciones y fortalecer las condiciones de seguridad operacional dentro de la unidad.

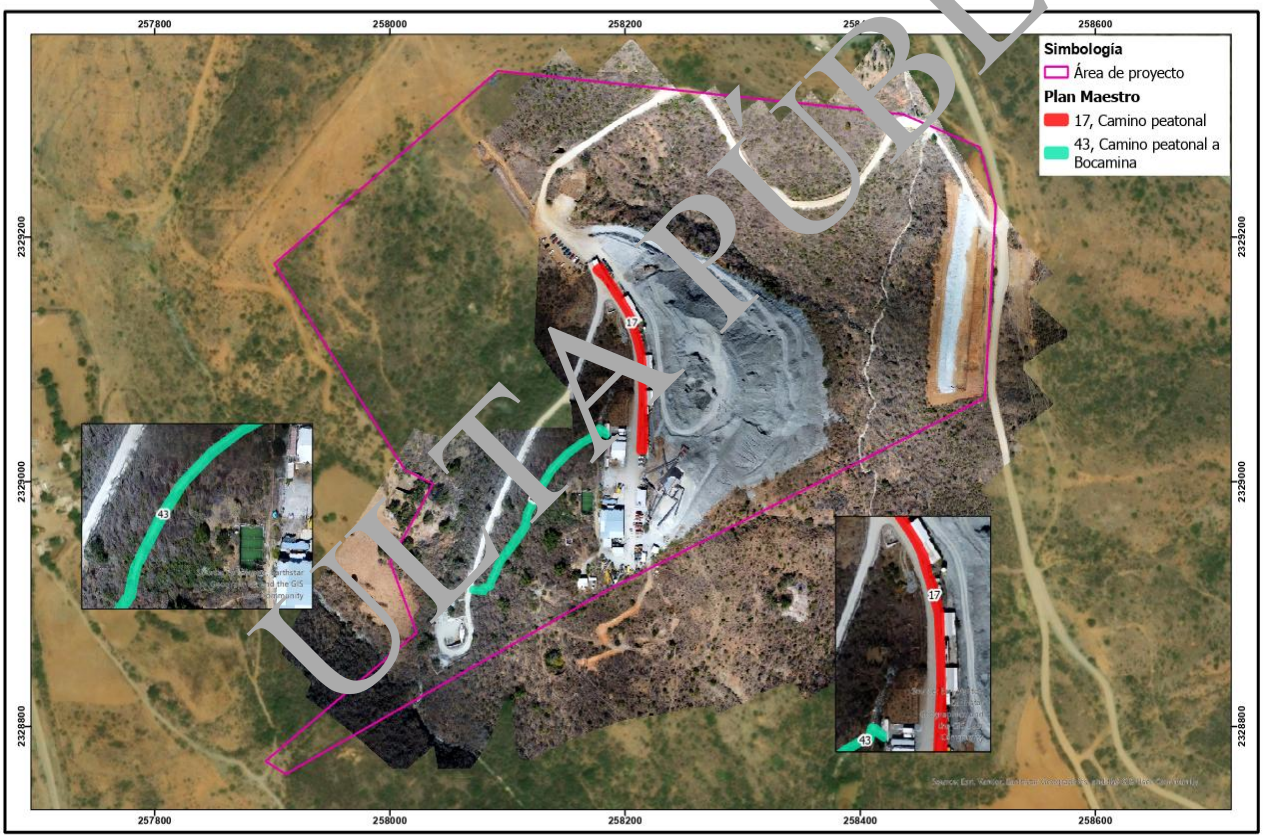


Figura 1. 10. Ubicación de los caminos peatonales: Camino principal y Camino peatonal a Bocamina de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.5. Estacionamientos

Los estacionamientos con los que cuenta Mina San Ignacio son cuatro: El principal, dos dentro de la unidad y uno específico para maquinaria pesada, estas obras de infraestructura auxiliar estan destinadas al resguardo temporal y control de vehículos utilizados por el personal y en las diferentes actividades operativas del Proyecto.

UIA PÚBLICA

Dichas áreas de estacionamiento están acondicionados y delimitados para vehículos ligeros, camionetas, vehículos de servicio y maquinaria pesada, de acuerdo con las necesidades de operación y las dimensiones de los equipos, la distribución de los espacios permite mantener una circulación ordenada y segura, evitando interferencias entre vehículos ligeros y maquinaria de mayores dimensiones.

El área destinada a vehículos convencionales (estacionamientos #1, #2 y #3) cuenta con cajones de estacionamiento y zonas de circulación suficientes para permitir las maniobras de entrada y salida. Por su parte, el estacionamiento de maquinaria pesada (estacionamiento #4) dispone de espacios de mayores dimensiones, adecuados para el estacionamiento de camiones, cargadores, excavadoras, tractores, equipos de acarreo y demás maquinaria utilizada en las actividades de la Unidad Minera.

Las superficies de los estacionamientos #2 y #3 serán acondicionadas mediante nivelación, y compactación. Para el estacionamiento #4 (maquinaria pesada) la superficie será conformada para soportar las cargas generadas por el peso y movimiento de los equipos, estas obras estan consideradas dentro de las obras nuevas.

Los estacionamientos cuentan con señalización, delimitación de espacios, sentidos de circulación, límites de velocidad y zonas de seguridad, con el propósito de reducir riesgos durante las maniobras y mantener un tránsito ordenado dentro de las instalaciones.

A continuación, se muestran las superficies de cada uno de los estacionamientos, y en la Figura 1. 11 se muestra su ubicación dentro de la Unidad Minera San Ignacio:

- ***Estacionamiento #1:*** 0.1267 ha
- ***Estacionamiento #2:*** 0.0101 ha
- ***Estacionamiento #3:*** 0.0296 ha
- ***Estacionamiento #4 (maquinaria pesada):*** 0.0571 ha

ULTA PÚBLICA

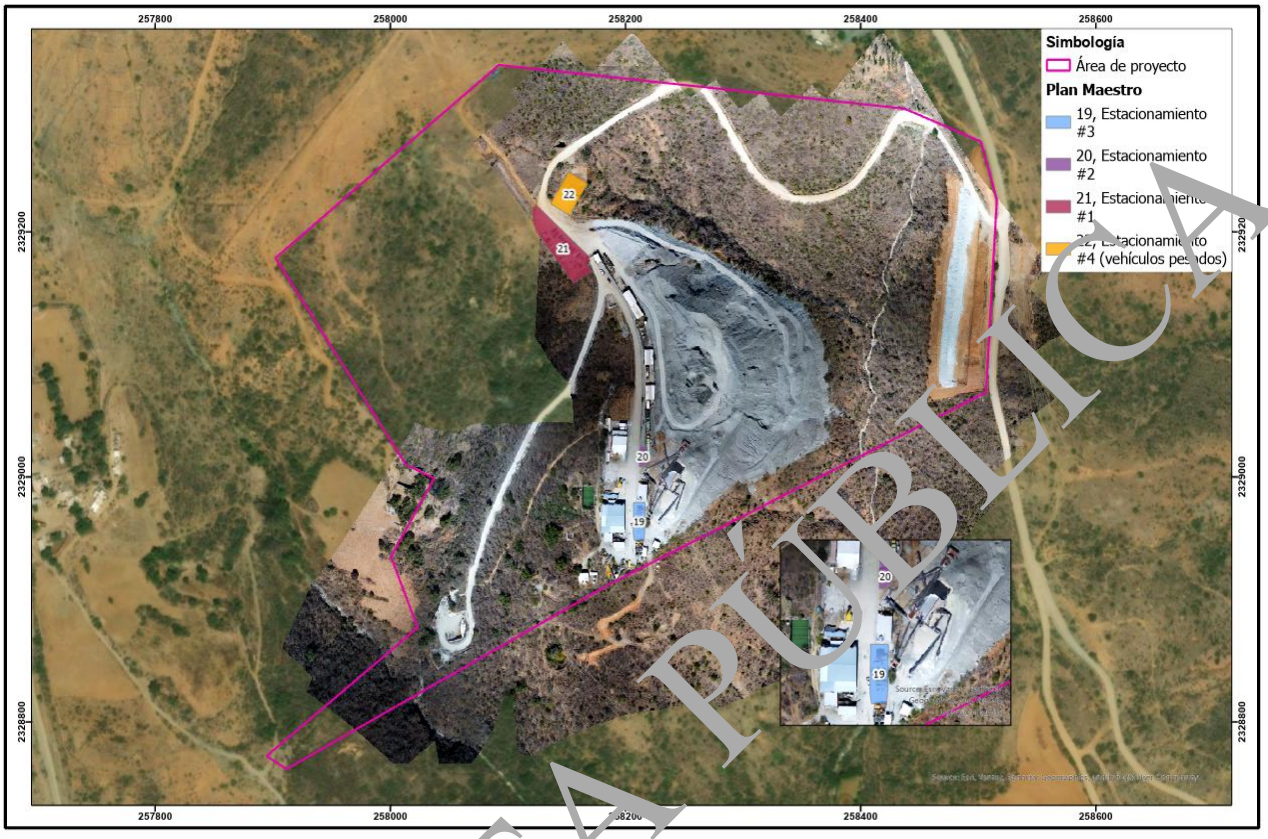


Figura 1. 11. Ubicación estacionamientos dentro de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.6. Taller de mantenimiento

Esta obra está destinada al desarrollo de actividades de inspección, mantenimiento preventivo y correctivo, reparación y conservación de la maquinaria y equipos utilizados en las diferentes actividades que conforman la operación del Proyecto.

El taller de mantenimiento está directamente vinculado a la obra "cuarto de lavado", ya que los equipos ingresan primero al área de lavado antes de pasar al proceso de mantenimiento preventivo, logrando así una operación conjunta y eficiente.

La infraestructura está conformada por un área techada y acondicionada para permitir el ingreso, estacionamiento temporal, revisión y mantenimiento de maquinaria pesada, contando con espacios suficientes para realizar las maniobras requeridas de manera segura. El taller dispone de áreas para mantenimiento mecánico, eléctrico, hidráulico y actividades complementarias, así como áreas específicas para el almacenamiento temporal de herramientas, refacciones y materiales de mantenimiento.

El área de trabajo es de superficie firme y resistente, adecuada para soportar el peso y movimiento de maquinaria pesada. Entre las principales actividades que se desarrollan en el taller se encuentran la revisión mecánica de equipos, cambio de aceites y lubricantes, sustitución de

ULTA PÚBLICA

refacciones, mantenimiento de sistemas hidráulicos y eléctricos, reparaciones, ajuste de piezas y revisión de neumáticos, así como otras actividades necesarias para mantener la maquinaria en condiciones adecuadas de operación.

Los residuos generados durante el mantenimiento, tales como aceites usados, filtros, estopas, trapos, envases y materiales impregnados con hidrocarburos, serán separados y manejados de acuerdo con sus características y llevados al Almacén temporal de Residuos Peligrosos (RP).

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Taller de mantenimiento el cual actualmente cuenta con cimentación de concreto y estructura metálica, una fosa de revisión, nueve contenedores metálicos utilizados como almacén y resguardo de herramientas y zona de soldadura el área tiene una superficie de 0.0425 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.



Figura 1. 12. Ubicación Taller de mantenimiento dentro de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.7. Oficina de geología

Esta obra está conformada actualmente como un contenedor metálico utilizado como oficina de geología. Este espacio se localiza sobre el área de mantenimiento mecánico, siendo utilizado diariamente por el personal del departamento de geología (Figura 1. 13).

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 1. 13. Vista general del exterior del área de geología

Se instaló un módulo destinado a oficinas mediante la habilitación y acondicionamiento de un contenedor marítimo, el cual fue adaptado para su uso como espacio administrativo y técnico dentro del Proyecto. Dicho contenedor fue colocado sobre otro contenedor (parte del taller de mantenimiento) previamente nivelado, funcionando como una estructura modular para el desarrollo de actividades relacionadas con la gestión, análisis y registro de información geológica derivada de las operaciones del proyecto minero.

El contenedor es una estructura metálica de aproximadamente 43 m²; adaptado internamente con escritorios, computadoras y equipo de cómputo (Figura 1. 14).

ULTA PÚBLICA



Figura 1. 14. Vista general de los interiores del área de geología

Para su acondicionamiento como oficina, se realizaron adecuaciones interiores al contenedor que permitieron su uso como área de trabajo para personal técnico, incluyendo espacios para escritorio, revisión de información geológica, elaboración de reportes, interpretación de datos de exploración y resguardo temporal de documentación y equipo menor asociado a las actividades del departamento. Las áreas mencionadas a continuación corresponden a las siguientes áreas:

1. *Oficinas de Geología*: Espacio de trabajo para interpretación geológica, dibujo técnico y análisis de datos.
2. *Bodega de Materiales*: Áreas designadas para resguardar escaleras, planos geológicos y geoquímicos, EPP (Equipo de Protección Personal) y herramientas como marros, cuñas, placas de acero, lonas y demás utensilios operativos.
3. *Área de Charlas*: Lugar donde se imparten pláticas de 5 minutos antes de entrar a mina.
4. *Pueble de Personal*: Punto de reunión del personal de geología, incluyendo muestreadores.

La estructura metálica propia del contenedor funciona como cerramiento perimetral y cubierta, proporcionando protección contra la intemperie y seguridad para el equipo y documentación resguardados en su interior. Este módulo opera como parte de la infraestructura de apoyo administrativo y técnico del Proyecto, sin involucrar procesos productivos ni actividades que generen emisiones o descargas al ambiente.

VERSIÓN PÚBLICA

El contenedor cumple las necesidades del equipo de geología, proporcionando un espacio funcional tanto para tareas administrativas como para el resguardo de materiales operativos.

Las dimensiones del contenedor y las oficinas dentro de este corresponden a 12.50 m de largo y 2.60 m de ancho, dividido en dos áreas específicas de 6.25 m de largo cada una. Lo anterior se ve representado a manera de plano en la Figura 1. 15.

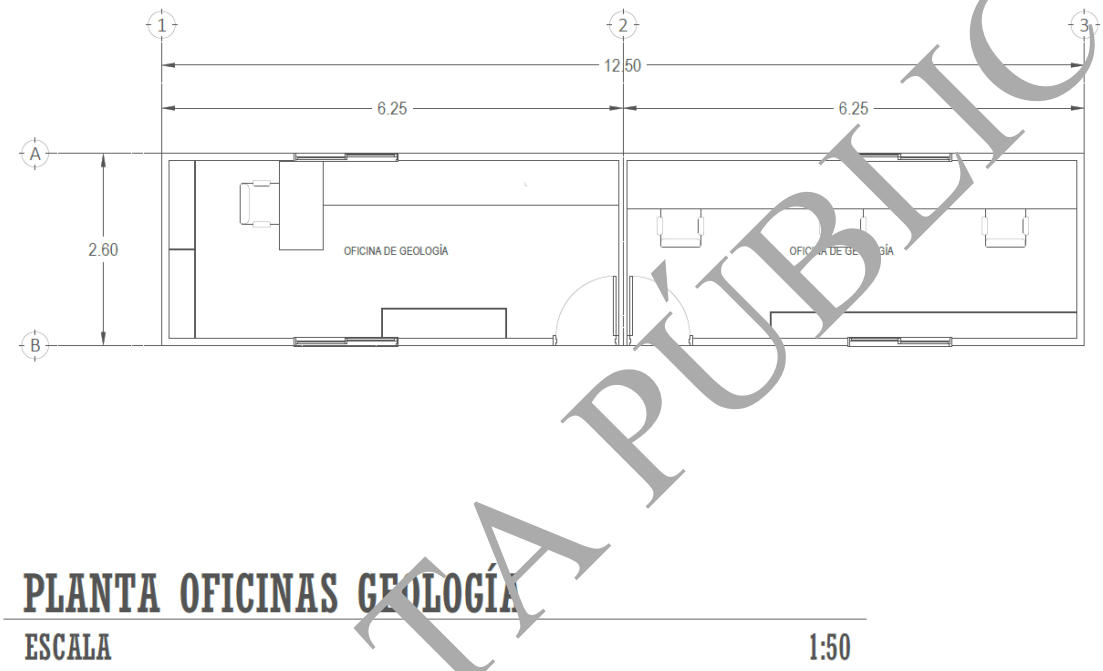


Figura 1. 15 Plano general (planta) de las oficinas de geología

En la Figura 1. 16 se presenta la ubicación de la oficina de geología en relación con la Unidad Minera San Ignacio.

ULTA PÚBLICA

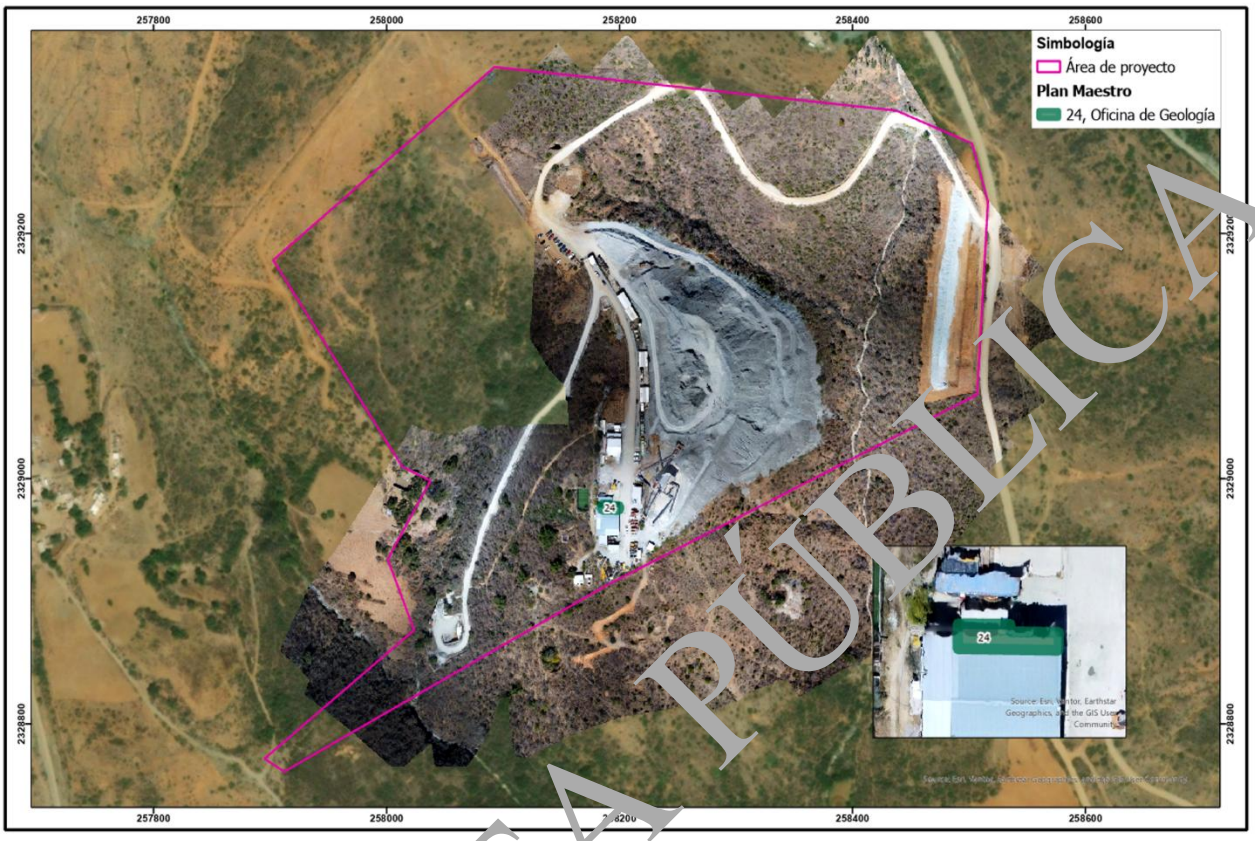


Figura 1. 16. Oficina de Geología

La operación del área de geología supone el uso del espacio para la interpretación geológica, dibujo técnico y análisis de datos, haciendo uso de los espacios dentro de esta obra, como la bodega de materiales, área de charlas, y el pueble de personal. Actualmente, el contenedor cumple con las necesidades operativas de la mina y del departamento de geología, por lo que es necesario regularizar dicha obra para que pase a formar parte de la continuidad administrativa de la Unidad en materia de Impacto Ambiental.

1.6.2.8. Fragua (cuarto de barras)

Se construyó un área destinada para la fabricación y acondicionamiento de barras utilizadas en la operación minera. La infraestructura se edificó sobre un firme de concreto hidráulico con un espesor de 10 cm, colado sobre terreno previamente nivelado y compactado, el cual funciona como superficie de trabajo y soporte para equipos, herramientas y almacenamiento temporal de materiales.

La estructura del taller se conformó mediante estructura metálica ligera, integrada por canales tipo monten y monten doble, los cuales se utilizaron como elementos estructurales para columnas, vigas y refuerzos de la nave, proporcionando estabilidad estructural y soporte para los elementos de cerramiento y cubierta.

VERSIÓN PÚBLICA

En la siguiente figura se presenta la ubicación del cuarto de barras en relación con la Unidad Minera San Ignacio.

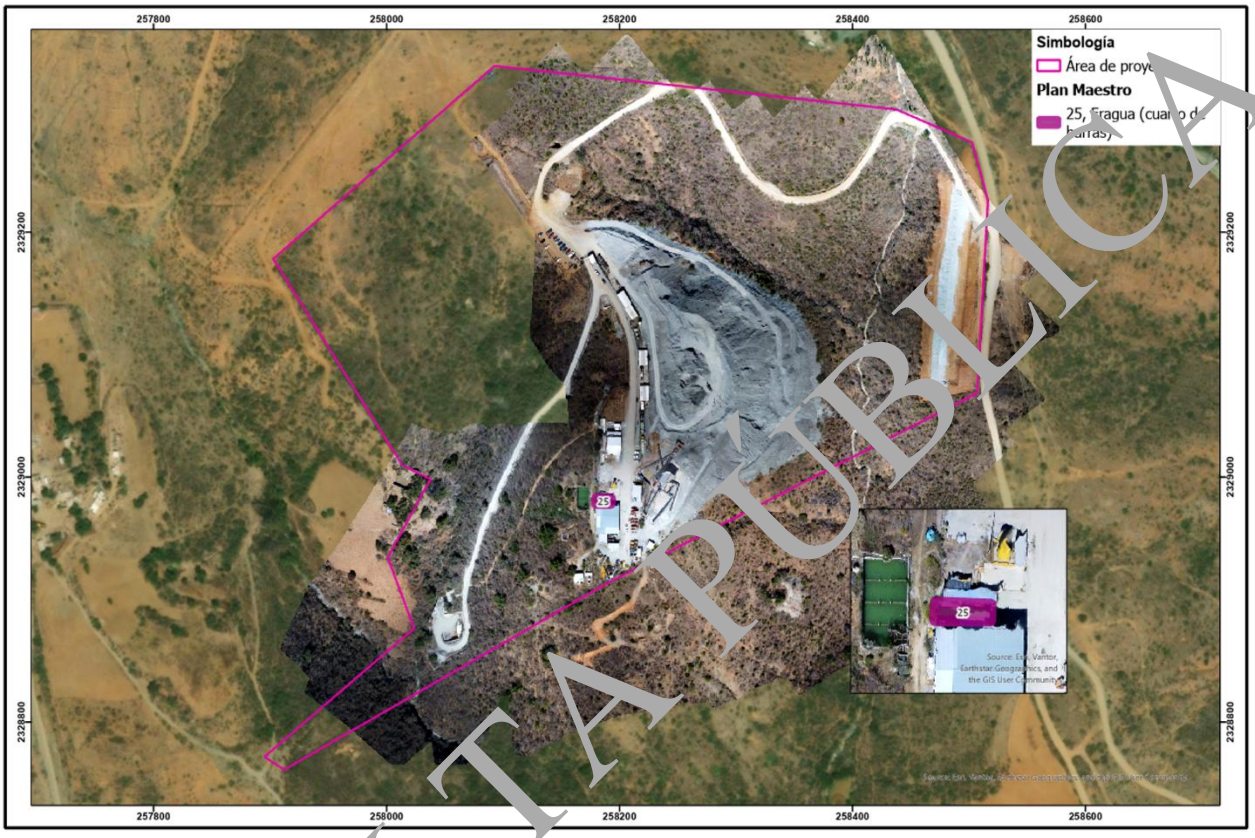


Figura 1. 17. Cuarto de barras en relación con la Unidad Minera

Los muros perimetrales y la cubierta se construyeron con lámina galvanizada tipo R-101, fijada a la estructura metálica mediante tornillería autoperforante, lo que permite protección contra la intemperie y ventilación natural del área.

El taller está destinado a la fabricación, acondicionamiento y mantenimiento de barras metálicas utilizadas en las actividades de soporte en interior mina, empleándose herramientas manuales y equipos de corte y soldadura para la preparación de dichos elementos. Durante su operación se generan residuos metálicos derivados del corte y ajuste de barras, los cuales son recolectados y destinados para reciclaje o disposición conforme a los procedimientos operativos del Proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

En la 

Figura 1. **18** se muestran fotografías del exterior e interior del cuarto de barras.





Figura 1. 18. Vista general del cuarto de barras

UTA PÚBLICA

De acuerdo con los planos constructivos (Figura 1. 19) de la obra, el cuarto de barras de amacice tiene una longitud de 6.60 m, y un ancho de 3.90 m, siendo el área principal localizada al centro (taller de fabricación de barras), con dos áreas destinadas al almacenamiento de material, un área de corte de barras, y un área de almacenamiento en su parte inferior.

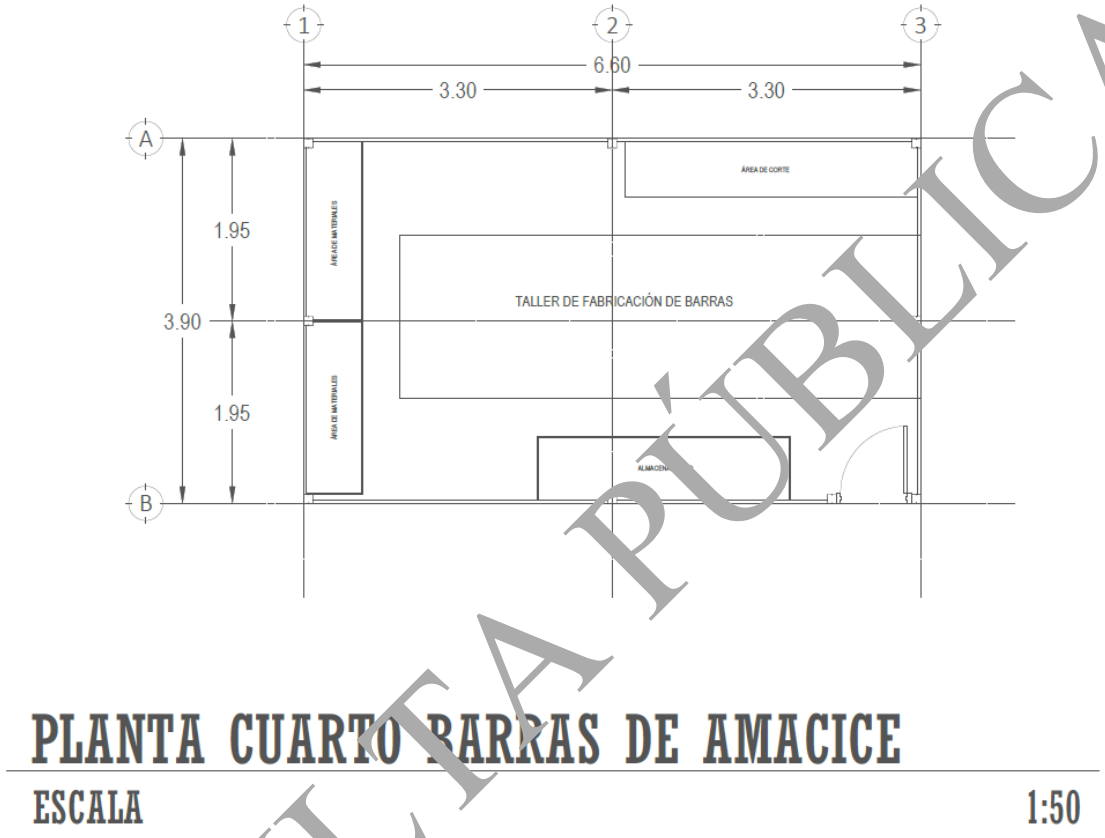


Figura 1. 19. Plano general (planta) del cuarto de barras/amacice

El cuarto de barras está destinado a la fabricación, acondicionamiento y mantenimiento de barras metálicas utilizadas en las actividades de soporte en interior mina, empleándose herramientas manuales y equipos de corte y soldadura para la preparación de dichos elementos. Durante su operación se generan residuos metálicos derivados del corte y ajuste de barras, los cuales son recolectados y destinados para reciclaje o disposición conforme a los procedimientos operativos del proyecto

1.6.2.9. Zona de logueo

Área destinada a la recepción, organización, inspección y registro geológico de testigos de perforación provenientes de campañas de exploración minera. En esta zona se realizan actividades de identificación, medición, muestreo y descripción de características geológicas, geotécnicas y mineralógicas de los núcleos, con el fin de generar información para la evaluación y modelamiento del yacimiento. Este espacio es el nexo entre el campo y el laboratorio, y su diseño está optimizado para que los geólogos identifiquen el potencial mineral, la litología y la estabilidad del macizo rocoso.

ULTA PÚBLICA

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la zona de logueo la cual cuenta con una superficie de 0.0012 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio, así como su distribución espacial respecto de las obras e infraestructura que conforman la Unidad Minera.

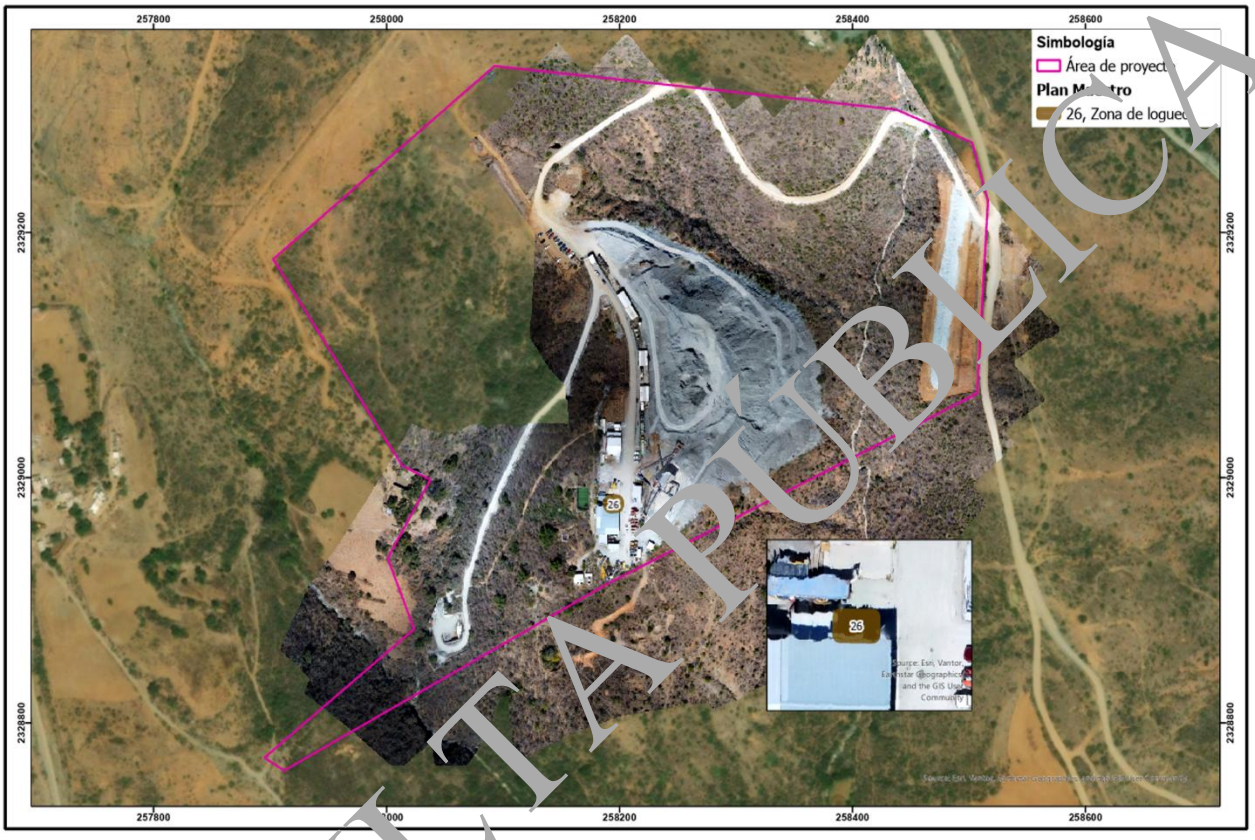


Figura 1. 20. Ubicación Zona de logueo Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.10. Oficinas generales

Esta obra auxiliar de la Unidad Minera está destinada a proporcionar espacios adecuados para el desarrollo de actividades administrativas, reuniones de trabajo, coordinación, supervisión y alimentación del personal que participa en las diferentes actividades del Proyecto.

La infraestructura está conformada por áreas interiores acondicionadas para atender las necesidades administrativas y operativas de la Unidad Minera. Dentro de estas instalaciones se encuentran espacios destinados a oficinas, salas de juntas y un área de comedor, distribuidos de manera funcional para facilitar el desarrollo de las actividades del personal y la interacción entre las diferentes áreas de la operación.

Como parte de la infraestructura se cuenta con un comedor, el cual dispone de mobiliario para el servicio y consumo de alimentos.

Las instalaciones de esta obra cuentan con los servicios necesarios para su operación, tales como energía eléctrica, iluminación, ventilación, abastecimiento de agua, instalaciones sanitarias y sistemas de manejo de aguas residuales, conforme a las características y requerimientos de la obra.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las oficinas generales la cual cuenta con una superficie de 0.0493 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio, así como su distribución espacial respecto de las obras e infraestructura que conforman la Unidad Minera.



Figura 1. 21. Ubicación de las oficinas generales dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.11. Área de contratistas

Esta superficie corresponde al conjunto de instalaciones, obras civiles y espacios operativos destinados a la gestión, coordinación y soporte de las empresas contratistas que participan en las actividades mineras. Esta área comprende oficinas administrativas, patios de maniobras, estacionamientos, almacenes temporales, talleres de mantenimiento, áreas de resguardo de equipos, sanitarios y zonas de reunión para personal.

Su función principal es proporcionar las condiciones necesarias para la planificación, control y ejecución segura de las actividades contratadas, garantizando el cumplimiento de los estándares de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad establecidos.

VERSIÓN PÚBLICA

Las actividades realizadas en esta área incluyen el control de acceso de personal y equipos, inspecciones de seguridad, almacenamiento de materiales, coordinación logística, mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, así como la administración de recursos requeridos para las diferentes etapas de la explotación minera.

La infraestructura se encuentra ubicada en una superficie estratégicamente distribuida para facilitar la interacción con las áreas operativas de mina y servicios auxiliares, contribuyendo a la eficiencia operativa y al cumplimiento de los objetivos de producción.

Actualmente el área cuenta con una superficie de 0.0372 ha, en su distribución cuenta con un contenedor metálico el cual es utilizado como bodega y oficina, un patio de revisión mecánica de maquinaria y estacionamiento de vehículos ligeros.

En la Figura 1. 22 se muestra la ubicación del área de contratistas dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

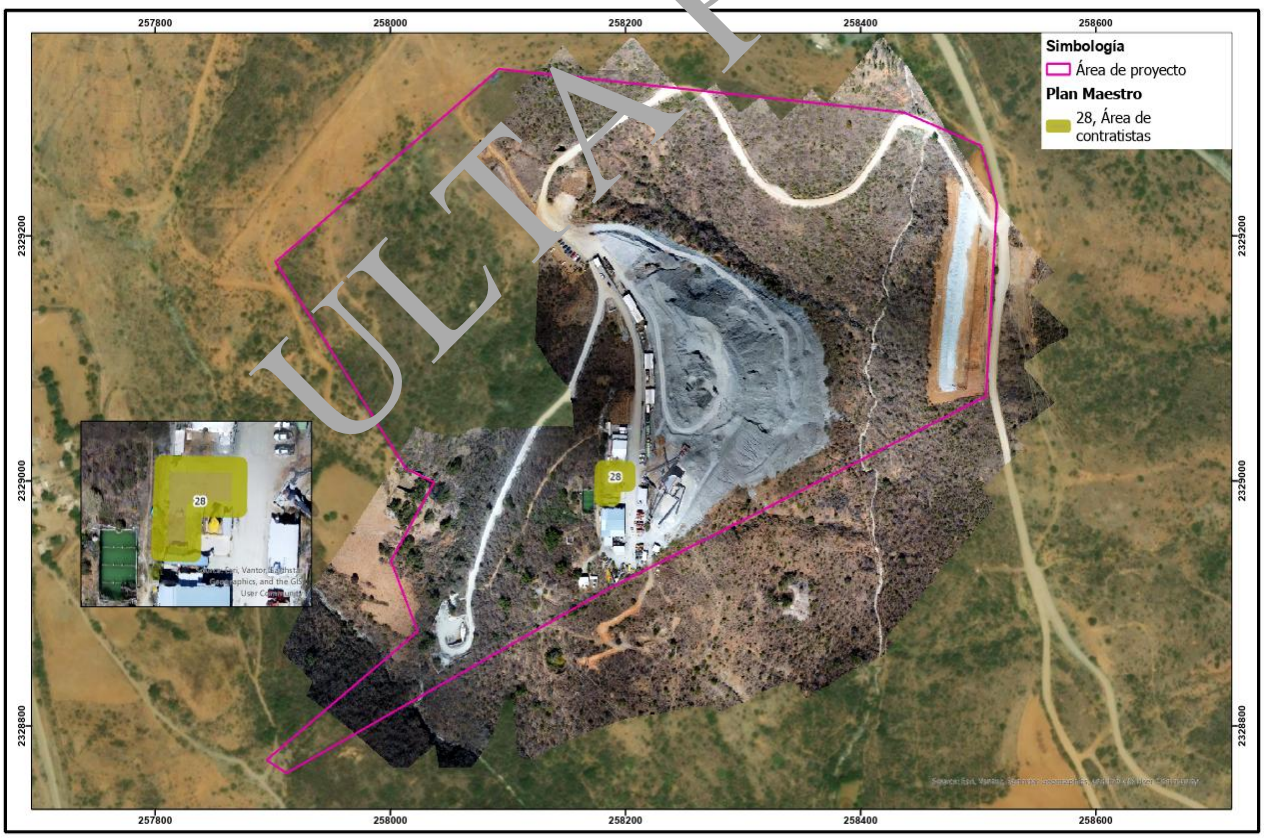


Figura 1. 22. Ubicación del Área de contratistas dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.12. Área médica

El Área médica corresponde a una obra auxiliar de la Unidad Minera destinada a proporcionar atención médica de primeros auxilios, valoración inicial y atención básica al personal que desarrolla actividades dentro de las instalaciones del Proyecto, ante la presencia de enfermedades, lesiones o accidentes que pueden presentarse durante las actividades laborales.

La infraestructura está acondicionada para permitir la atención del personal en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, cuenta con espacios destinados a la valoración y atención, así como con el mobiliario, equipo e insumos básicos (muebles, equipos para atención de emergencias, herramientas, equipo de comunicación (radio), ambulancia, entre otros) necesarios para proporcionar atención de primeros auxilios y realizar una evaluación inicial de las condiciones de salud del personal.

En la Figura 1. 23 se muestra la ubicación del Área médica la cual cuenta con una superficie de 0.0062 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.



Figura 1. 23. Ubicación del Área médica dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.13. Baños y vestidores

Obra auxiliar de la Unidad destinada a proporcionar al personal instalaciones adecuadas para el aseo personal, cambio de ropa y necesidades sanitarias, particularmente para los trabajadores que desarrollan actividades operativas y de mantenimiento dentro de las instalaciones del Proyecto.

La infraestructura está conformada por áreas diferenciadas para servicios sanitarios, vestidores y regaderas, las cuales están acondicionadas para permitir el uso simultáneo del personal de manera ordenada y segura. Los vestidores cuentan con espacios destinados al cambio de ropa y podrán disponer de bancas, casilleros o lockers para el resguardo temporal de las pertenencias y prendas de los trabajadores.

Dentro de las instalaciones de la Mina de San Ignacio, se encuentran los baños y regaderas para uso del personal, para los hombres se cuenta con 3 baños, 2 mingitorios, 5 regaderas y 2 lavabos, para las mujeres el área cuenta con 2 baños, 2 regaderas y 1 lavabo, en el área de las oficinas se cuenta con 1 baño, 1 regadera y 1 lavabo. Para el interior mina se utilizan baños portátiles en número acorde al personal que labore, son tres turnos de un promedio de 25 a 30 personas por turno.

En la Figura 1. 24 se muestra la ubicación del Baños y vestidores los cuales abarcan una superficie de 0.0520 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

ULTA PUBLICA

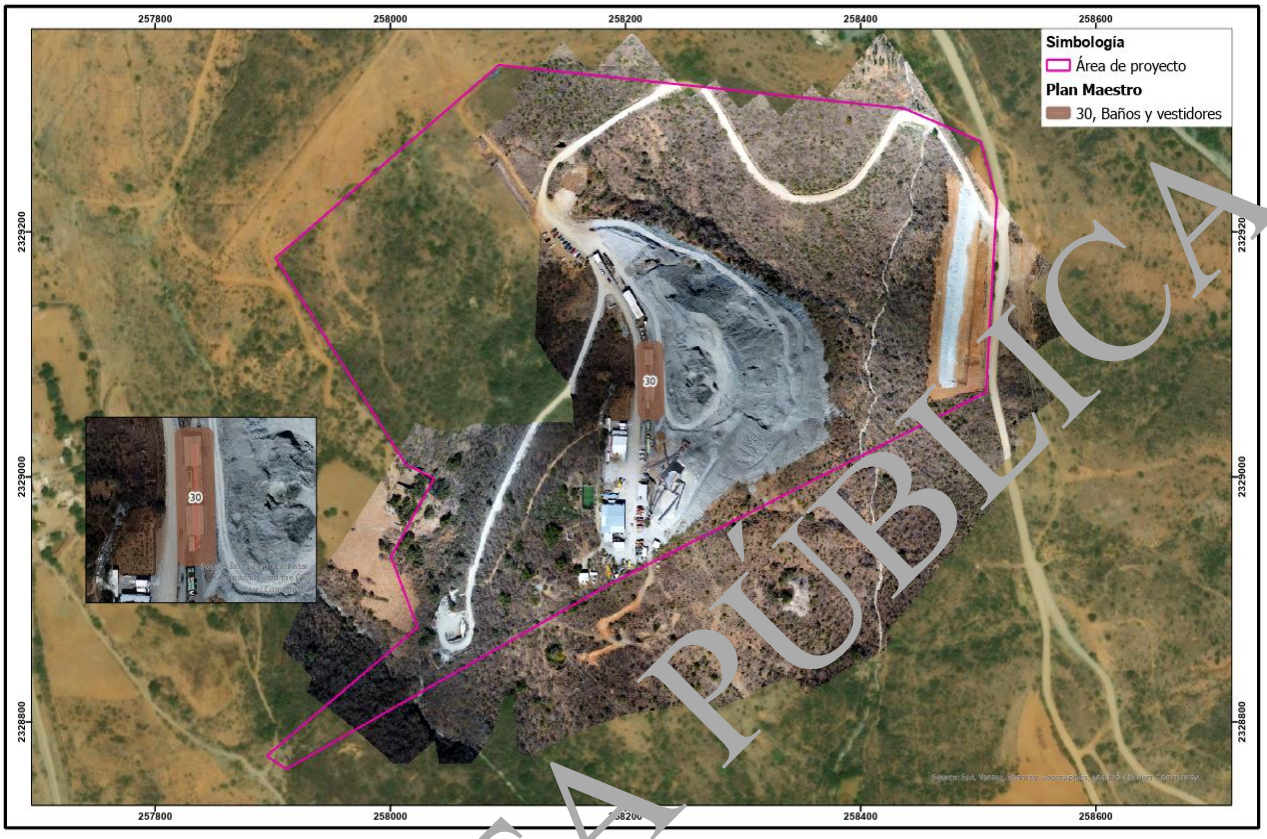


Figura 1. 24. Ubicación del Baños y vestidores dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.14. Almacén de refacciones

Corresponde a una obra auxiliar de apoyo a las actividades de la Unidad, cuya función principal es proporcionar un espacio destinado al resguardo, almacenamiento, organización y control de refacciones, piezas, componentes y materiales necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, maquinaria e infraestructura que forman parte de las operaciones mineras.

La obra es de carácter permanente, acondicionada para proteger los materiales almacenados de las condiciones ambientales, como la exposición directa al sol, lluvia, viento y humedad. El área cuenta con espacios destinados a la colocación y clasificación de las refacciones, pudiendo disponer de estanterías, anaqueles, tarimas, racks y áreas de circulación que permitan mantener un adecuado orden y facilitar las actividades de recepción, identificación, inventario y suministro de materiales.

La obra está integrada a la infraestructura operativa de la Unidad Minera y cuenta con los servicios necesarios para su funcionamiento (iluminación, energía eléctrica y condiciones adecuadas de seguridad y operación).

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Almacén de refacciones la cual tiene una superficie de 0.0046 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

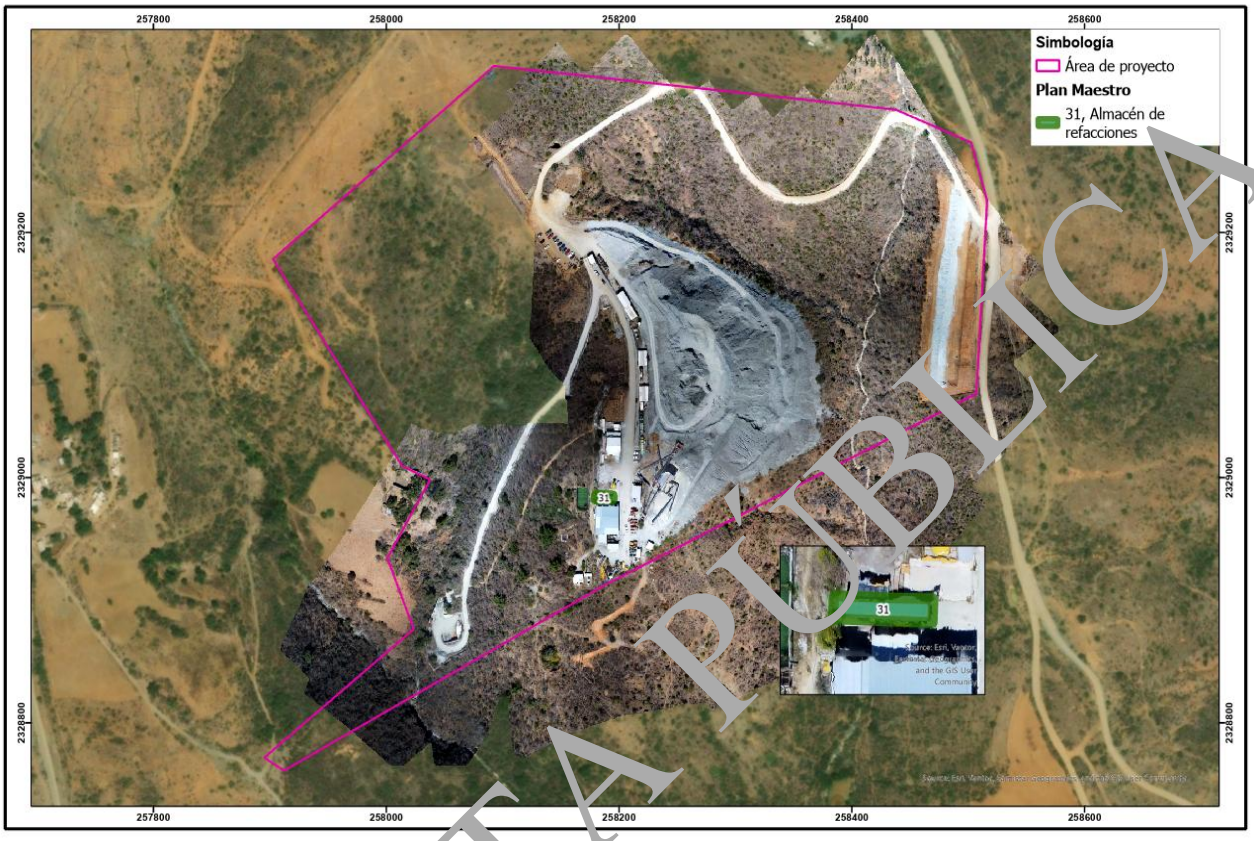


Figura 1. 25. Ubicación del Almacén de refacciones dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.15. Almacén general

El Almacén General corresponde a una instalación para a la recepción, resguardo, organización, control y distribución de los materiales, insumos, herramientas y demás bienes adquiridos para atender las necesidades operativas y administrativas de la Unidad Minera. En esta área se concentra la recepción de los pedidos provenientes de proveedores para posteriormente realizar su registro, clasificación y almacenamiento hasta el momento de su entrega al área que lo solicite.

En el almacén se reciben y resguardan diversos materiales necesarios para el desarrollo de las actividades de la unidad, entre los que se incluyen anclas y materiales de soporte, papelería y artículos de oficina, herramientas, refacciones, equipos y consumibles de mantenimiento, materiales diversos para las actividades operativas, así como productos e insumos químicos.

Una vez que los insumos son requeridos por las diferentes áreas de la Unidad Minera, se hace su entrega y salida del almacén mediante los controles internos correspondientes. De esta manera, el Almacén General funciona como un punto de concentración y distribución de los recursos materiales necesarios para mantener la continuidad de las actividades mineras.

ULTA PUBLICA

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Almacén de refacciones que tiene una superficie de 0.0487 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

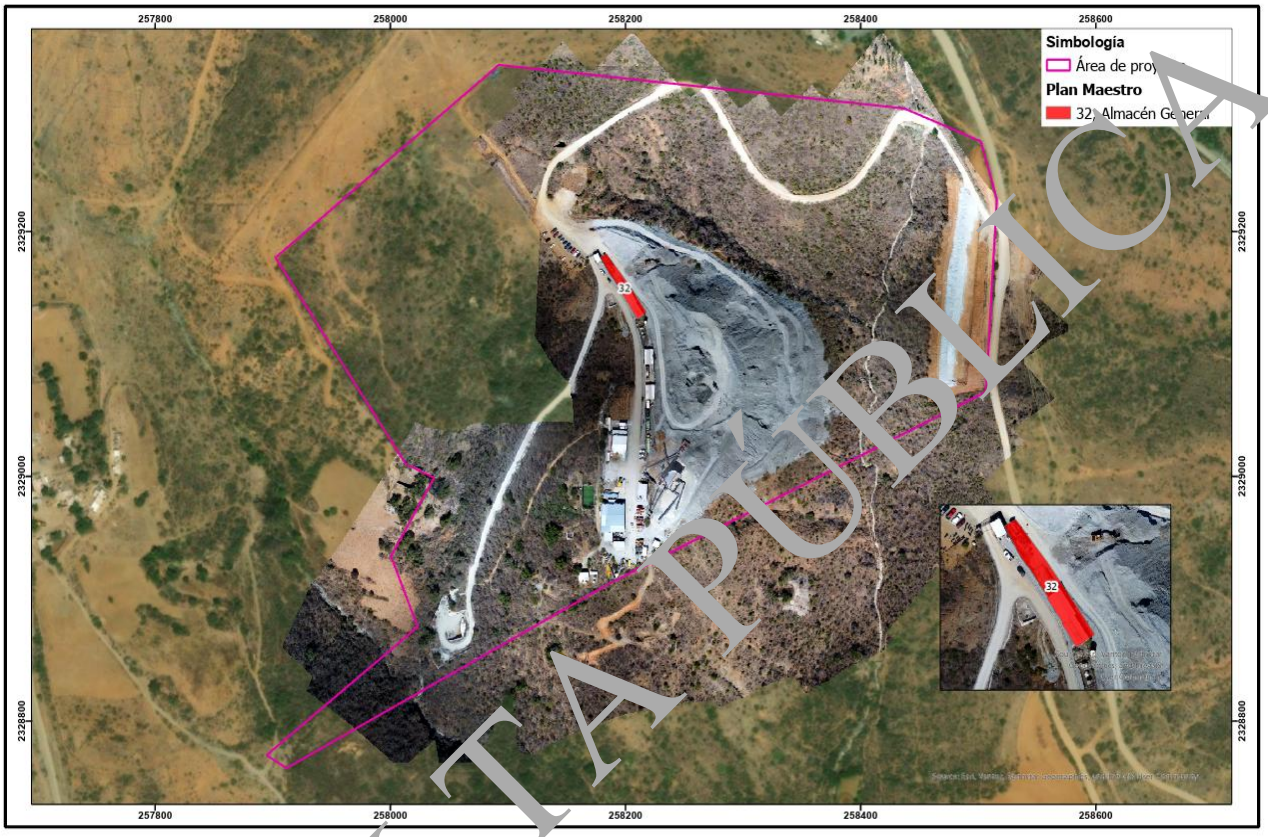


Figura 1. 26. Ubicación del Almacén general dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.16. Almacén temporal de residuos peligrosos

El Almacén temporal de Residuos Peligrosos (RP) es una obra auxiliar de la Unidad Minera destinada al acopio, almacenamiento temporal y manejo controlado de los residuos peligrosos generados durante las diferentes actividades de operación y mantenimiento del Proyecto, previo a su entrega a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento, aprovechamiento o disposición final, según corresponda.

La infraestructura está diseñada y acondicionada para mantener los residuos peligrosos en condiciones adecuadas de seguridad y confinamiento, evitando su dispersión, derrame o contacto con el suelo natural y otros componentes ambientales. El área cuenta con una superficie firme e impermeable, de manera que se reduzca el riesgo de infiltración de sustancias contaminantes al subsuelo.

El almacén está delimitado y cuenta con acceso controlado y señalización preventiva, indicando la naturaleza del área y los riesgos asociados al manejo de los residuos. Asimismo, se

disponen de espacios diferenciados para la colocación temporal de los residuos de acuerdo con sus características y compatibilidad, evitando la mezcla de aquellos que puedan generar reacciones, emisiones o algún tipo de riesgo.

En la Figura 1. 27 se muestra la ubicación del Almacén temporal de residuos peligrosos el cual cuenta con una superficie de 0.0075 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.



Figura 1. 27. Ubicación del Almacén temporal de residuos peligrosos dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

Entre los residuos que son almacenados temporalmente se consideran, de acuerdo con las actividades desarrolladas en la Unidad Minera: aceites lubricantes usados, grasas, materiales impregnados con hidrocarburos, filtros, estopas, trapos, envases contaminados, solventes, acumuladores, baterías, lámparas y otros residuos que presenten características de peligrosidad, conforme a su generación y clasificación.

El almacenamiento es de carácter temporal, por lo que los residuos son retirados periódicamente mediante prestadores de servicios autorizados, de acuerdo con los requerimientos de generación y la normatividad ambiental aplicable. Se mantiene un control de los residuos ingresados y retirados, con el propósito de llevar un registro de su manejo y garantizar su trazabilidad.

1.6.2.17. Almacén temporal de residuos de manejo especial

VERSIÓN PÚBLICA

El Almacén Temporal de Residuos de Manejo Especial (RME), corresponde a una obra auxiliar de la Unidad Minera, cuya función es proporcionar un espacio destinado al acopio, almacenamiento temporal, clasificación y control de los residuos de manejo especial generados durante las diferentes etapas y actividades del Proyecto, previo a su aprovechamiento, reciclaje, valorización, tratamiento o disposición final, según corresponda.

El área cuenta con una superficie de 0.0159 ha, donde la superficie es firme y cuenta con áreas diferenciadas para la recepción, separación, clasificación y almacenamiento de los residuos, considerando sus características físicas y posibilidades de aprovechamiento. Entre los residuos que se generan de acuerdo con las actividades propias de la Unidad son: cartón, papel, madera, plástico, vidrio, materiales de embalaje, tarimas, residuos metálicos, chatarra, llantas usadas y residuos de construcción.

En la Figura 1. 28 se muestra la ubicación del Almacén temporal de residuos de manejo especial dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio, así como su distribución espacial respecto de las obras e infraestructura que conforman la Unidad Minera.



Figura 1. 28. Ubicación del Almacén temporal de residuos de manejo especial dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

- El almacenamiento se realiza de manera que no se obstruyan los accesos y áreas de circulación, permitiendo efectuar de forma segura las actividades de carga, descarga, inspección y retiro de los materiales.

- El almacenamiento es de carácter temporal, por lo que los residuos son retirados periódicamente para su reutilización, reciclaje, aprovechamiento, valorización o disposición final, de acuerdo con sus características y las alternativas de manejo disponibles.

- La implementación de esta obra permite centralizar y controlar el manejo temporal de los residuos de manejo especial generados en la Unidad Minera, donde se favorece su adecuada separación y aprovechamiento y reduciendo los riesgos asociados con su disposición inadecuada, así como posibles afectaciones a los componentes ambientales del sitio.

1.6.2.18. Caseta principal

La caseta corresponde a una obra auxiliar de la Unidad Minera, destinada a proporcionar un espacio para el desarrollo de actividades de control, vigilancia, supervisión y apoyo a la operación de las instalaciones del Proyecto. Su ubicación está asociada a los accesos o puntos estratégicos de la Unidad Minera, de acuerdo con las necesidades de control y funcionamiento de las diferentes áreas.

La obra consiste en una construcción de dimensiones reducidas (0.0036 ha), acondicionada para permitir la permanencia del personal responsable de las actividades de vigilancia y control.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la Caseta dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio, así como su distribución espacial respecto de las obras e infraestructura que conforman la Unidad Minera.

VERSIÓN PÚBLICA

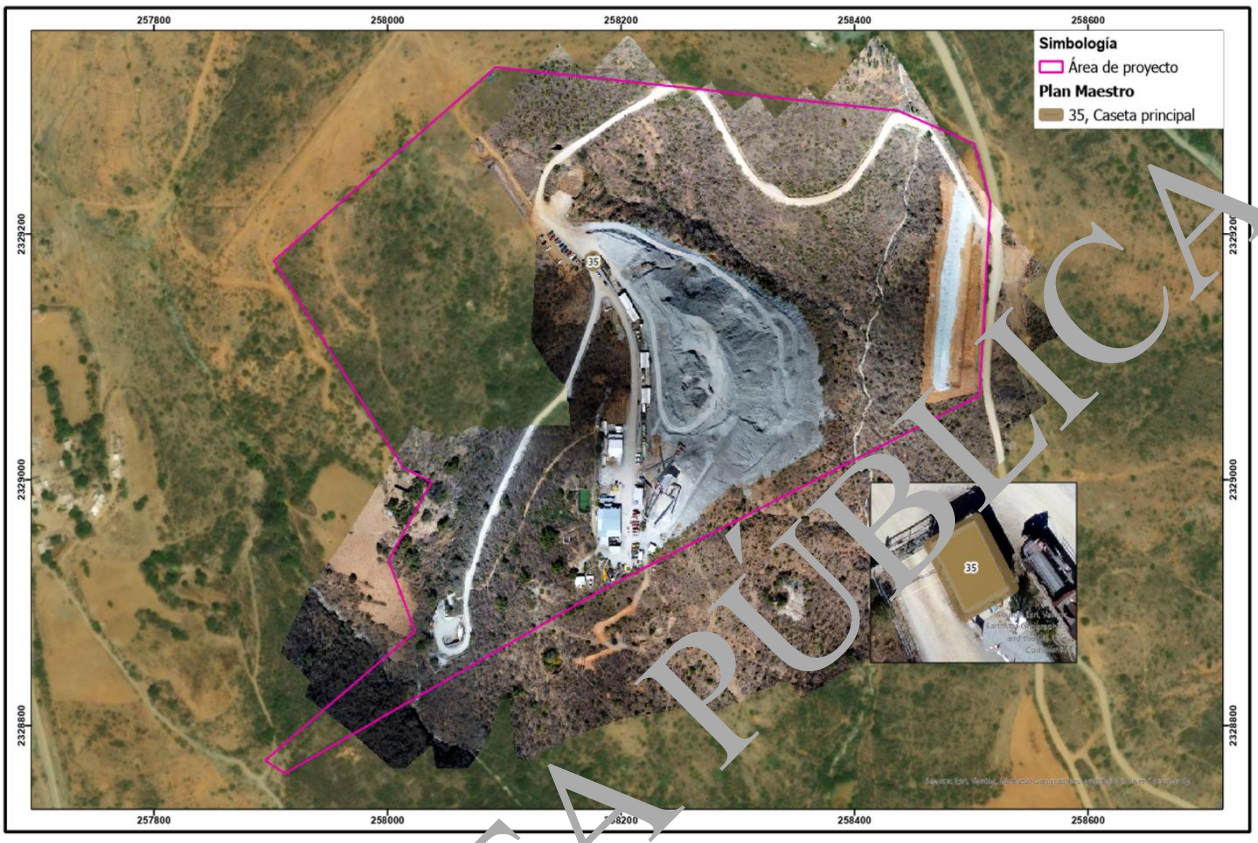


Figura 1. 29. Ubicación de la Caseta dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

En su interior dispone de un espacio destinado al personal encargado de la vigilancia, equipado con mobiliario básico y equipo de comunicación. Asimismo, cuenta con instalaciones eléctricas, iluminación, ventilación y los servicios auxiliares necesarios para su adecuado funcionamiento y operación.

VERSIÓN PÚBLICA

1.6.2.19. Tepetateras

La operación minera genera material estéril o roca sin valor económico, proveniente principalmente de las actividades de desarrollo y preparación de las obras subterráneas, tales como rampas, cruceros, frentes de preparación, obras de exploración y excavaciones auxiliares. Debido a sus características y a que no presenta condiciones para ser enviado al proceso de beneficio, este material requiere ser manejado y dispuesto de manera controlada en sitios destinados específicamente para tal fin, procurando garantizar condiciones adecuadas de estabilidad física y control de escurrimientos y erosión.

La operación de la tepetatera considera monitoreos periódicos de estabilidad, control de polvo, manejo de aguas pluviales y acciones de rehabilitación progresiva mediante conformación final de taludes, cobertura superficial y revegetación, de acuerdo con los programas de restauración y cierre de mina establecidos por la empresa y la normatividad aplicable.

Actualmente, la Unidad Minera cuenta con tres tepetateras en operación, destinadas a la disposición controlada del material estéril generado por las actividades mineras. Adicionalmente, se contempla la habilitación de una cuarta tepetatera: Tepetatera #4, cuya superficie requiere la obtención de la autorización correspondiente en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Las tepetateras existentes y la nueva obra (Tepetatera #4) se describen a continuación:

Tepetatera #1

Actualmente se cuenta con una Tepetatera #1 utilizada para separación de material en un 50% del total, tiene una superficie 0.3294 ha la cual corresponde a una de las áreas actualmente destinadas para la disposición de material estéril generado por las actividades de explotación y desarrollo minero. En esta área se dispone el material proveniente de las obras subterráneas, de acuerdo con las condiciones operativas y de capacidad establecidas para la misma.

Tepetatera #2

La Tepetatera #2 es utilizada para depósito de material estéril en un 80% del área total, esta área total contempla 2.5787 ha y constituye otra de las áreas autorizadas y actualmente utilizadas para el manejo y disposición del material estéril generado por la Unidad Minera. Su operación se realiza de manera controlada, considerando las condiciones de estabilidad del depósito y las obras necesarias para el manejo de los escurrimientos superficiales.

Tepetatera #3

La Tepetatera #3 (1.2833 ha) se encuentra destinada a la disposición controlada del material estéril generado durante las actividades de desarrollo de la mina. Su operación permite mantener un manejo ordenado del material generado por la Unidad Minera, evitando su disposición fuera de las áreas destinadas y acondicionadas para este propósito.

Esta Tepetatera cuenta con un área de amortiguamiento, destinada a establecer una zona de transición entre la superficie ocupada por la obra y las áreas de alrededor, además, también cuenta con su propia área de reubicación de especies, destinada a las especies de flora que fueron previamente rescatadas y retiradas de la superficie ocupada por la tepetatera. Esta área permite proporcionar condiciones adecuadas para su establecimiento, como parte de las medidas de manejo y conservación implementadas.

De esta manera, la Tepetatera #3 no considera únicamente la superficie destinada a la disposición del material estéril, sino también las áreas complementarias requeridas para el manejo ambiental de la obra, incluyendo el área de amortiguamiento y el área de reubicación de especies.

A continuación, se muestran en la Figura 1. 30 la ubicación de las Tepetateras #1, #2 y #3 dentro de la Unidad Minera San Ignacio:

VERSIÓN PÚBLICA

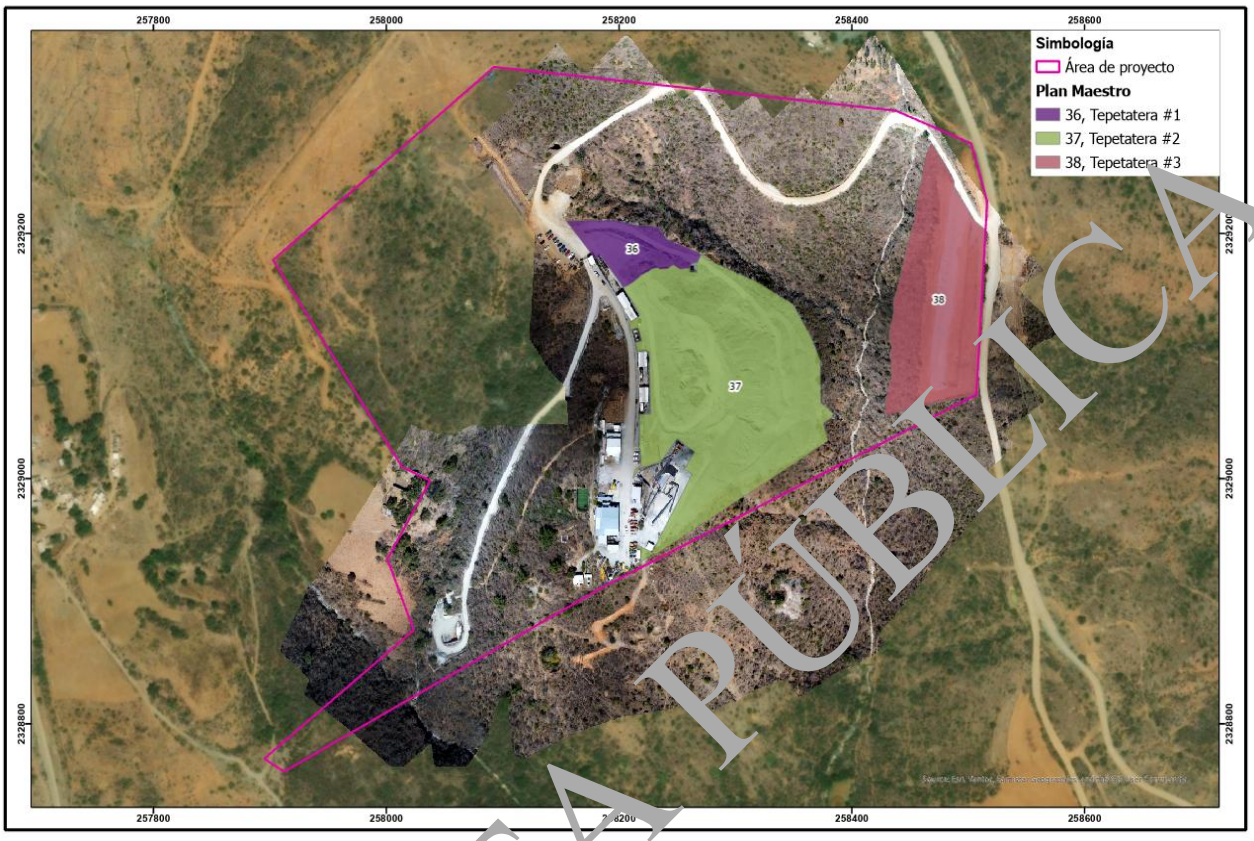


Figura 1. 30. Ubicación Tepetateras #1, #2 y #3 dentro de la Unidad Minera San Ignacio

Tepetatera #4

La Tepetatera #4 (2.6649 ha) corresponde a la nueva área que se pretende habilitar para la disposición de material estéril y cuya superficie se encuentra sujeta al procedimiento de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Esta obra permitirá contar con capacidad adicional para atender las necesidades de disposición de material generadas durante la continuidad de las actividades mineras.

Esta Tepetatera recibirá principalmente material proveniente de las rampas y proyectos 430, 431, 35 y 510, así como de otras obras futuras que resulten compatibles con la capacidad disponible y con los criterios de diseño establecidos para la obra. Su ubicación y configuración permitirán mantener una adecuada integración con las actividades de operación de la Unidad Minera, reduciendo las distancias de transporte y facilitando el manejo y disposición del material estéril.

La superficie requerida para la Tepetatera #4 contempla no únicamente la huella destinada a la acumulación del material, sino también las áreas necesarias para la conformación de taludes y bermas, caminos y accesos, zonas de maniobra, cunetas, canales y demás obras de drenaje, así como las estructuras y superficies requeridas para el control de escurrimientos superficiales y erosión. De esta manera, la superficie solicitada considera la totalidad de los elementos necesarios para garantizar el funcionamiento integral y seguro de la obra durante las diferentes etapas de su vida útil.

ULTA PÚBLICA

La conformación de la Tepetatera #4 se realizará de manera progresiva, considerando cuatro fases de crecimiento (Tabla 2), las cuales permitirán incrementar gradualmente la capacidad de almacenamiento conforme a la generación de material estéril y a las necesidades operativas de la Unidad Minera, en la Figura 1. 31 se muestra su ubicación dentro del polígono de la Unidad Minera:

Tabla 2. Fases de crecimiento Tepetatera #4

Fases	Volumen
Fase 1	54,301 m³
Fase 2	157,680 m³
Fase 3	161,523 m³
Fase 4	47,288 m³
Total, por fases	**420,792 m³**

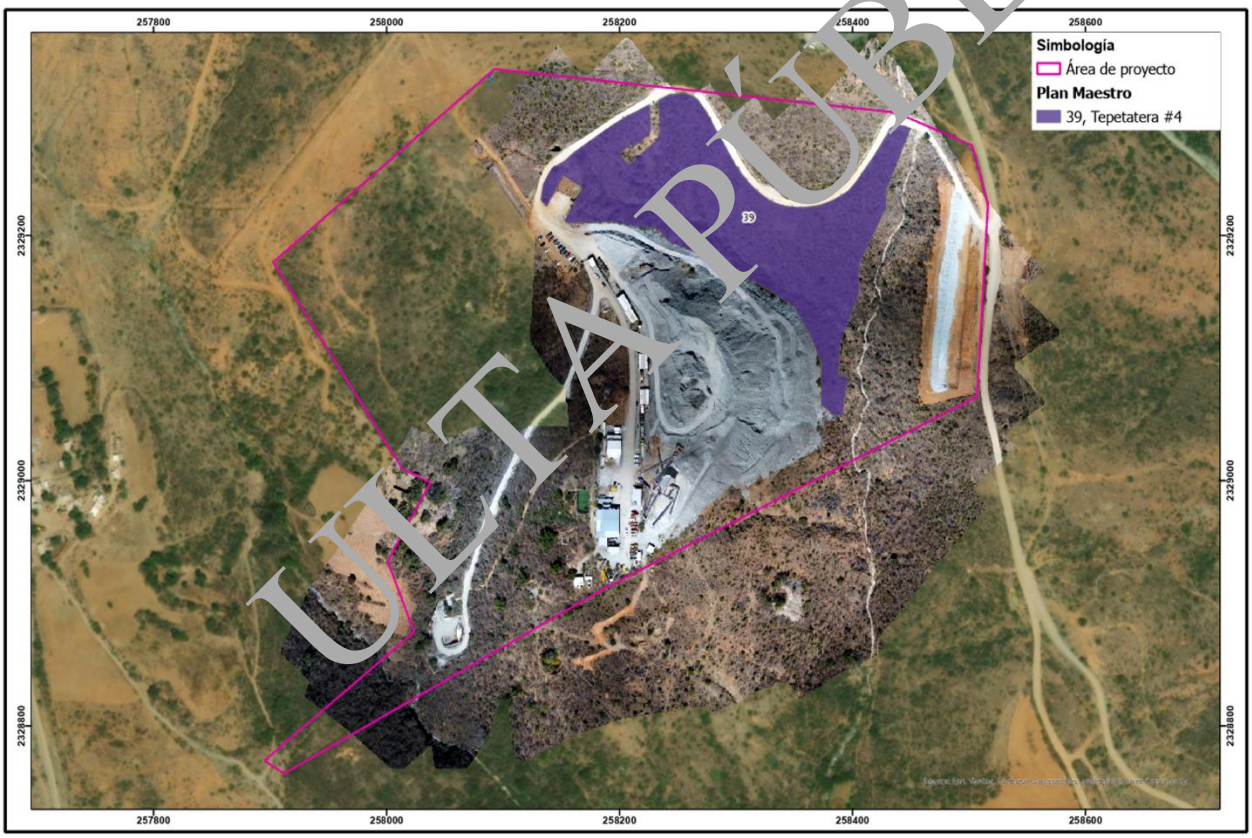


Figura 1. 31. Ubicación Tepetatera #4 dentro de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.20. Fosas sépticas

Las fosas sépticas corresponden a obras de infraestructura sanitaria destinadas a la recepción, de origen sanitario generadas por el personal que desarrolla actividades dentro de la Unidad Minera. Se cuenta con dos dentro de la Unidad Minera, una en funcionamiento y la otra que se va a construir, estas instalaciones están asociadas principalmente a las áreas que cuentan con servicios sanitarios

VERSIÓN PÚBLICA

(baños, vestidores, oficinas, comedores y demás instalaciones de servicio que generen aguas residuales de características domésticas).

Estas obras están constituidas por depósitos semienterrados, destinados a recibir las aguas residuales provenientes de la red sanitaria. Las fosas estarán construidas con materiales resistentes y condiciones de estanqueidad que permitan contener las aguas residuales y evitar fugas o infiltraciones no controladas hacia el suelo y subsuelo.

Las fosas sépticas están destinadas exclusivamente al manejo de aguas residuales sanitarias, por lo que está prohibido la descarga de aceites, combustibles, sustancias químicas, residuos peligrosos u otros materiales que puedan alterar el proceso de tratamiento o generar condiciones de contaminación.

Durante la vida útil del Proyecto, las fosas sépticas constituirán una infraestructura sanitaria de apoyo para las instalaciones de la Unidad Minera, manteniéndose en condiciones adecuadas de operación mediante actividades periódicas de inspección, limpieza, mantenimiento y retiro de lodos.

Actualmente se cuenta con una fosa séptica de plástico para captación de aguas para tratamiento mediante una red de tubería de drene de baños del personal operativo con un área total de 0.0045 ha.

Como parte de las necesidades de infraestructura sanitaria de la Unidad Minera, se contempla la activación o construcción de una segunda fosa séptica, considerada como obra nueva, cuya función será complementar la capacidad existente para el manejo y tratamiento de las aguas residuales sanitarias generadas en las instalaciones. Esta nueva infraestructura ocupará una superficie aproximada de 0.0041 ha y estará integrada al sistema de drenaje sanitario de la Unidad Minera.

En la Figura 1. 32 se muestra la ubicación de las fosas sépticas dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

ULTA PÚBLICA

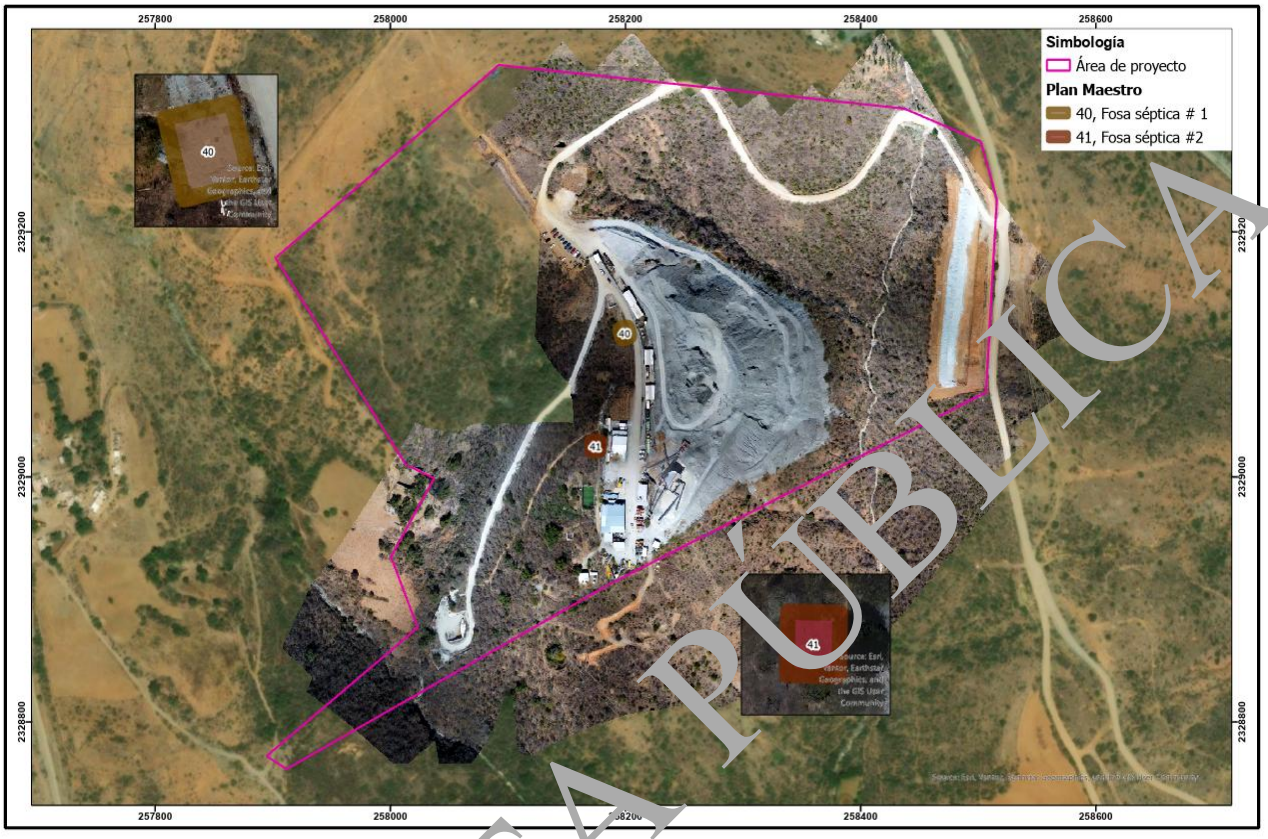


Figura 1. 32. Ubicación fosas sépticas dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.21. Bocamina y patio de maniobras

La bocamina es una obra civil y minera que constituye el acceso principal al interior de la mina subterránea. Está conformada por la excavación del portal de entrada, obras de estabilización de taludes y frente, sistemas de sostenimiento mediante marcos, pernos, malla electrosoldada y concreto lanzado (según las condiciones geomecánicas del terreno) Su función es permitir el acceso seguro del personal, maquinaria y equipo, además del tránsito de mineral extraído y materiales requeridos para la operación.

El patio de maniobras corresponde al área superficial acondicionada para la circulación, estacionamiento y operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos auxiliares utilizados en las actividades mineras. Su finalidad es proporcionar un espacio seguro y funcional para las actividades de carga, descarga, almacenamiento temporal de materiales, mantenimiento de equipos y logística operativa.

Actualmente se cuenta con un acceso principal con sección de 4.5m de ancho x 4.5m de largo (Bocamina) y un patio para maniobras el cual es utilizado para revisión de vehículos, estacionamiento, cuenta con una red de drene de material cementado para aguas pluviales, área total de bocamina y patio de maniobras 0.1165 ha.

ULTA PÚBLICA

En la Figura 1. 33 se muestra la ubicación del área de Bocamina y patio de maniobras (0.1165 ha) dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.



Figura 1. 33. Ubicación Bocamina y patio de maniobras dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

VERSIÓN PÚBLICA

1.6.2.22. Oficina de pueble

La Oficina de Pueble o Lampistería es una obra destinada al control, administración, resguardo, entrega y recepción de lámparas y equipos de iluminación utilizados por el personal durante el desarrollo de las actividades mineras. Esta instalación constituye un área de apoyo para mantener bajo control los equipos de iluminación requeridos por los trabajadores y garantizar su disponibilidad durante las jornadas de trabajo.

Dentro de esta oficina se llevan a cabo actividades de entrega y recepción de lámparas, registro y control de equipos asignados al personal, revisión de su funcionamiento, limpieza, carga de baterías, mantenimiento preventivo y almacenamiento. El área cuenta con instalaciones eléctricas adecuadas para la alimentación de los equipos de carga y mantenimiento, además de iluminación, ventilación y las condiciones necesarias para permitir el desarrollo seguro de las actividades.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la oficina de pueble (0.0475 ha) dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.



Figura 1. 34. Ubicación Oficina de pueblo dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.23. Zona de reubicación de cactáceas

Como parte de las medidas implementadas para favorecer la conservación de la flora presente en el área del Proyecto, se habilitó un área destinada exclusivamente a la reubicación de especies de cactáceas, con el propósito de proporcionar condiciones que favorezcan su establecimiento, crecimiento y desarrollo posterior (Figura 1. 35).

La superficie para esta obra se distribuye en un polígono, el cual fue seleccionado por la cercanía al Proyecto (reduciendo las distancias de traslado de los individuos rescatados), además de que las características ambientales del sitio permiten la supervivencia de los individuos reubicados.

El área de reubicación se localiza a un costado del Estacionamiento #1 y cuenta con una superficie de 0.2640 ha. En esta zona se concentran los individuos de cactáceas que, como resultado de las actividades de rescate, requieren ser trasladados a un área con condiciones adecuadas para su permanencia y desarrollo.

ULTA PÚBLICA

La superficie destinada para esta obra se encuentra delimitada mediante un polígono seleccionado considerando aspectos, como su cercanía con las áreas de intervención del Proyecto, lo que permite reducir las distancias y tiempos de traslado de los individuos rescatados y, con ello, disminuir el estrés y posibles afectaciones derivadas de su manipulación y transporte.

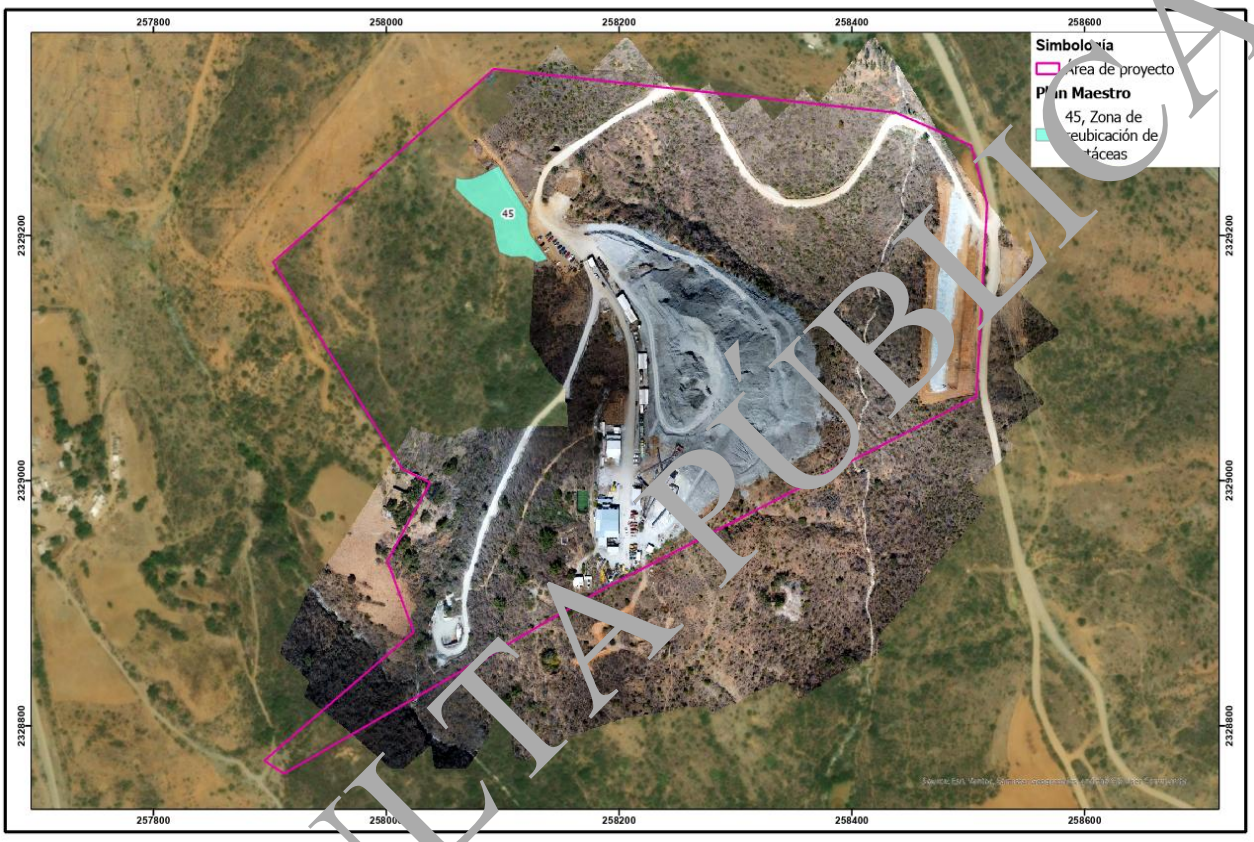


Figura 1. 35. Ubicación Zona de reubicación de cactáceas

ULTA PÚBLICA

1.6.2.24. Áreas de reubicación

Al igual que el área de reubicación de cactáceas, la superficie para estas obras de reubicación de especies se distribuye en dos polígonos, los cuales fueron seleccionados por sus características ambientales del sitio que permiten la supervivencia de los individuos reubicados.

Estas áreas son acondicionadas periódicamente mediante actividades de limpieza, procurando conservar las características naturales del suelo y la vegetación existente.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las áreas de reubicación las cuales cuentan con una superficie de 0.0061 ha y 0.0498 ha respectivamente dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

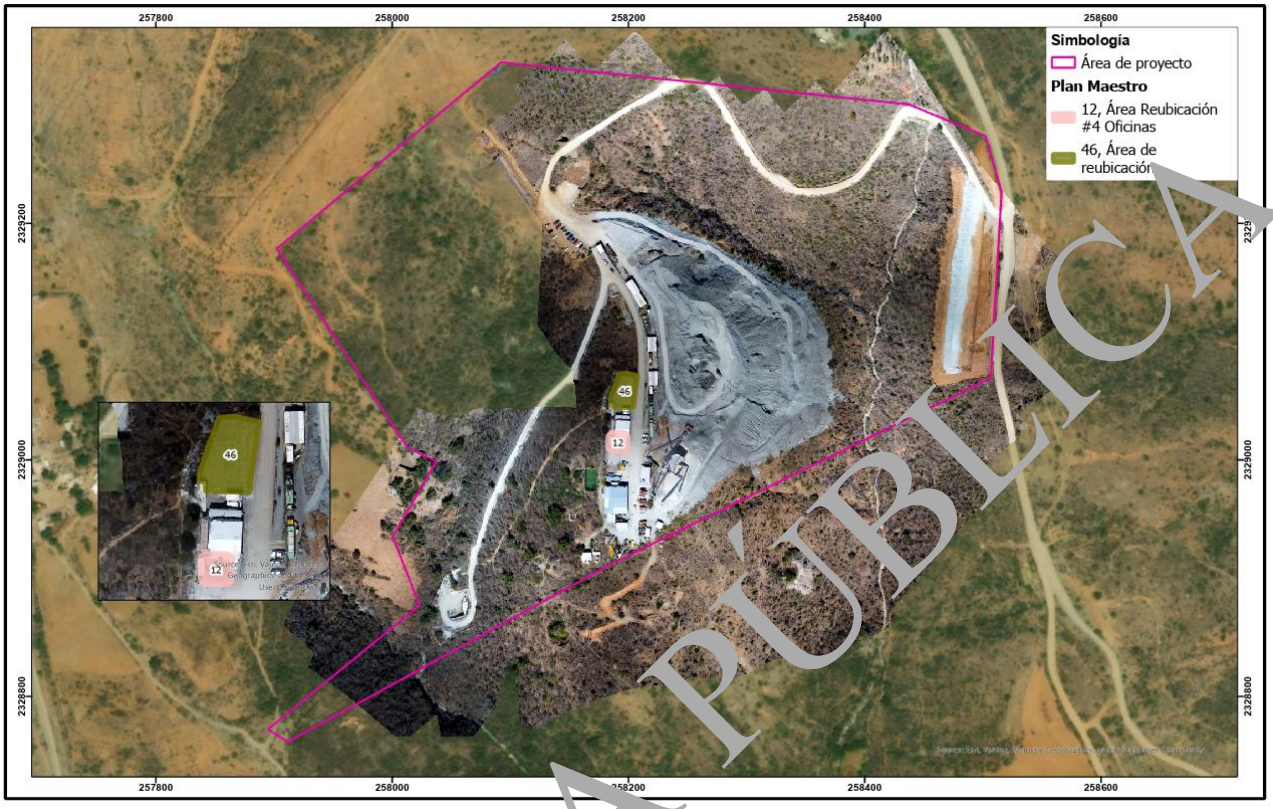


Figura 1. 36. Ubicación de las áreas de reubicación dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.25. Subestación eléctrica

El área de la subestación cuenta con una superficie de 0.0092 ha firme y estable, está delimitada mediante cercado perimetral, control de acceso y señalización preventiva y restrictiva, con indicaciones relacionadas con el riesgo eléctrico y la prohibición de acceso a personal no autorizado.

La subestación permite recibir la energía eléctrica proveniente de la red de suministro y adecua sus niveles de tensión para posteriormente distribuirla hacia las diferentes áreas de la Unidad Minera (plantas y equipos de proceso, sistemas de bombeo, talleres, oficinas, almacenes, sistemas de iluminación y demás infraestructura que requiera energía eléctrica para su funcionamiento).

Las labores de mantenimiento de la subestación se realizan de acuerdo con las especificaciones técnicas y los procedimientos de seguridad establecidos por la Unidad Minera.

En la Figura 1. 37 se muestra la ubicación de la subestación eléctrica dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

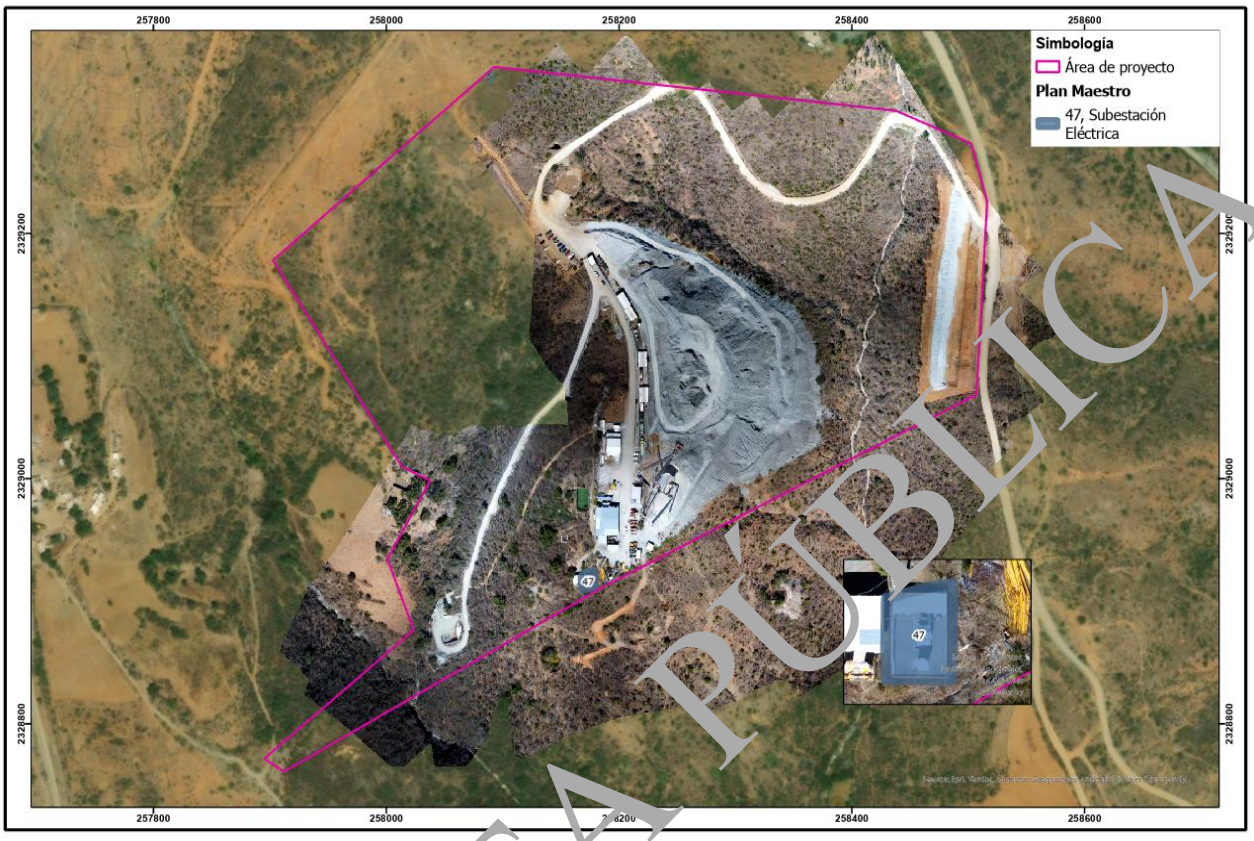


Figura 1. 37. Ubicación de la subestación eléctrica dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

ULTA PÚBLICA

1.6.2.26. Pileta de agua de laboreo

La función principal de la Pileta de agua de laboreo es permitir la disponibilidad de agua de manera controlada para atender las necesidades de las diferentes actividades que se desarrollan dentro de las instalaciones de la Unidad Minera San Ignacio.

Esta obra está constituida por un depósito acondicionado para contener el volumen (407.0 m^3) de agua requerido durante la operación, este almacenamiento se encuentra actualmente acondicionado de manera que se reduzca la posibilidad de infiltración hacia el subsuelo, con impermeabilización compatible con las características de la obra.

La operación de la obra comprende principalmente actividades de llenado, almacenamiento, regulación, extracción y distribución del agua, así como la inspección periódica de las condiciones de la pileta.

Actualmente la pileta está fabricada de material cementado de 10.0m de ancho x 18.5 m de largo, captación de captación de agua de vol.=407.0 ^{m3}, área total 0.0240 ha.

En la Figura 1. 38 se muestra la ubicación de la Pileta de agua de laboreo dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

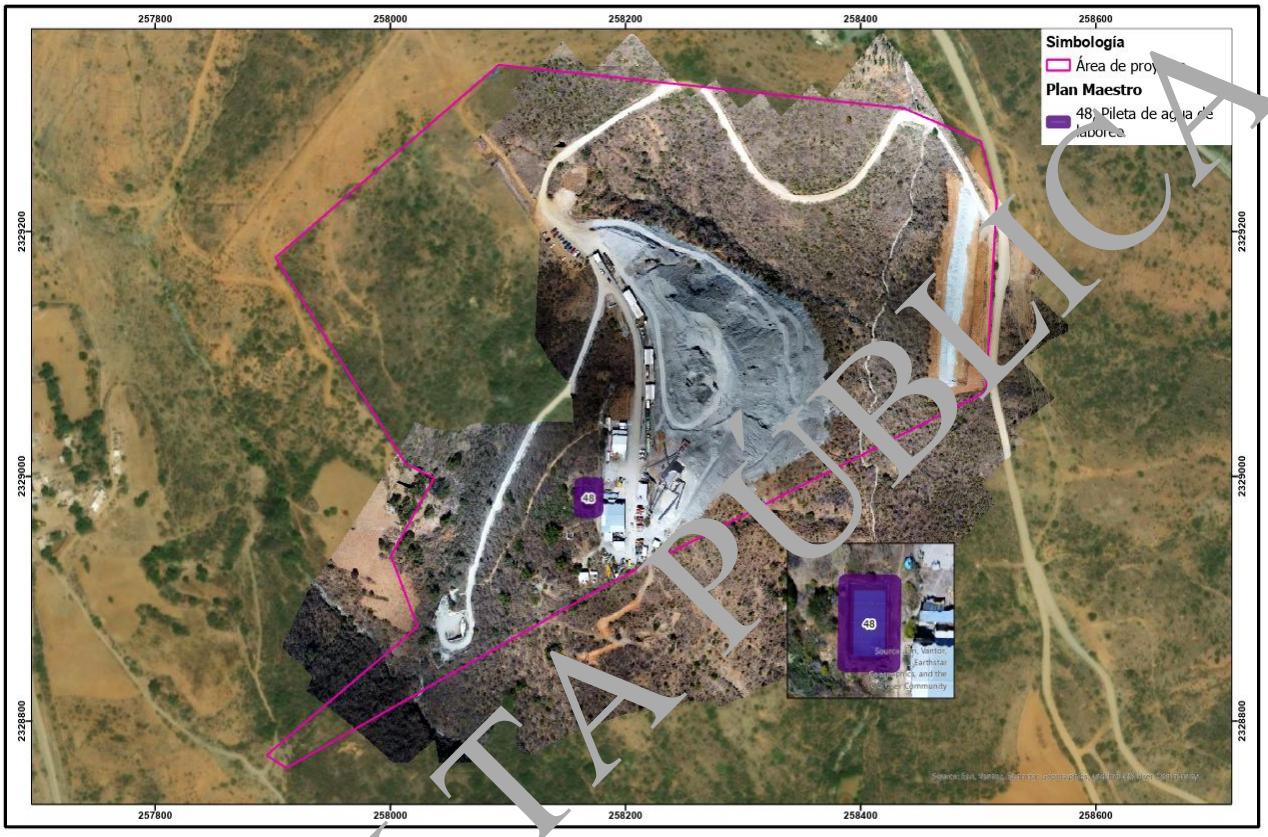


Figura 1. 38. Ubicación de la Pileta de agua de laboreo dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

La pileta cuenta con condiciones de seguridad y control y se mantiene el área libre de residuos y materiales ajenos a su funcionamiento y se realizan inspecciones periódicas para identificar deterioros, filtraciones o afectaciones en la estructura o sistema de impermeabilización.

1.6.2.27. Despachador de Diesel

Obra auxiliar de la Unidad San Ignacio la cual permite mantener un suministro eficiente y controlado de combustible para los vehículos, maquinaria y equipos, contribuyendo a la continuidad de las actividades operativas y de mantenimiento. Su funcionamiento se realiza bajo condiciones de seguridad orientadas a prevenir derrames, fugas, incendios, afectaciones al suelo y otros componentes ambientales.

Esta obra está conformada por un área acondicionada para realizar de manera segura las operaciones de carga de combustible, considerando los equipos e infraestructura necesarios para la conducción y despacho del Diesel. El área de suministro cuenta con una superficie firme e impermeable, está equipada con los elementos necesarios para dar el suministro de combustible de

VERSIÓN PÚBLICA

manera controlada (bomba de despacho, mangueras, pistolas de suministro, medidores y conexiones).

Las maniobras de abastecimiento se realizan únicamente en el área destinada para tal fin, evitando el suministro de combustible fuera de las zonas acondicionadas.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del Despachador de Diesel (0.0142 ha) dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.



Figura 1. 39. Ubicación del Despachador de Diesel dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

1.6.2.28. Transformador

Esta obra está constituida por el equipo de transformación eléctrica y los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento (estructura de soporte, conexiones eléctricas, conductores, sistemas de protección, dispositivos de control, puesta a tierra, cercado perimetral y señalización de seguridad). El mantenimiento del equipo se realiza de manera preventiva y conforme a las especificaciones técnicas establecidas por la unidad.

En la Figura 1. 40 se muestra la ubicación del transformador el cual tiene una superficie de 0.0065 ha dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio.

ULTA PÚBLICA



Figura 1. 40. Ubicación del transformador dentro del polígono de la Unidad Minera San Ignacio

VERSIÓN PÚBLICA

1.6.2.29. Cuarto de lavado

El cuarto de lavado es una obra civil destinada a la limpieza de transporte y maquinaria. **Su funcionamiento está directamente vinculado al Taller de Mantenimiento, ya que los equipos ingresan primero al área de lavado antes de pasar al proceso de mantenimiento preventivo, logrando así una operación conjunta y eficiente.**

La infraestructura existente tiene una superficie de 81 m^2 y está conformada por un piso de concreto hidráulico y un sistema de captación de escurrimientos mediante trincheras conectadas a una trampa de grasas para la separación primaria de aceites coma grasas y sólidos; la vista aérea de dicha obra se presenta en la Figura 1. 41.



Figura 1. 41. Vista aérea del cuarto de lavado

En la Figura 1. 42 se presenta la ubicación del cuarto de lavado en relación con la Unidad Minera San Ignacio.

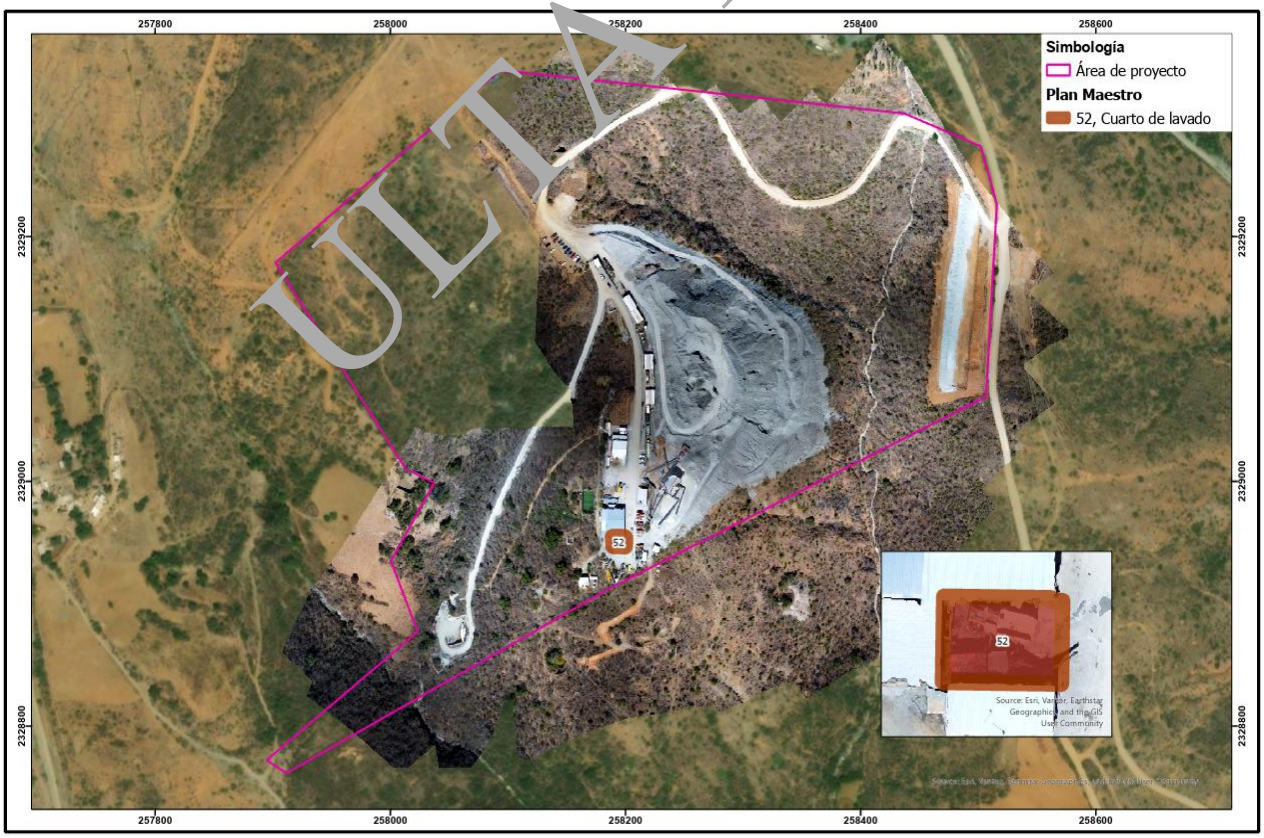


Figura 1. 42. Cuarto de lavado en relación con la Unidad Minera

ULTA PÚBLICA

La infraestructura de esta obra fue desarrollada sobre un firme de concreto hidráulico con un espesor de 20 cm, colado sobre terreno previamente nivelado y compactado, con la finalidad de proporcionar una superficie resistente al tránsito y a las condiciones de operación propias de las actividades de limpieza.

El área cuenta con muros de contención en tres caras de su perímetro, construidos con block de concreto, con una altura aproximada de 1.60 m, los cuales funcionan como elementos de confinamiento para evitar la dispersión de agua y sedimentos generados durante las actividades de lavado, así como para delimitar el espacio de trabajo.

Adicionalmente, se construyó una canaleta de conducción integrada al firme de concreto, cuya función es captar y canalizar el agua utilizada durante las labores de lavado, permitiendo dirigir el flujo hacia el punto de descarga o control correspondiente dentro del sistema de manejo de aguas del Proyecto.

Esta área se utiliza exclusivamente para realizar actividades de limpieza de equipos y materiales, contribuyendo al mantenimiento de condiciones adecuadas de operación, orden y control de escurrimientos dentro de las instalaciones. El lavado de maquinaria constituye una actividad fundamental para el mantenimiento preventivo de los equipos utilizados en las operaciones mineras, ya que permite conservarlos en condiciones adecuadas de funcionamiento y prolongar su vida útil.

Plataforma de lavado y piso

Superficie de operación con uso de concreto hidráulico para uso industrial, diseñado para soportar tránsito de equipo pesado. Se recomienda mantener acabado anti derrapante, señalización y delimitación de área para control de seguridad y manejo ambiental.

Sistema de captación (trincheras)

Trincheras colectoras integradas al piso que captan los escurrimientos de lavado y los conducen hacia la unidad de separación de su función es controlar el arrastre de sólidos y dirigir el flujo al pretratamiento.

Área de decantación (trampa de grasas)

En esta área de decantación o sistema de trampa de grasas para separación primaria de aceites y grasas flotantes, así como sólidos sedimentables.

Las dimensiones del cuarto de lavado de vehículos son de 11.01 m de largo y 8.15 m de ancho, con una pendiente de 2% en el área de acceso, y de 1% en la plataforma de lavado; lo anterior se ve representado a manera de plano en la Figura 1. 43.

ULTA PÚBLICA

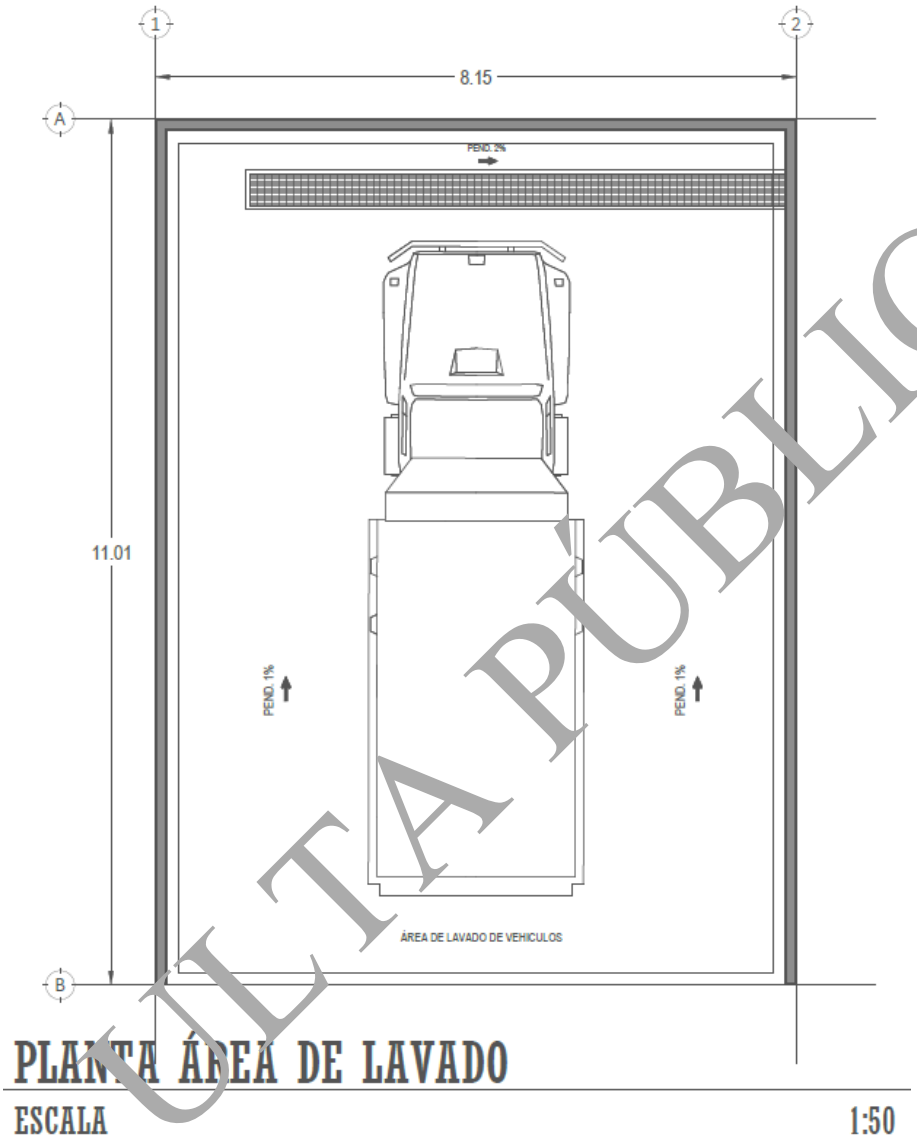


Figura 1. 43. Plano general (planta) del cuarto de lavado

El proceso de operación del área de lavado de transportes se estructura en las etapas mostradas en la Figura 1. 44, integrando captación, pretratamiento, control documental, gestión de residuos y respuesta a contingencias.

ULTA PÚBLICA



Figura 1. 44. Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del cuarto de lavado

Aunado a lo anterior, la operación del cuarto de lavado implica, en primera instancia, el ingreso de maquinaria al sitio, en donde previo a comenzar el lavado, se le aplica una inspección general apoyada de una lista/bitácora, para verificar el correcto funcionamiento del vehículo. Posteriormente, a la unidad se le retira cualquier tipo de residuo grueso (material de gran tamaño) que pueda interferir con el proceso de lavado, y se procede a aplicarle desengrasante al vehículo. Enseguida se aplica un lavado a presión y su posterior enjuague, para luego pasar a una inspección final, y finalmente, a la liberación del equipo.

1.6.2.30. Área de decantación

Esta obra está destinada al lavado de transporte y maquinaria, en donde la infraestructura existente contempla un piso de concreto hidráulico y un sistema de captación de escurrimientos mediante trincheras conectadas a una trampa de grasas para la separación primaria de aceites como grasas y sólidos. El objetivo principal de la misma es garantizar el funcionamiento seguro, eficiente y prolongar la vida útil de los equipos de maquinaria pesada, mediante la eliminación de suciedad, grasa, lodos, aceites y materiales contaminantes que puedan afectar el rendimiento de los sistemas mecánicos, hidráulicos y eléctricos de cada equipo, el cuarto de filtro de aceite tiene una superficie de 59 m^2.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del filtro en relación con la Unidad Minera San Ignacio.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 1. 45. Ubicación Área de decantación en relación con la Unidad Minera

Esta obra corresponde a un área destinada a la captación y recuperación de aceites usados provenientes del lavado de los equipos utilizados en la Unidad. La infraestructura fue desarrollada sobre un firme de concreto hidráulico, colado sobre terreno previamente nivelado y compactado, el cual proporciona una superficie resistente para la operación, tránsito de personal y manejo de equipos durante las labores de mantenimiento.

Dentro del área se construyeron cuatro fosas de captación, diseñadas para la recolección y confinamiento temporal de aceites y residuos líquidos derivados del mantenimiento de maquinaria y equipo, permitiendo su control y posterior manejo conforme a los procedimientos establecidos para residuos de manejo especial o residuos peligrosos. La obra cuenta con tres zonas específicas:

Plataforma de lavado y piso

Superficie de operación con piso de concreto hidráulico para uso industrial, diseñado para soportar tránsito de equipo pesado, con un acabado anti derrapante, señalización y delimitación de área para control de seguridad y manejo ambiental.

Sistema de captación (trincheras)

CONSULTA PÚBLICA

Trincheras recolectoras integradas al piso que captan los escurrimientos de lavado y los conducen hacia la unidad de separación. La función de esta zona es controlar el arrastre de sólidos y dirigir el flujo al área de pretratamiento.

Trampa de grasas

Sistema de trampa de grasas para separación primaria de aceites y grasas flotantes, así como sólidos sedimentables.

El acceso y operación del área cuentan con barandales metálicos de contención, los cuales funcionan como elementos de seguridad para delimitar la zona de trabajo y controlar el ingreso de personal y equipo durante las actividades de servicio.

Adicionalmente el área fue cubierta mediante una estructura metálica de techumbre, conformada por canal tipo monten doble y perfiles PTR de 4 pulgadas, la cual soporta una cubierta de lámina galvanizada tipo R-101. Esta techumbre proporciona protección contra la intemperie, evitando la entrada directa de agua de lluvia al área de captación y contribuyendo al control y manejo adecuado de los aceites recuperados.

Actualmente, la instalación forma parte de la infraestructura de apoyo para el mantenimiento de maquinaria del proyecto, permitiendo realizar las actividades bajo condiciones controladas que favorecen la prevención de derrames y la adecuada gestión de residuos aceitosos generados durante la operación de la Unidad.

En la siguiente figura se muestra a manera de plan las dimensiones del área de recuperación de aceite.

CONSULTA PÚBLICA

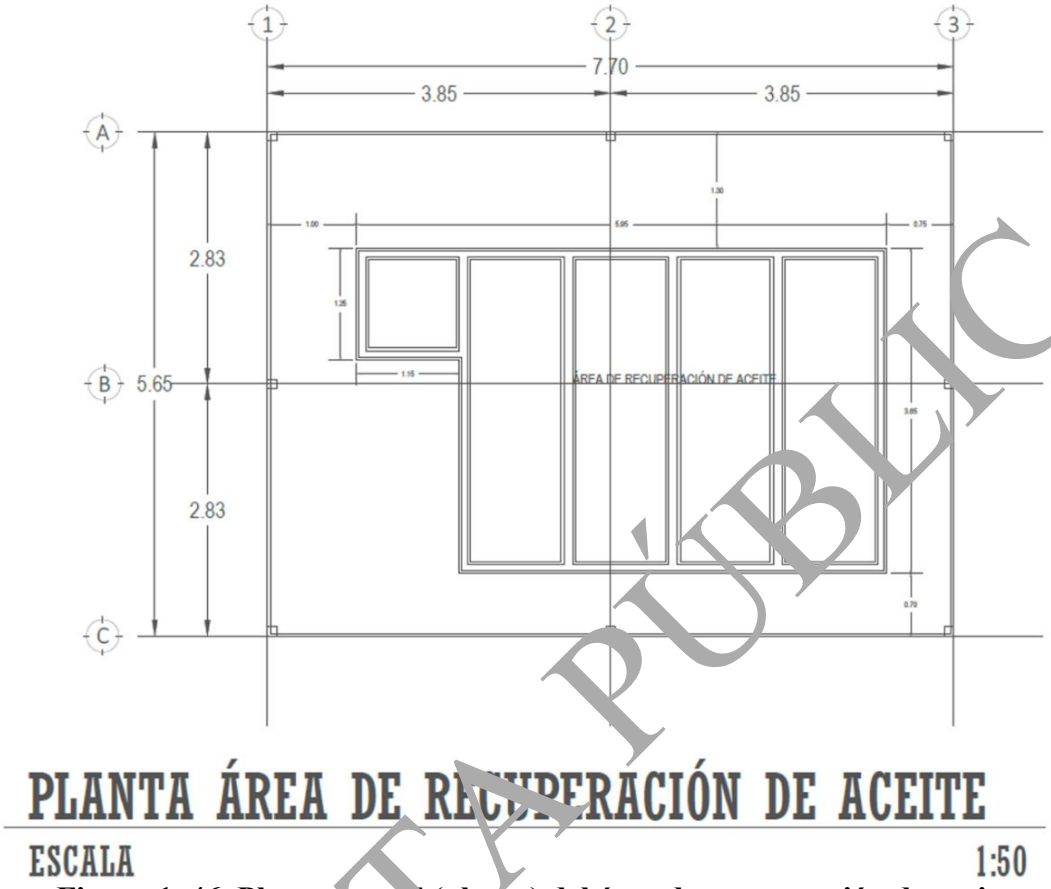


Figura 1. 46. Plano general (planta) del área de recuperación de aceite

El cuarto de filtro de aceite corresponde a un área destinada a la captación y recuperación de aceites usados provenientes de las actividades de mantenimiento. Actualmente, la instalación forma parte de la infraestructura de apoyo para el mantenimiento de maquinaria del proyecto, permitiendo realizar las actividades bajo condiciones controladas que favorecen la prevención de derrames y la adecuada gestión de residuos generados durante la operación de la Unidad.

Función Hidráulica

- *Cámara de decantación*: reduce la velocidad del flujo para sedimentar arenas y sólidos.
- Trampa de grasas y aceites: genera un régimen de separación por gravedad para retener fracciones flotantes.
- *Mantenimiento*: retiro periódico de lodos y grasas, evitando arrastre a la descarga.

Componentes Principales

- Vaso de concreto impermeabilizado.
- Revestimiento interno con impermeabilizante cementico o epóxico, resistente a hidrocarburos ligeros.
- Tuberías de PVC (según el diseño), válvula de purga y acceso superior.

CONSULTA PÚBLICA

- Accesibilidad: tapas metálicas/compuestas, barandales y señalización.
- Desfogue /retorno hacia la línea de tratamiento o drenaje conforme a la normatividad.
- Drenaje de fondo y sistema de limpieza manual/mecánico (si aplica).

La obra correspondiente al área de decantación y trampa de grasas y aceites, con una superficie total de 57.34 m² y delimitada mediante coordenadas UTM precisas, constituye un componente fundamental dentro del sistema de pretratamiento hidráulico del Proyecto. Su construcción en concreto impermeabilizado garantiza la contención adecuada de aguas residuales con presencia de sólidos sedimentables y fracciones de grasas/aceites, evitando infiltraciones al subsuelo y minimizando riesgos de contaminación directa al entorno.

De acuerdo con lo expuesto en la Figura 1. 47, el funcionamiento del sistema es el siguiente:



Figura 1. 47. Diagrama de flujo del proceso operativo del filtro de aceite

El funcionamiento específico del proceso de decantación de aceites es producto de las actividades de lavado de equipo el cual se ve presentado de manera gráfica:

CONSULTA PÚBLICA

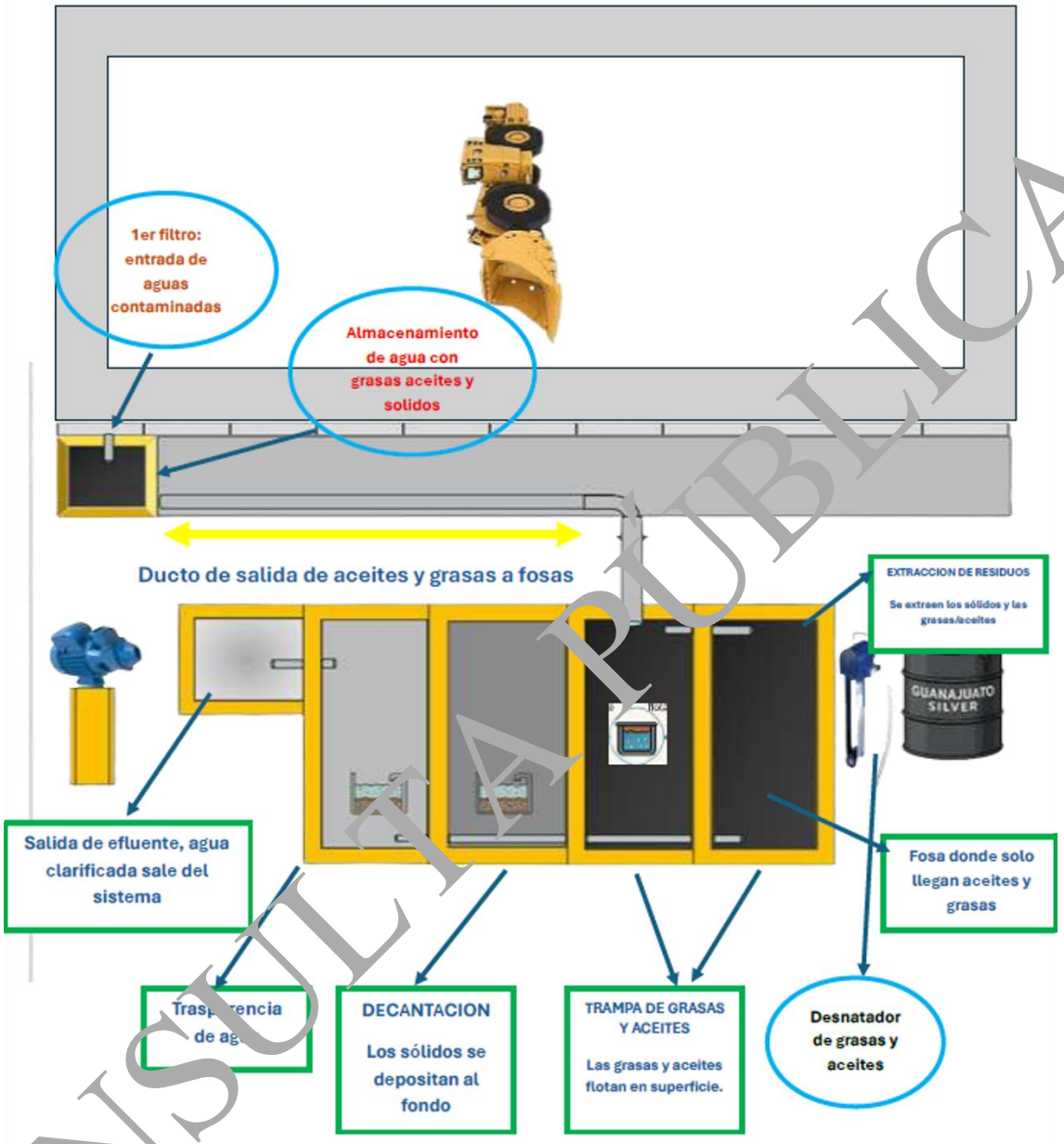


Figura 1. 48. Operación del filtro de aceite

1.6.2.31. Cuarto de control Ore Sorter

Como parte de las obras que componen al Ore Sorter, adyacente al mismo se encuentra un cuarto de control, cuya función es asistir a la operación mediante una zona de distribución de presión de aire, gabinete de control, gabinete de inversor, caja de control de funcionamiento, entre otras. Dicho cuarto está conformado por una edificación de 13.8 m de largo y 7.8 m de ancho, cuenta con una doble entrada, y está dividido por 4 zonas, siendo la principal la sección derecha del cuarto, con unas dimensiones de 3.9 m de ancho y 13.8 m de largo. La zona principal (cuarto de distribución) está ubicada a la entrada del cuarto de control, y tiene unas dimensiones de 6 m de largo y 3.9 m de

CONSULTA PÚBLICA

ancho; finalmente, las dos zonas restantes tendrán una dimensión de 3.9 x 3.9 m, ubicadas de manera contigua al cuarto de control. Las características constructivas de este cuarto se ven representadas de manera grafica en la siguiente figura:

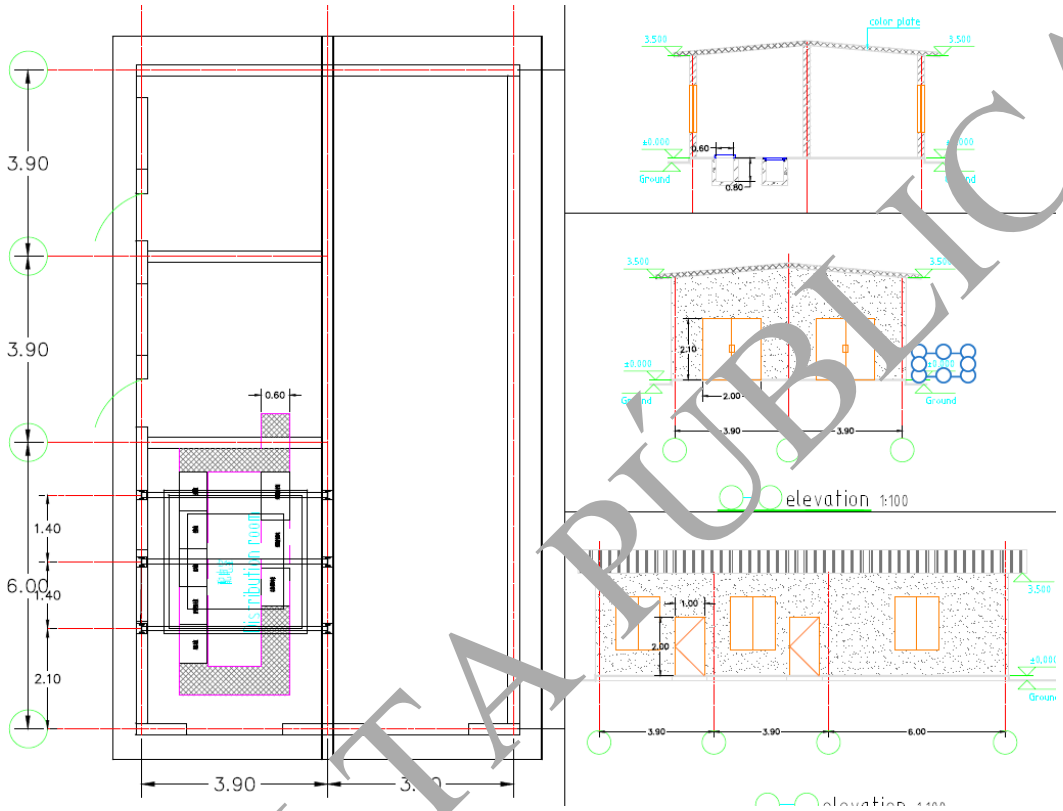


Figura 1. 49. Arreglo constructivo del cuarto de control (selección de mineral)

Debajo del cuarto de control se encuentra una cimentación con tres vigas de soporte con una separación de 1.4 m entre cada una de manera perpendicular, sobre una estructura de cimentación de 2 x 2 m. esta misma provee de soporte al área principal del cuarto en las actividades operativas. Dicha descripción constructiva se muestra de manera grafica a continuación en la siguiente figura:

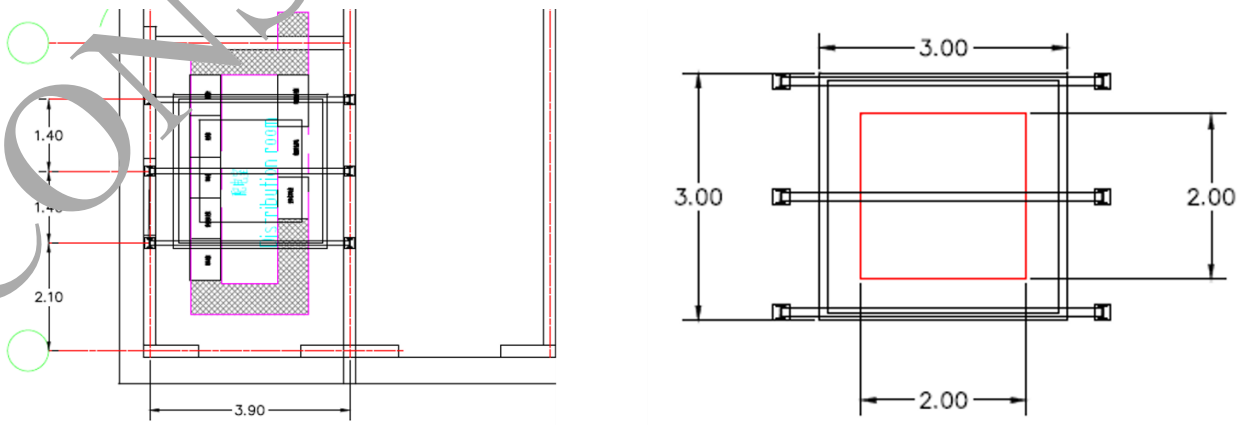


Figura 1. 50. Vista en planta de la cimentación del cuarto de control

CONSULTA PÚBLICA

El cuarto de control cuenta con vigas tipo IPR de 3.50 m de altura en su estructura, y en el techo se instaló un transformador en la parte superior del cuarto de control. Lo anterior, se muestra en la siguiente figura:

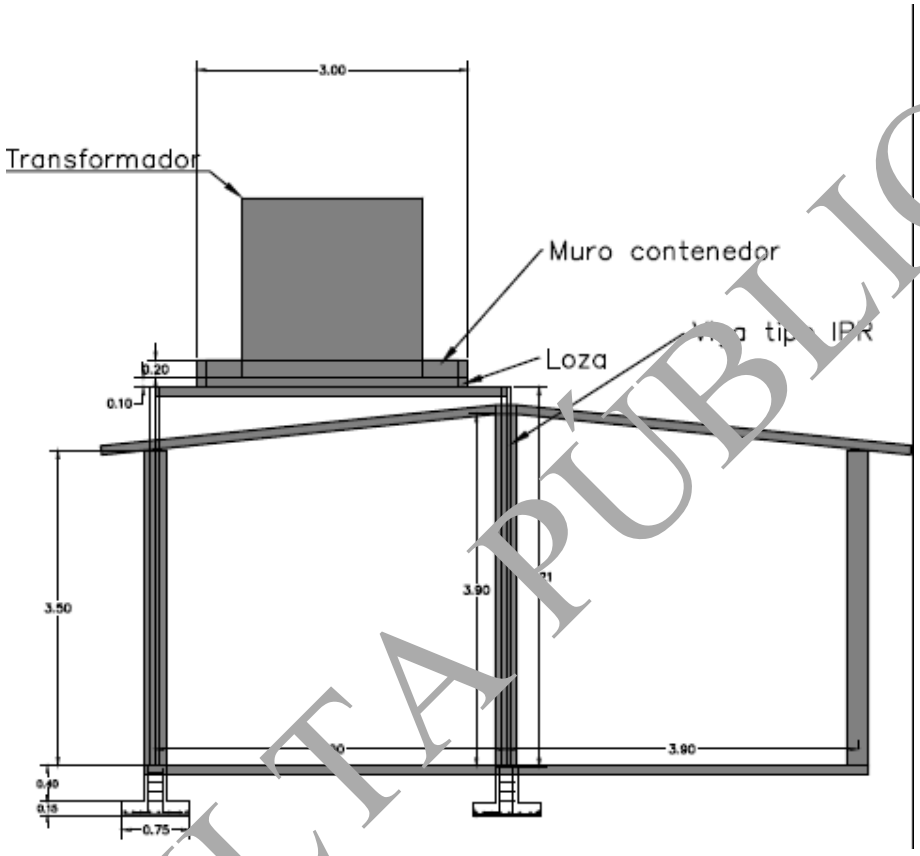


Figura 1. 51. Vista lateral del cuarto de control (vigas y transformador)

Operación del Equipo "Ore Sorter - MS2000NF"

El sistema inteligente de clasificación de minerales NUCTECH™ MS2000NF es un equipo totalmente automático que combina la tecnología de imágenes por transmisión de rayos X (XRT), la tecnología de imágenes de luz estructurada y la tecnología de imágenes NIR para realizar imágenes de fusión multi tecnológica e identificar de forma inteligente los minerales de metales no ferrosos dentro de un rango de tamaño de partícula específico, separando los minerales metálicos de alta ley. El sistema es capaz de clasificar con precisión los minerales de metales no ferrosos que se mueven a alta velocidad, separar grandes cantidades de estériles y pre concentrar los minerales originales, reduciendo así los costos de posprocesamiento y mejorando la rentabilidad de las empresas mineras. Gracias a sus características de alta precisión de clasificación, gran capacidad de procesamiento, respeto al medio ambiente y alta estabilidad y fiabilidad. En la siguiente figura se muestra una representación 3D del sistema MS200NF.

CONSULTA PÚBLICA

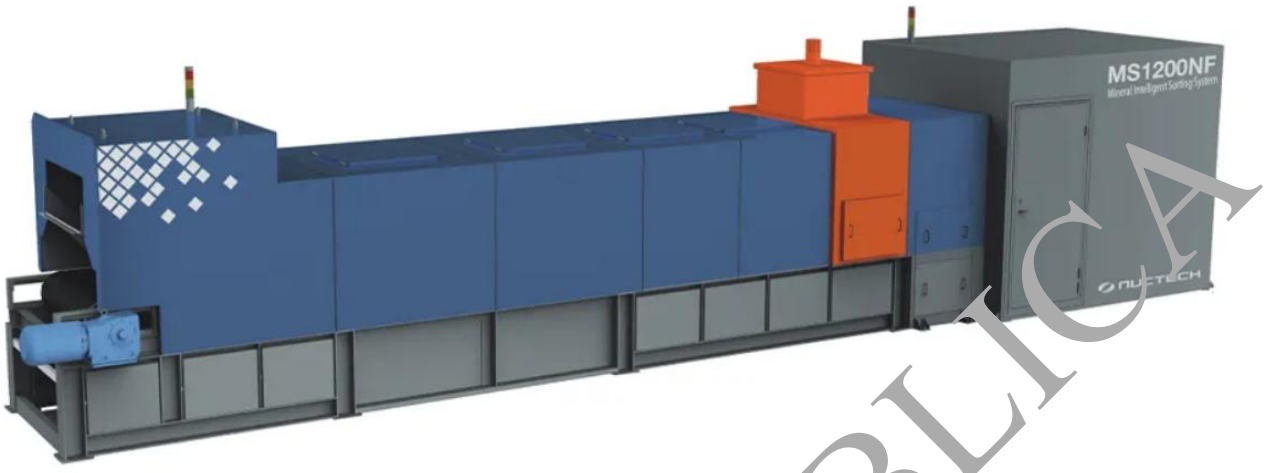


Figura 1. 52. Representación 3D del sistema de clasificación MS1200NF a utilizarse en el Proyecto

Dentro del sistema de clasificación, el mineral en bruto se criba a través de una criba fija y, después del cribado, los trozos de +300 mm se trituran mediante una excavadora con un martillo triturador, y el producto triturado se criba de nuevo a través de una criba fija. triturador, y el producto triturado se criba de nuevo a través de una criba fija. El material cribado de -300 mm entra en una trituradora primaria de mandí después de la trituración, el producto triturado entra en una criba vibratoria circular de dos pisos para su cribado, y el material de +40 mm que se encuentra en la criba entra en la trituradora de mandíbulas secundaria para su trituración, y el producto se devuelve a la criba de dos pisos para su cribado a través de una cinta transportadora. Debajo de la criba, -10 mm van al depósito de mineral en polvo o se desechan. De 40 a 10 mm van al sistema inteligente de clasificación de minerales MS2000 para obtener concentrado y relaves. El concentrado pasa a una trituradora de cono y, después de la trituración, se obtiene mineral en polvo de -12 mm, que va al contenedor de mineral en polvo. Lo anterior, se ve representado a manera de diagrama de flujo en las siguientes figuras:

CONSULTA PÚBLICA

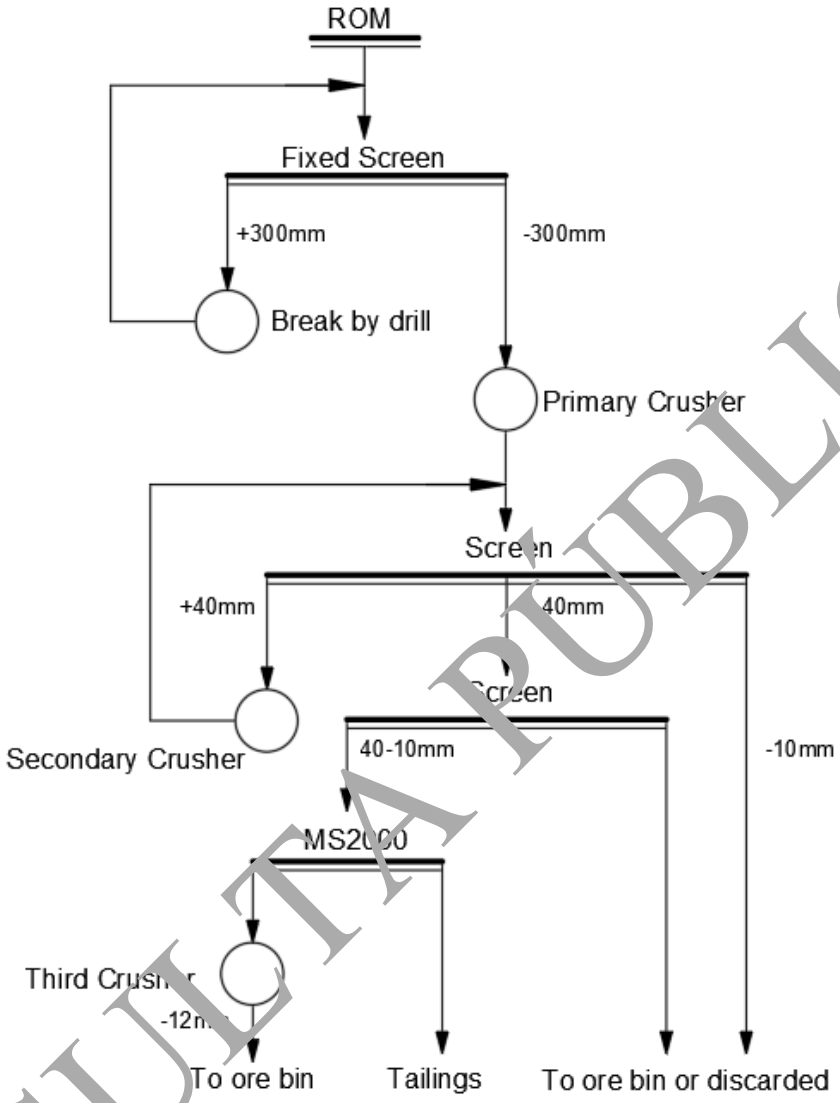


Figura 1. 53. Diagrama de flujo del proceso de clasificación de minerales del equipo "Ore Sorter"

CONSULTA PÚBLICA

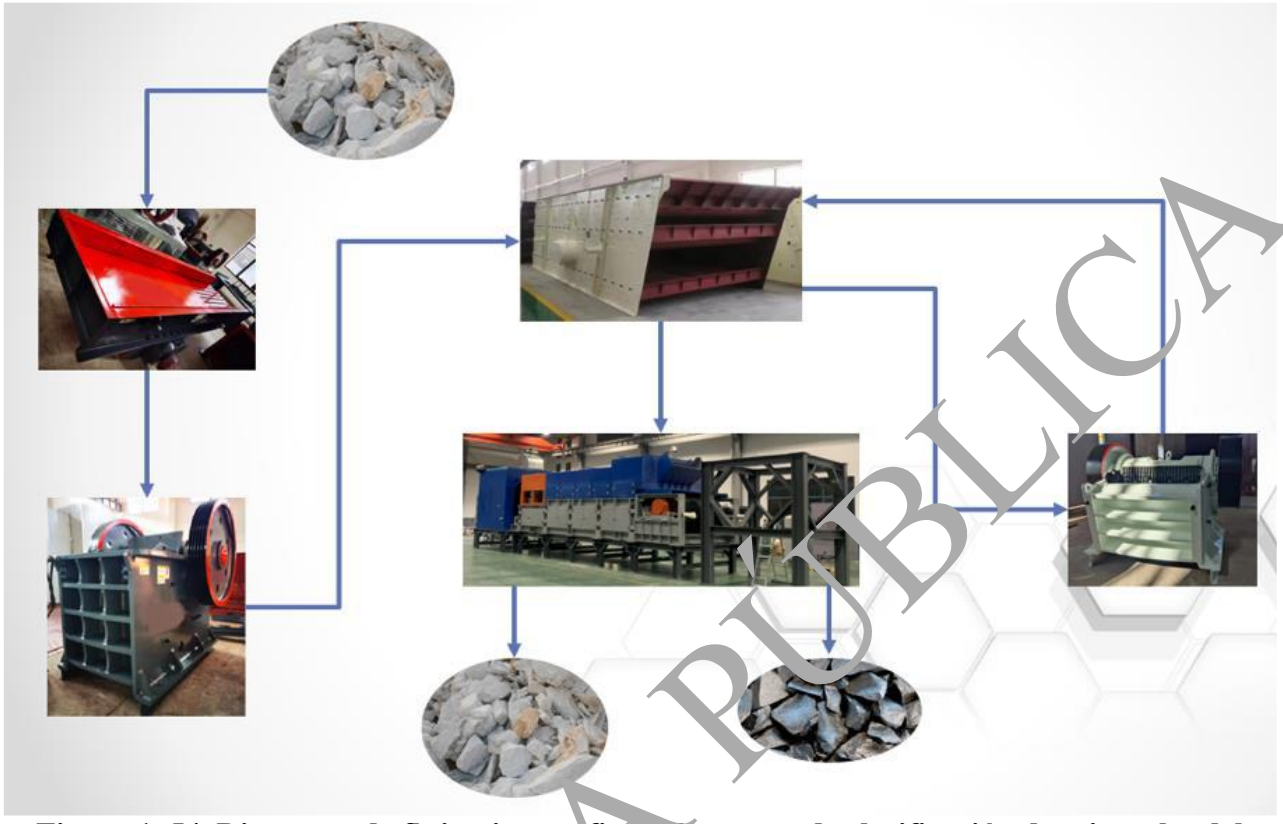


Figura 1. 54. Diagrama de flujo pictográfico del proceso de clasificación de minerales del equipo "Ore Sorter"

Componentes

El sistema es conformado por los siguientes subsistemas, mismos que se describen a detalle a continuación:

- Equipo de clasificación por rayos X.
- Sistema de suministro de aire.
- Sistema de refrigeración.
- Sistema de control.
- Sistemas de carga y descarga.

Equipo de clasificación por rayos X

La unidad principal de clasificación inteligente de minerales consta de cuatro sistemas principales: sistema de alimentación, dispositivo de tejido, sistema de identificación y actuador, y cuatro sistemas auxiliares: sistema neumático, dispositivo de eliminación de polvo, sistema de control y sistema de lubricación. Las partes principales del sistema de alimentación son la criba vibratoria, y las partes principales del dispositivo de tejido son la máquina de tejido de cinta, el conjunto de falda y la cubierta protectora. Los principales componentes del sistema de identificación

CONSULTA PÚBLICA

son la cabina óptica, el soporte de la cabina óptica y el brazo de la sonda. Los componentes principales del dispositivo de accionamiento son el conjunto de soplado y la cabina de clasificación.

Las piezas estructurales del bastidor principal de clasificación inteligente incluyen la criba vibratoria, fabricante de cinta, conjunto de faldón, soporte de cabina óptica, cinco cubiertas protectoras, cabina óptica, brazo detector, cabina de clasificación, colector de polvo, sistema de fuente de aire y dispositivo de lubricación centralizada; dichos componentes se ven representados en la siguiente figura:

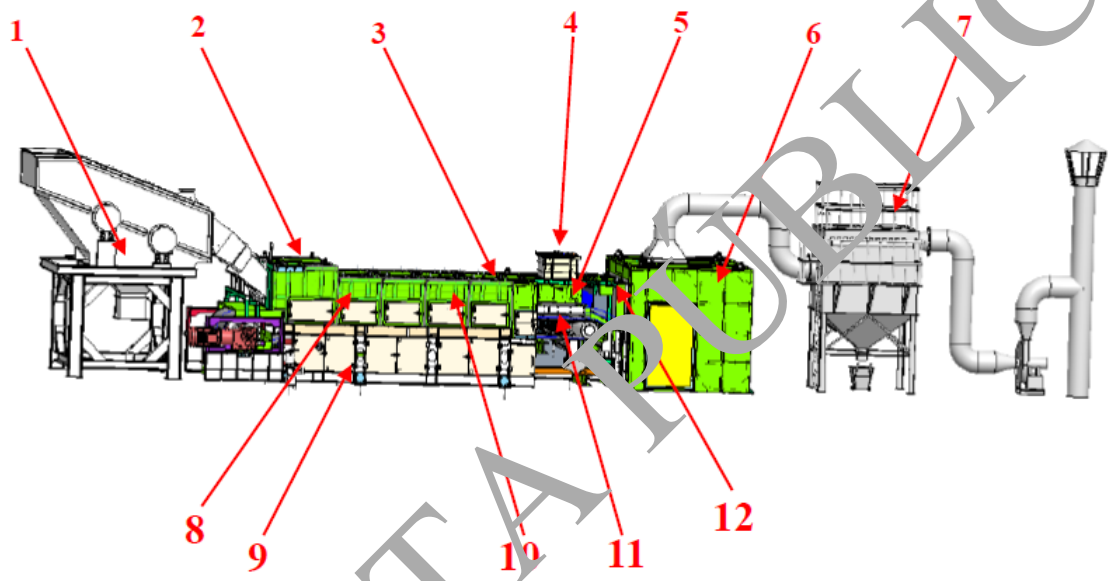


Figura 1. 55. Estructura del sistema de clasificación inteligente de minerales
1-Pantalla vibratoria; 2-Guardia 4; 3-Guardia 1; 4-Cabina óptica; 5-Soporte de cabina óptica; 6-Cabina clasificadora; 7-colector de polvo; 8-Guardia 3; 9-Fabricador de correas; 10-Guardia 2; 11-brazo de detección; 12-guardia 5

1.- Alimentador vibratorio

La función de la criba vibratoria es recibir el material entrante y transportarlo uniformemente a las correas del sistema de clasificación.

2.- Cinta transportadora

La función principal de la cinta transportadora es llevar y transportar materiales. La cinta de fabricación utiliza rodillos horizontales con palos de parada instalados en ambos lados, los anillos interior y exterior están equipados con dispositivos de limpieza, y el extremo de descarga está instalado con componentes de soplado. Antes de salir de la fábrica, la desviación de la correa del fabricador ajustó, en la operación posterior, si la superficie de la polea es material pegajoso o atasco local también causara la desviación de la correa, es necesario limpiar la superficie de la polea o limpiar el material de atasco.

CONSULTA PÚBLICA

3.- Montaje del faldón

El conjunto del faldón se monta encima de la cinta transportadora y su función principal es evitar que el material se caiga de esta misma, así como limitar la anchura efectiva de la cinta a la requerida por el diseño del equipo y evitar el vertido de polvo en el pasillo.

4.- Cabina óptica

El soporte de la cabina óptica está situado en el extremo de descarga de la cinta de fabricación, y sus principales funciones son: apantallamiento de los rayos, protección contra la radiación; soporte de la cabina óptica; y asegurar la posición relativa entre la máquina óptica y el brazo de la sonda.

5.- Escudos/placas protectoras

En el equipo se encuentran instalados un total de 5 escudos. Uno de ellos está instalado en el cinturón por encima de la máquina de tela adyacente al soporte de la cabina de la máquina óptica, el segundo se encuentra instalado en el cinturón por encima de la correa, el tercero se encuentra junto al segundo escuro de manera adyacente, el cuarto se instaló en la entrada de la correa, y el quinto en el extremo final de la misma. cuyo papel principal es bloquear los rayos y radiación, debido a la proximidad de la máquina óptica.

6.- Cubierta de la Maquina óptica

El compartimento de la máquina óptica tiene un diseño a prueba de explosiones, y la estructura interna está refrigerada por agua, su función principal es proteger la máquina óptica, y al mismo tiempo, cumplir con los requisitos de protección contra la radiación, siendo que el diseño de la cubierta está totalmente cubierto de plomo.

7.- Brazo detector

El brazo detector tiene una estructura de núcleo interior y exterior con guías de deslizamiento montadas internamente para facilitar el mantenimiento y la sustitución de los detectores.

8.- compartimientos de clasificación

La cámara de clasificación está situada en el extremo de descarga del equipo, y su función es proteger contra la radiación, recoger el polvo generado por el soplado, reducir la contaminación, y guiar los minerales útiles e inútiles a diferentes canaletas respectivamente.

9.- Colector de polvo

Para que el equipo cumpla los requisitos medioambientales, se encuentra instalado un equipo adicional de eliminación de polvo en el extremo del área de soplado, y la salida de aspiración está situada encima de la cámara de clasificación.

CONSULTA PÚBLICA

Sistema de suministro de aire

El sistema de fuente de aire proporciona energía de clasificación para el sistema de clasificación inteligente. A continuación, en la siguiente figura se ejemplifica su funcionamiento mediante un diagrama de flujo.

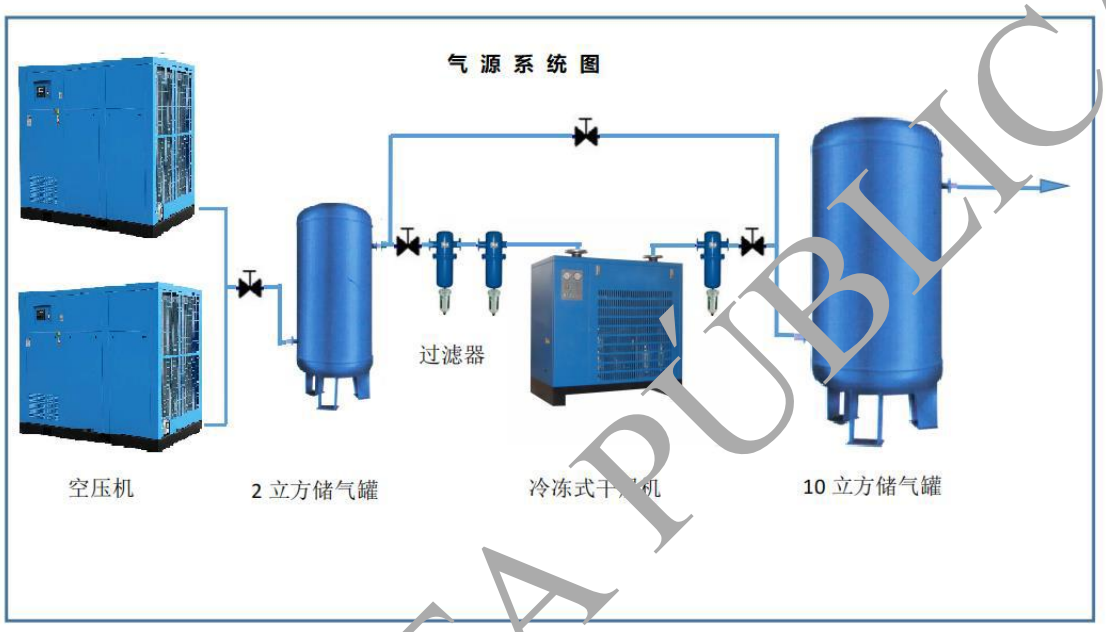


Figura 1. 56. Diagrama de funcionamiento del sistema de suministro de aire

De acuerdo con la figura anterior, el proceso operativo se describe a continuación.

1) El compresor de aire se utiliza para proporcionar una fuente de energía eficiente para el subsistema del dispositivo inteligente de clasificación, comprimiendo el aire en gas de alta presión para satisfacer la demanda de soplado del equipo.

2) El tanque de almacenamiento se utiliza para almacenar el aire comprimido producido por el compresor de aire para hacer la presión de la fuente de gas más estable. El tanque de almacenamiento está instalado en la parte posterior del compresor, y se utiliza para reducir la carga de la secadora y el filtro. El tanque de almacenamiento está instalado en el extremo del tanque para almacenar el gas limpio filtrado y procesado.

3) El secador frigorífico se utiliza para enfriar el aire comprimido producido por el compresor de aire, filtrar el agua del aire comprimido y garantizar la sequedad del gas.

4) El filtro de tuberías se utiliza para filtrar el aceite, agua y las impurezas del aire comprimido para garantizar una fuente de aire limpia.

CONSULTA PÚBLICA

5) Todo el sistema de suministro de gas utiliza tubos de aluminio azul como transporte de tuberías, tubos de aleación de aluminio con pared interior lisa y de baja resistencia; la caída de presión no se ve afectada por el uso del tiempo. La instalación de dichas tuberías requiere el uso de herramientas y accesorios especiales, soportes y accesorios fijos.

6) Dos compresores de aire pueden funcionar al mismo tiempo o por separado para garantizar una presión estable en el funcionamiento del equipo.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra una lista de los componentes del sistema de suministro de gas.

Tabla 1. 3. Componentes del sistema de suministro de gas, parte del sistema de clasificación de minerales "Ore Sorter"

ID	Componente	Fabricante	Especificaciones	Unidad de medida	Cantidad
1	Compresor de aire de tornillo	Ossegur	TDX-110A	Clasificador de objetos pesados, como máquinas, televisores, ordenadores; representaciones teatrales	2
2	Bombona de gas	Quingdao Sanli	2.0 m^3	Clasificador de objetos pesados, como máquinas, televisores, ordenadores; representaciones teatrales	1
3	Bombona de gas	Quingdao Sanli	10.0 m^3	Clasificador de objetos pesados, como máquinas, televisores, ordenadores; representaciones teatrales	1
4	Filtros de precisión	TD	45 m^3/5 micras	Intercalar	1
5	Filtros de precisión	TD	45 m^3/5 micras	Intercalar	1
6	Filtros de precisión	TD	45 m^3/5 micras	Intercalar	1
7	Secador en frío	TD	Capacidad de tratamiento de aire 45 m^3	Clasificador de objetos pesados, como máquinas, televisores, ordenadores; representaciones teatrales	1
8	Tuberías y accesorios	CosBog	DN65-DN150	Nivel (para la clasificación de universidades y escuelas superiores)	1

Sistema de Control

Armario de distribución

Antes de suministrar alimentación al equipo, es necesario comprobar que la potencia, tensión y frecuencia disponibles de la fuente de alimentación externa cumplen los requisitos del equipo, y comprobar la fiabilidad de su cableado, enchufes o tomas de corriente.

CONSULTA PÚBLICA

Los armarios de distribución se ocupan de la energía eléctrica entrante, en tareas como el filtrado de potencia, la protección contra sobretensiones, y subtensiones y la protección contra fugas. Los armarios de distribución utilizan componentes eléctricos como disyuntores térmicos, protectores diferenciales, fusibles, filtros, protectores contra sobretensiones, contactores de CA, relés, etc., para distribuir y proteger los circuitos. En la siguiente figura se muestra la vista frontal del armario de distribución eléctrica.



Figura 1. 57. Vista frontal el armario de distribución

El armario de distribución del sistema de presión de aire se ocupa principalmente de la alimentación eléctrica de entrada, como el filtrado de potencia, la protección contra sobretensiones, la protección contra sobretensiones y subtensiones y la protección contra fugas a tierra. Los componentes eléctricos, como disyuntores, desconectadores electrónicos, protectores contra fugas a tierra, fusibles, filtros, protectores contra sobretensiones, relés, etc., se utilizan para realizar el suministro de energía y la protección de los dos compresores de aire, las máquinas de aspiración y secado (opcionales).

CONSULTA PÚBLICA

Gabinete de control

1) Permite la interacción con datos de SCS y OSS.
2) Recopila información relacionada con los enclavamientos de seguridad, sensores, luces de alarma y timbres, e implementa la lógica de control de los enclavamientos de seguridad.
3) Realizar el control y la interacción de datos de la máquina óptica.
4) Realice el control remoto de la criba vibratoria, el transportador y el colector de polvo.
5) Realice el arranque/parada a distancia del compresor de aire, el secador en frío y el secador de aspiración (opcional).

Gabinete del inversor

El armario se compone principalmente de disyuntor, inversor y resistencia de frenado. Sus métodos de control de arranque/parada son los siguientes:

1) Control local del inversor: Se puede seleccionar el inversor como modo local y controlar el arranque/parada del inversor a través del panel de control del inversor.
2) Control de la caja de operación: Seleccionar el convertidor de frecuencia como modo remoto y la caja de operación como modo manual, y controlar el convertidor de frecuencia para arrancar y parar a través de la caja de operación correspondiente (caja de operación de la criba vibratoria y caja de operación del transportador).
3) Control remoto: Seleccionar el convertidor de frecuencia como modo remoto y la caja de operaciones como modo automático, y controlar el convertidor de frecuencia para arrancar y parar a través de la interfaz SCS.

Caja de control

- Caja de funcionamiento de la criba vibratoria. En ella, se puede seleccionar el modo de trabajo del convertidor de frecuencia como modo remoto y la caja de operación como modo manual, y puede controlar el arranque y parada de la criba vibratoria a través de la caja de operación, y la luz roja se enciende cuando el motor de la criba vibratoria está en marcha; la luz verde se enciende cuando el motor de la criba vibratoria deja de energizar el estado.
  Caja de mando del transportador. En ella, se puede seleccionar el modo de funcionamiento del inversor como modo remoto y la caja de control como modo manual, y el arranque y la parada del transportador pueden controlarse a través de la caja de control; la luz roja se enciende cuando el motor del transportador está en marcha; la luz verde se enciende cuando el motor del transportador se detiene en estado activado.
- Caja de funcionamiento del colector de polvo. La caja de operación selecciona el modo manual, a través de la caja de operación puede controlar el arranque y parada del colector de polvo, cuando el motor del colector de polvo está en marcha, la luz roja está encendida; cuando el motor del colector de polvo se detiene el estado energizado, la luz verde está encendida.

CONSULTA PÚBLICA

- Caja de mando de la consola del operador. La caja de mando de la consola está equipada con un interruptor de llave de enclavamiento de seguridad, un botón de parada de emergencia, un indicador de estado, un indicador de parada de emergencia y un indicador de avería. Se puede realizar el control del enclavamiento de seguridad, el arranque del sistema y la parada del sistema del equipo.

Equipo de alerta

En el equipo están presentes dos juegos de luces de advertencia rojas, amarillas y verdes, así como timbres de alarma instalados en el mismo.

Equipos de control

El uso del sistema de monitorización CCTV puede vigilar el área de trabajo del equipo, por un lado, para evitar que la gente entre por error, para proteger la seguridad personal; por otro lado, puede vigilar las condiciones de funcionamiento del equipo, lo que favorece que el operario lleve a cabo un control seguro, oportuno y adecuado del proceso de escaneado, para proteger la seguridad del equipo.

Enclavamiento de seguridad de la puerta

La unidad está equipada con 11 enclavamientos de seguridad. Cuando se detecta una escotilla abierta, el sistema cesa operaciones. Los enclavamientos están instalados en una escotilla de la cabina óptica, cuatro a cada lado del brazo detector y dos en la zona de clasificación.

Interruptor de parada de emergencia

El sistema está equipado con una serie de botones de parada de emergencia, instalados en el armario de distribución de energía, el armario de distribución de energía del sistema de presión de aire, el armario de control, la caja de operación de la mesa de operaciones, la parte delantera izquierda, la parte trasera izquierda, la parte delantera derecha y en la parte trasera derecha del equipo. Al pulsar cualquiera de los botones de emergencia (además de la parada de emergencia del armario de distribución de energía del sistema de presión de aire), el sistema se detendrá la fuente de alimentación de la máquina de rayos X y cortará la fuente de alimentación del motor del mecanismo de movimiento, deteniendo completamente el equipo.

Sistema de refrigeración líquida

El sistema de refrigeración por agua es una parte importante del sistema de clasificación inteligente para garantizar que el generador de rayos X siga funcionando de forma estable, evitando fallos del equipo debidos a las altas temperaturas; el sistema consta principalmente de un refrigerador de agua y las tuberías correspondientes. Lo anterior se ve representado en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA



Figura 1. 38. Exterior del sistema de refrigeración líquida

Sistema de carga y descarga

El sistema de carga y descarga está conformado por diversos componentes como: silo, trituradora de mandíbulas, alimentador, criba de dos pisos y una cinta transportadora. A través de las funciones de trituración, transporte y cribado de minerales, proporciona minerales de 10-40 mm para el sistema de clasificación inteligente, mientras que los minerales clasificados se transportan a la ubicación designada. En la siguiente fotografía, se muestra un sistema de carga y descarga conformado para un equipo de clasificación de minerales en operación.

CONSULTA PÚBLICA



Figura 1. 59. Ejemplo del sistema de carga y descarga del equipo de clasificación

1.6.2.32. "Ore Sorter *MS2000NF*"

Sistema de clasificación de minerales con inteligencia artificial, denominado "Ore Sorter". Dicha obra permite separar el mineral de acuerdo con sus características físicas (composición química, densidad, fluorescencia), antes de ser sometidos a procesos de trituración y molienda.

La ubicación particular de esta obra se muestra a continuación en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

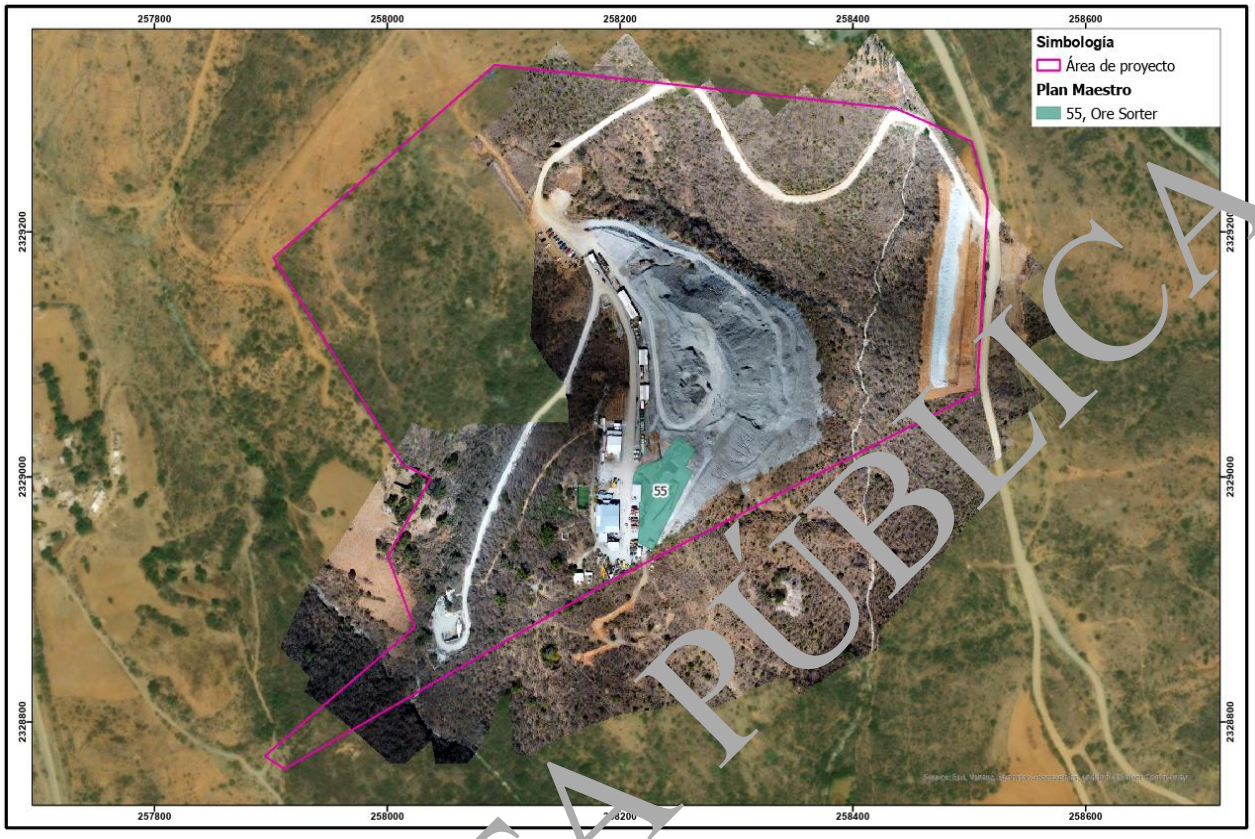


Figura 1. 60. Ubicación del equipo Ore Sorter dentro de la Unidad Minera San Ignacio

El sistema inteligente de clasificación de minerales NUCTECH MS2000NF es un equipo totalmente automático desarrollado por NUCTECH. Equipado con un avanzado dispositivo de expulsión de aire comprimido, el sistema clasifica con precisión los minerales de metales no ferrosos a alta velocidad, separa grandes cantidades de roca estéril y, por lo tanto, reduce los costos de posprocesamiento y mejora la rentabilidad del Proyecto.

El sistema hace uso del método de separación por rayos X (XRT, o X Ray Transmisión, por sus siglas en inglés), dicho sistema combina la tecnología de imágenes por transmisión de rayos X con la tecnología de imágenes estructuradas y la tecnología de imágenes NIR para identificar y separar minerales metálicos de manera precisa y eficiente. En la siguiente fotografía se muestra una imagen del equipo y sus obras asociadas instaladas y en funcionamiento en el Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA



Figura 1. 61. Vista general del equipo Ore Sorter, presente en la Unidad Minera San Ignacio

Implementando el Ore Sorter en los procesos productivos de la Unidad Minera se mejora la concentración del mineral valioso de interés en la materia prima extraída, ya que solo se procesan los fragmentos con mayor concentración, reduciendo la cantidad de material que necesita ser tratado. Con esto, al eliminar los desechos en la parte temprana del proceso, se reduce la energía requerida, resultando en una mayor eficiencia energética y una reducción de los costos operativos de proceso.

A continuación, en la figura siguiente, se muestra el arreglo general de las bases de concreto donde se instaló el equipo; dicha distribución se describe a detalle a continuación.

CONSULTA PÚBLICA

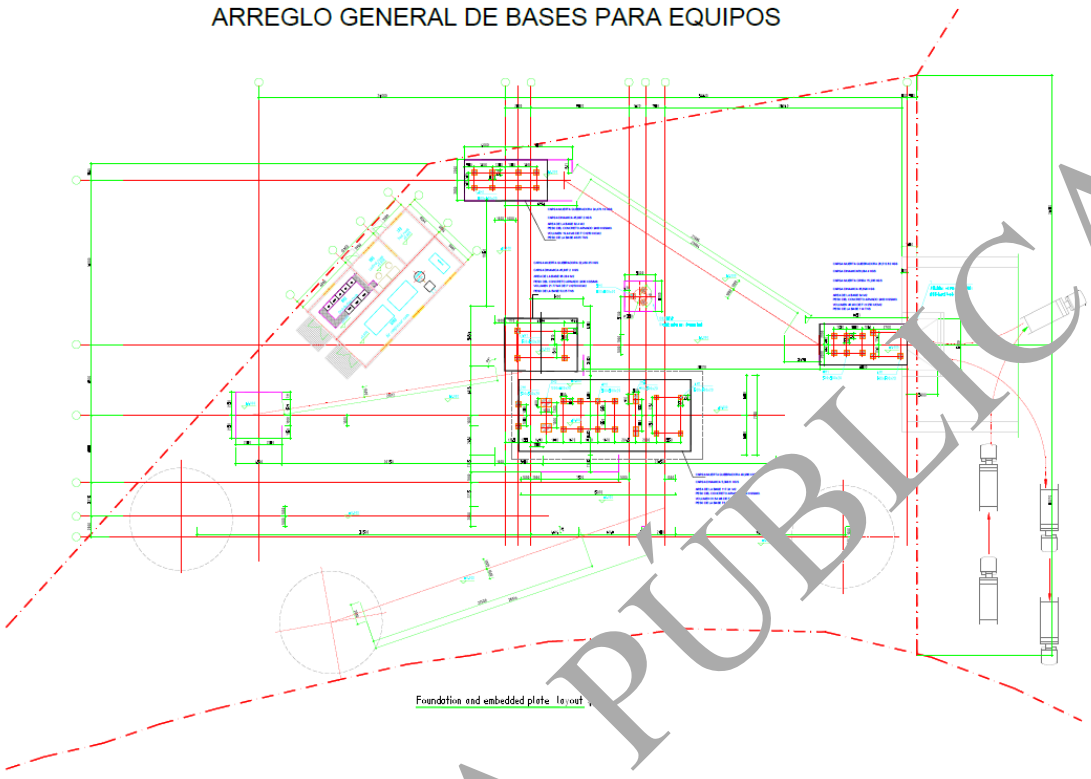


Figura 1. 62. Arreglo general de las bases para los equipos del Ore Sorter

Diseño de base para la quebradora primaria y criba

Siendo el equipo encargado de realizar la primera etapa de reducción de tamaño del mineral extraído directamente de la mina, antes de cualquier proceso posterior de trituración o molienda, este mismo está situado sobre una plataforma de concreto con una calidad de 250 K/CM^2, recubierto con acero de refuerzo en 3/8" a 20 cm en las dos direcciones con una profundidad de 6 cm. Debajo de este mismo, se encuentra concreto ciclópeo con un F = 210 K/CM^2; finalmente, la base de la cimentación corresponde a tierra compactada al 95% Proctor, en capas de 20 cm. La información descrita anteriormente se puede ver representada gráficamente en siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

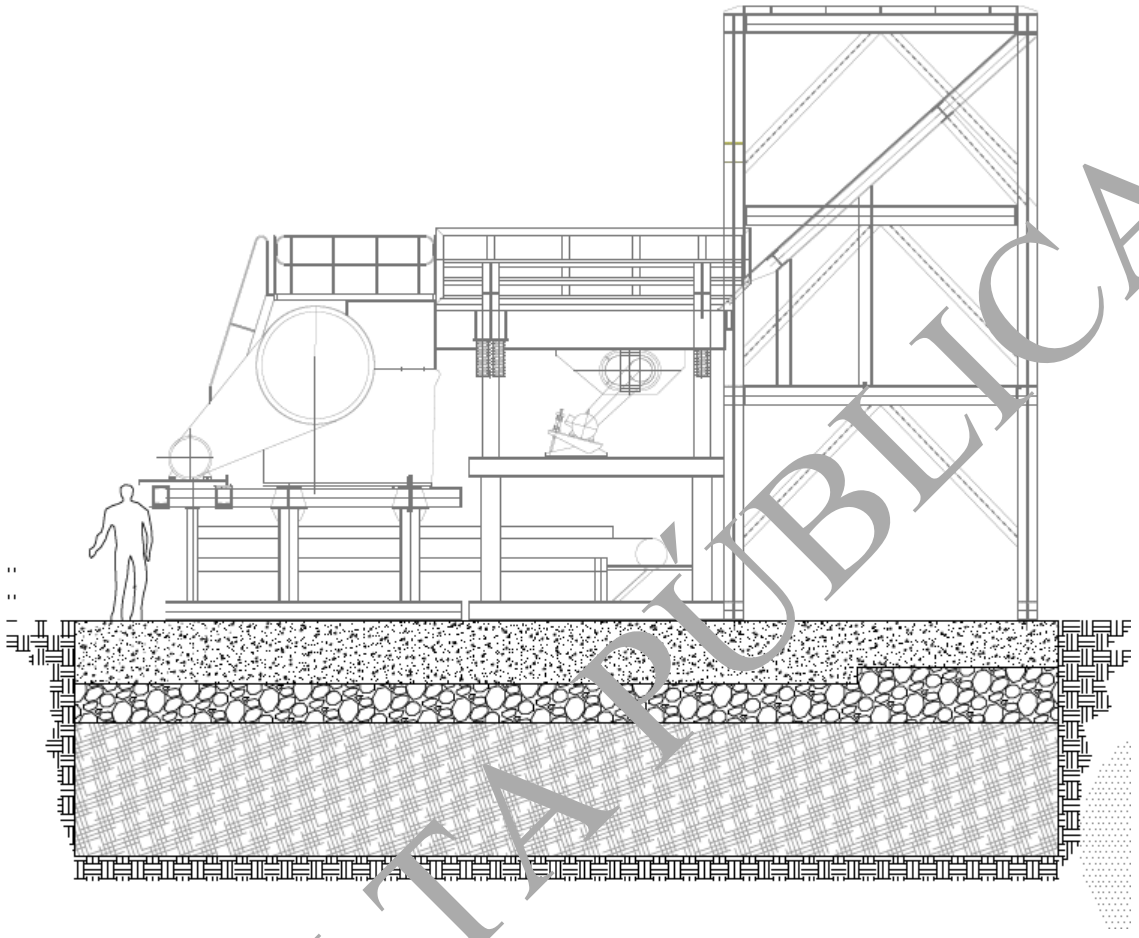


Figura 1. 63. Vista lateral de la cimentación de la quebradora y del alimentador vibratorio

Dicha plataforma es una losa en forma de L, compuesta por dos secciones principales. La sección izquierda (que conecta a la sección derecha a la mitad de la plataforma), tiene un largo de 7765 mm y un ancho total de 4000 mm, y es en esta sección donde se encuentra un recorte (vacío) cuya altura es de 1280 mm; por su parte, la sección derecha (bloque vertical) cuenta con un ancho de 4800 mm y un alto de 6400 mm. La sección derecha se divide en dos tramos, que tienen una longitud de 2235 y 2565 mm respectivamente. La cimentación tiene una superficie de 45.36 m^2, capaz de soportar una carga muerta (quebradora) de 26,512.62 Kg, y una carga dinámica de 56,084.4 Kg.

Lo anterior se ve representado en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

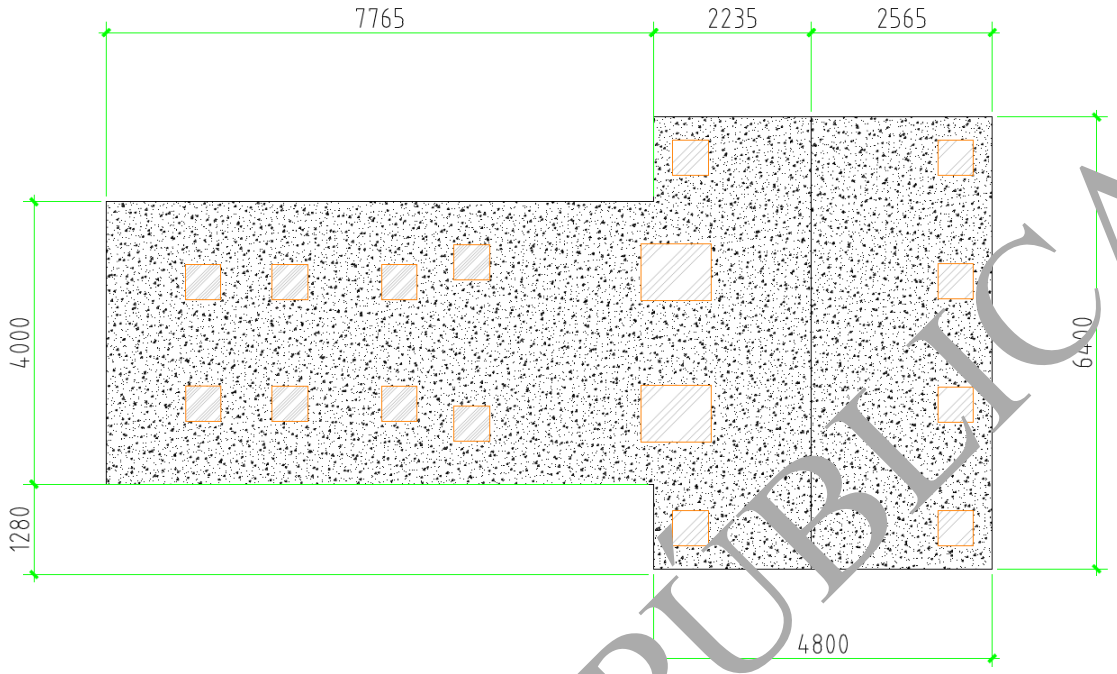


Figura 1. 64. Vista en planta de la cimentación de la quebradora y criba

Adicionalmente, se muestra un diagrama de la pantalla vibratoria, donde se ven representados los componentes internos de la misma.

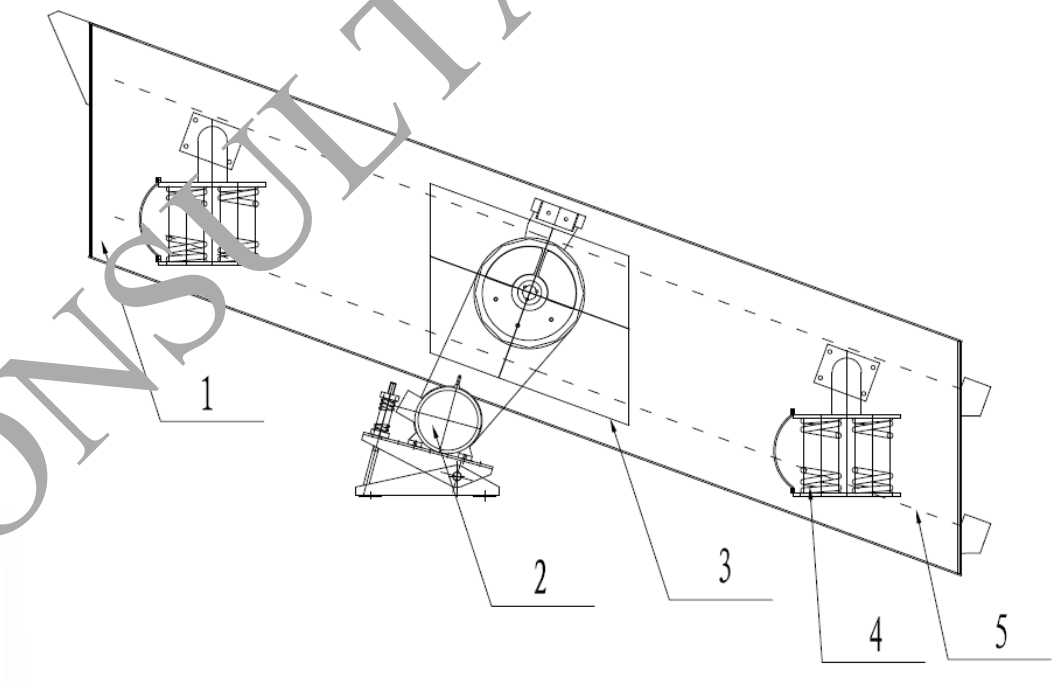


Figura 1. 65. Diagrama de la pantalla vibratoria

1.caja de la pantalla; 2. Dispositivo de manejo; 3. Vibrador; 4. Grupo de resortes de soporte; 5. Pantalla

CONSULTA PUBLICA

El alimentador vibratorio GZD-3800X960 propio del Proyecto consta de un bastidor vibratorio, un resorte, un vibrador, un bastidor vibratorio del motor y el motor. El vibrador está formado por dos ejes excéntricos que se acoplan mediante engranajes. Durante el montaje, los dos engranajes deben acoplarse según las marcas. El motor hace girar los dos ejes excéntricos, lo que produce una gran fuerza de vibración. Bajo este impulso, el material se proyecta hacia adelante. Cuando el material pasa por la rejilla situada sobre la ranura, las partículas más pequeñas caen por el espacio entre las rejillas. En este sentido, el cribado es una de las funciones de esta máquina; lo anterior se ve representado en el diagrama de la siguiente figura:

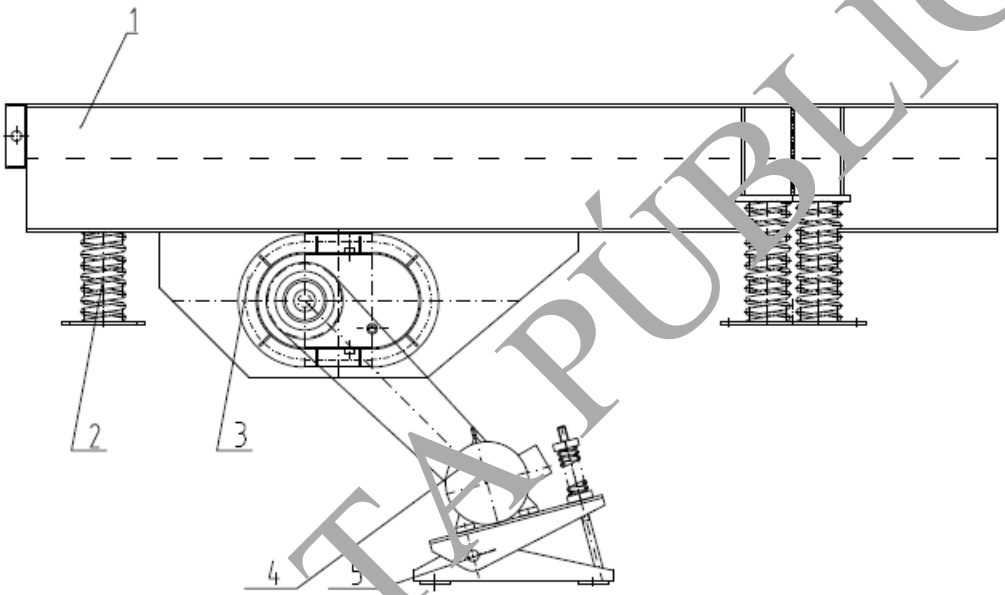


Figura 1. 66. Diagrama del alimentador vibratorio
1.Marco vibratorio; 2. Resorte; 3. Caja vibratoria; 4. Marco vibratorio para motor; 5. Motor

Diseño de base para la quebradora primaria (Jaw Crusher)

La "Jaw Crusher" es un tipo de quebradora primaria, cuya función es reducir el tamaño del material mediante la compresión entre una placa fija y una placa móvil (quijadas). Dicha obra está conformada sobre una cimentación de concreto ubicada sobre terreno natural, con una calidad de 250 K/CM^2, recubierto con acero de refuerzo en 5/8" a 20 cm en las dos direcciones con una profundidad de 6 cm. A esta misma sección se le adicionaron esfuerzos de desgarramiento y tensión oblicua en varilla de 5/8". Debajo de esta misma, se encuentra concreto ciclópeo con un F = 210 K/CM^2, en donde están incrustadas anclas en varilla corrugada de 1" L= 0.70 m. Lo anterior puede verse representado en la siguiente figura, así como la vista lateral de las instalaciones presentes encima de la cimentación.

CONSULTA PÚBLICA

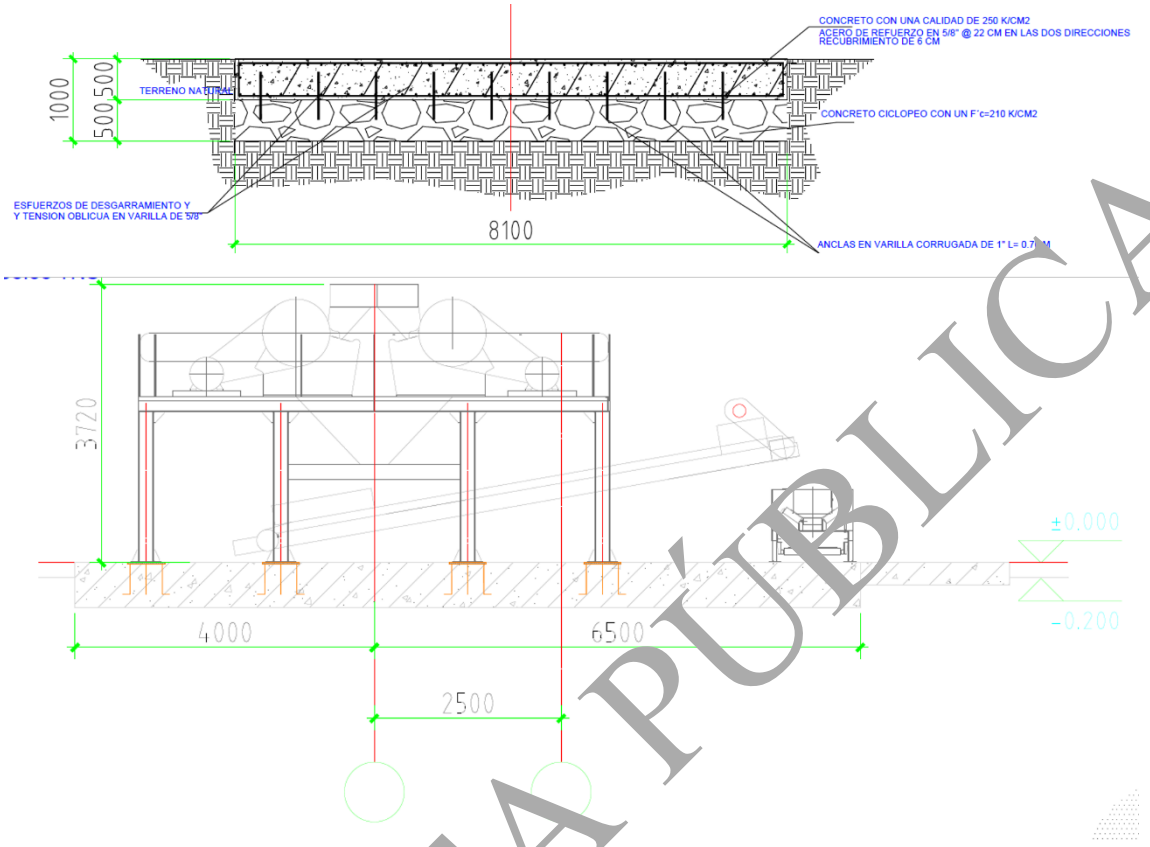


Figura 1. 67. Sección base de la cimentación y vista lateral de la Criba

Como puede observarse en la Figura anterior, la cimentación cuenta con una longitud de 8100mm. Adicionalmente, la planta tiene un ancho de 4000 mm y dentro de esta misma se encuentran placas base en ¾" A36, distribuidas cada 1460 mm a lo ancho y 1800 mm a lo largo de la plataforma. Asimismo, y de acuerdo con la siguiente figura, la superficie de la base es de 32.4 m^2, con una capacidad de carga muerta de 24,473.18 Kg, y una carga dinámica de 45,887.2 Kg.

CONSULTA PÚBLICA

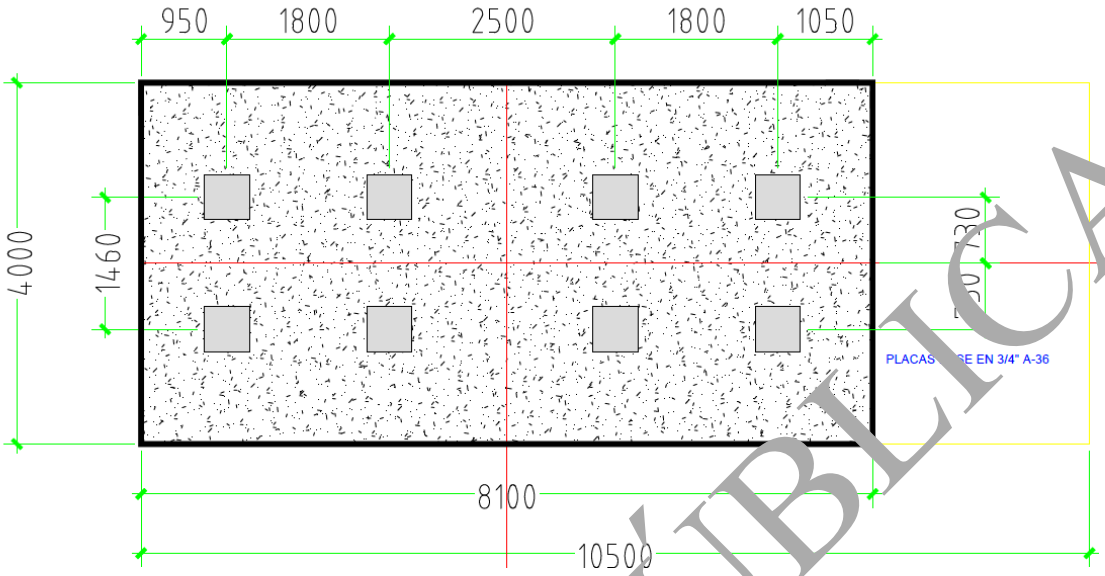


Figura 1. 68. Vista en planta de la cimentación de la quebradora primaria

A continuación, se presenta un diagrama de la quebradora primaria:

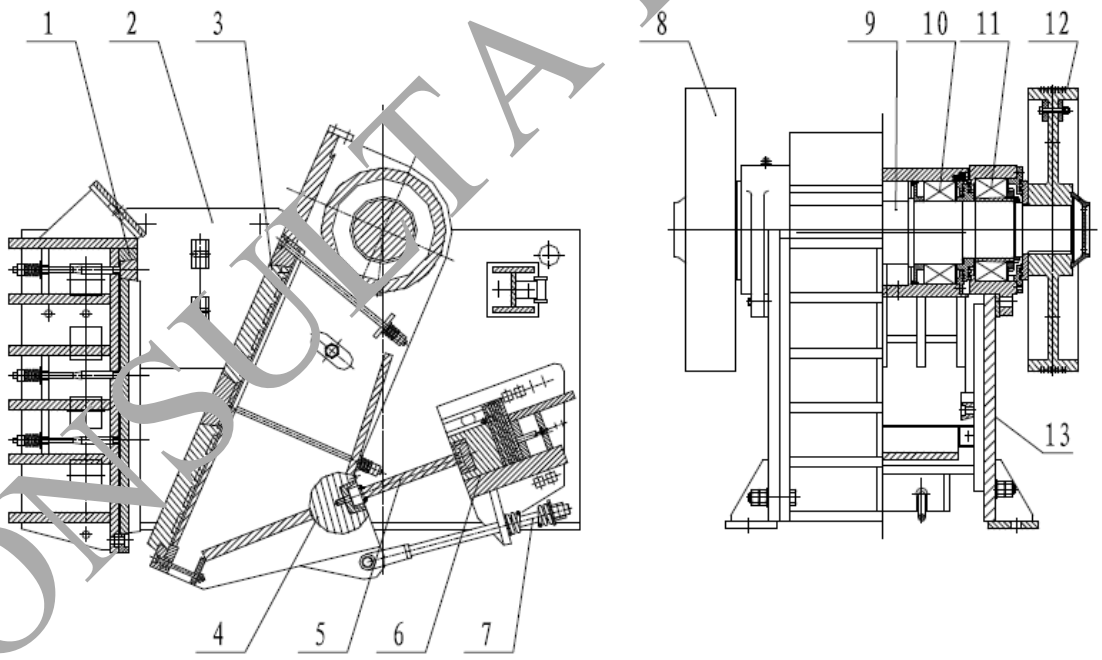


Figura 1. 69. Vista en planta de la cimentación de la quebradora primaria

1.- Mandíbula fija; 2. Plato lateral; 3. Mandíbula móvil; 4. Placa de soporte; 5. Placa; 6. Base de la placa; 7. Dispositivo de ajuste; 8. Rueda; 9. Eje excéntrico; 10. Cojinete; 11. Cojinete; 12. Rueda de correa; 13. Marco

CONSULTA PÚBLICA

Diseño de base dual para Tándem Shaker

Un tándem Shaker es un sistema de dos unidades de cribado vibratorio, dispuestas en forma conjunta, que incrementan la eficiencia de la clasificación y capacidad de procesamiento mediante etapas de separación granulométrica en el proceso productivo.

Dicha obra está conformada sobre una cimentación de concreto ubicada sobre terreno natural, con una calidad de 250 K/CM^2, recubierto con acero de refuerzo en 5/8" a 20 cm en las dos direcciones con una profundidad de 6 cm. A esta misma sección se le adiciona con esfuerzos de desgarramiento y tensión oblicua en varilla de 5/8". Debajo de esta se encuentra concreto ciclópeo con un F = 210 K/CM^2. Lo anterior puede verse representado en la siguiente figura:

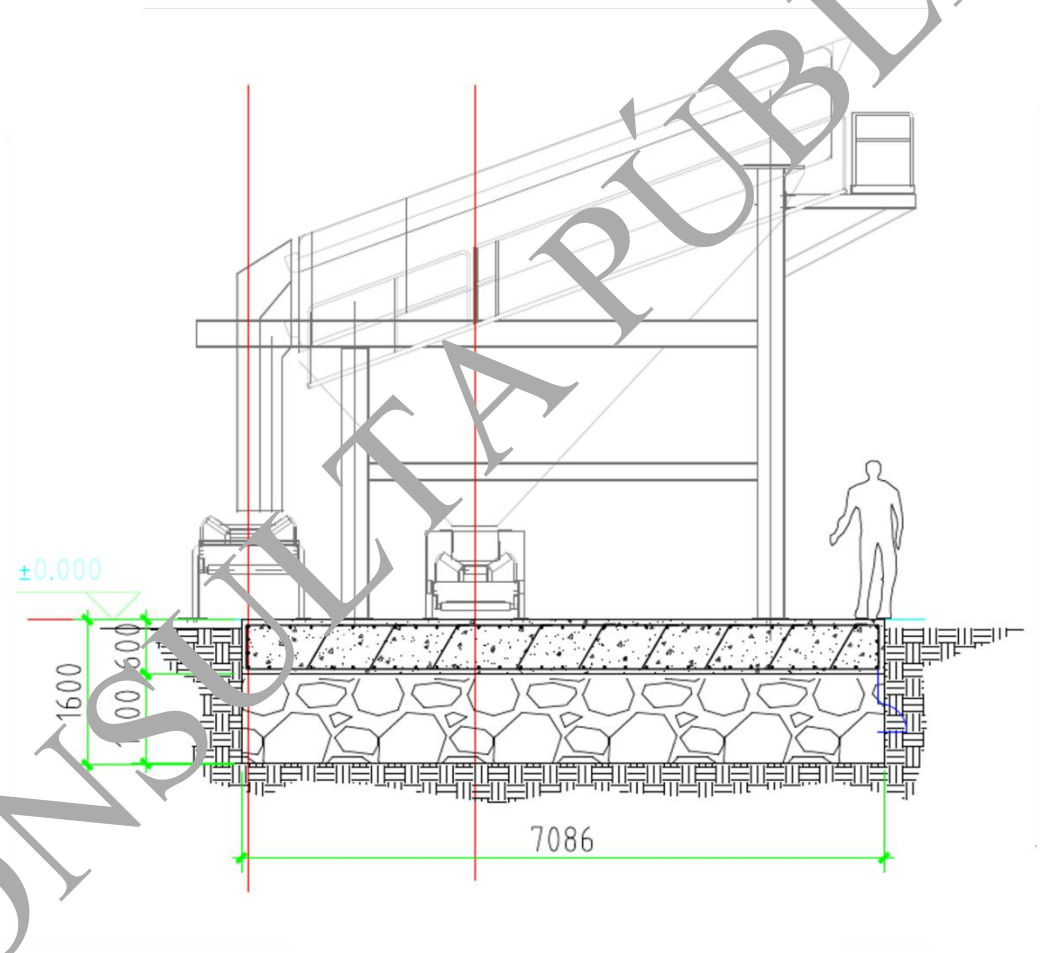


Figura 1. 70. Sección base del Tándem Shaker

Dicha plataforma tiene una longitud de 7100 mm, y un ancho de 5200 mm y dentro de esta misma se encuentran placas base en ¾" A-36, distribuidas cada 2620 mm a lo ancho y 4586 mm a lo largo de la plataforma. Asimismo, y de acuerdo con la Figura 1. 71, la cimentación tiene una superficie de 36.92 m^2, capaz de soportar una carga muerta (quebradora) de 22,433.35 Kg, y una carga dinámica de 45,887.2 Kg. Lo anterior se ve representado en la siguiente figura:

CONSULTA PÚBLICA

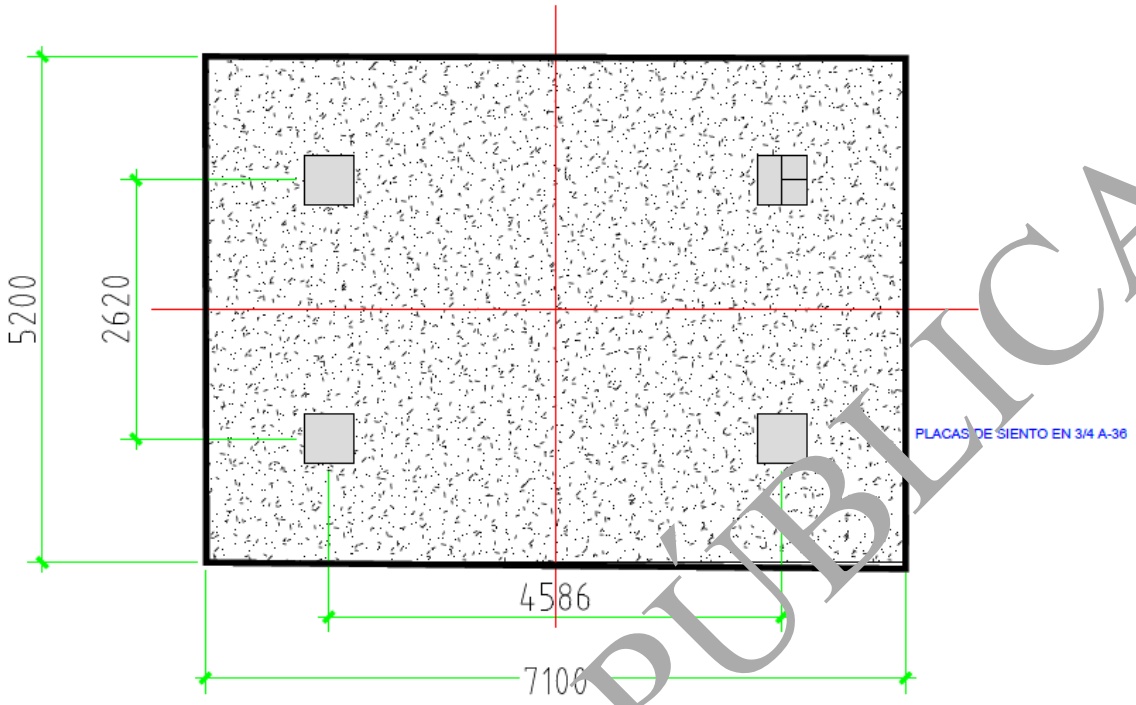


Figura 1. 71. Vista en planta de la base del Tándem Shaker

Diseño de base para el Ore Sorter MS200F

Para la conformación de la base del Ore Sorter, se tiene una losa existente con un F´c= 250 K/Cm^2, construida sobre tepetate, en donde están conformadas placas en ¾" A-36 niveladas con rejuntado. dicha base tiene una longitud de 18500mm y un ancho de 8550 mm. Dentro de esta misma se encuentran las placas separadas a cada 16670 mm a lo largo y 7000 mm a lo ancho de cada una. La cimentación tiene una superficie de 117.24 m^2, capaz de soportar una carga muerta (quebradora) de 49,966 Kg, y una carga dinámica de 5,098.6 Kg (Figura 1. 72).

CONSULTA PÚBLICA

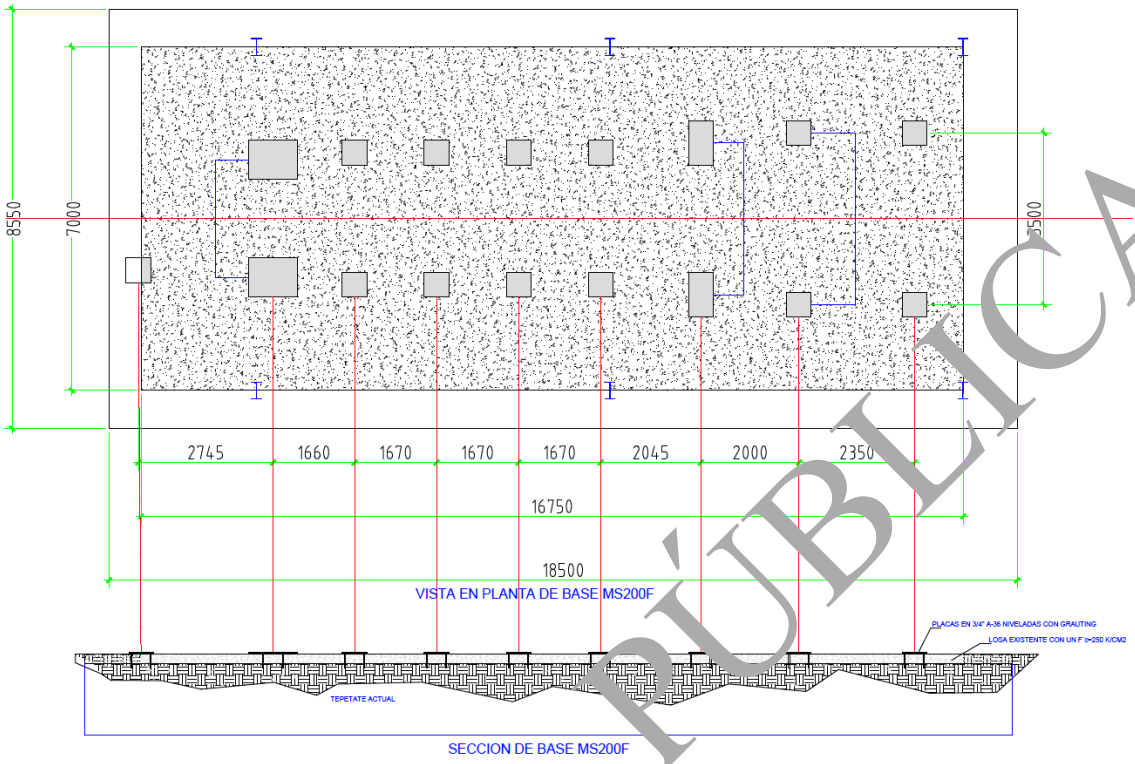


Figura 1. 72. Vista en sección y en planta de la base para el Ore Sorter

Aunado a lo anterior, en la siguiente figura se muestra la sección lateral de la distribución del Ore Sorter.

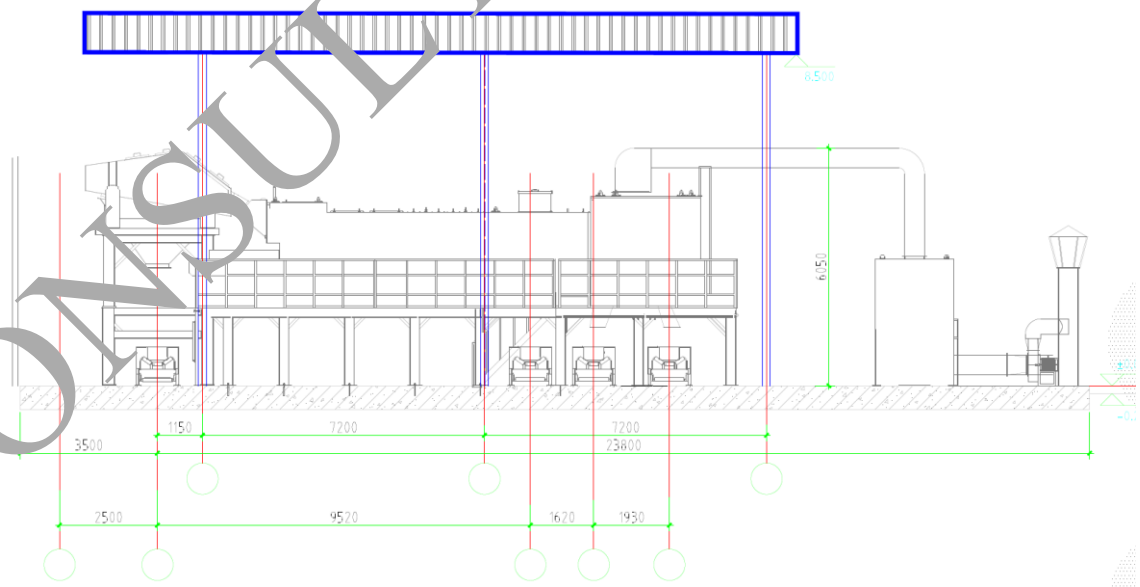


Figura 1. 73. Sección lateral del plano constructivo del Ore Sorter

CONSULTA PÚBLICA

1.6.2.33. Área de maniobras Tepetatera #3

El área de maniobras de la Tepetatera #3 es una superficie acondicionada y destinada a facilitar las actividades operativas asociadas con la disposición del material estéril en la tepetatera. Esta área permite el acceso, circulación, posicionamiento y maniobra de los vehículos y maquinaria utilizados para el transporte, descarga, extendido y conformación del material.

La superficie se encuentra vinculada directamente con la tepetatera y con los caminos de acceso y circulación interna, permitiendo que los camiones de acarreo puedan realizar las maniobras necesarias para efectuar la descarga del material de manera segura y ordenada.

La ubicación del área de maniobras se muestra a en la siguiente figura:



Figura 1. 74. Ubicación Área de maniobras Tepetatera #3

CONSULTA PÚBLICA

I.6.3. Obras temporales previstas

Por la naturaleza del Proyecto y actividades que lo comprenden, la totalidad de los componentes se consideran como permanentes durante la vida útil del mismo, ya que su operación es requerida para poder desarrollar al Proyecto de manera óptima y no dejarán de ejecutarse durante su vida útil.

Asimismo, el Proyecto no requerirá la construcción de obras asociadas adicionales, y únicamente será utilizada la infraestructura existente en la Unidad Minera San Ignacio (talleres, vialidades, almacenes de residuos, oficinas etc.) para la continuación de las actividades operativas.

I.6.4. Tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambienta

Por sus características, el Proyecto es de competencia de la Federación en materia de evaluación del impacto ambiental, por tratarse de actividades incluidas en el artículo 5, inciso L) del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) de la LGEEPA, el cual indica lo siguiente:

Artículo 5°.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría (SEMARNAT) en materia de impacto ambiental:

L) Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación:

I: Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo

Por lo anterior, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en su Oficina de Representación en el Estado de Guanajuato, para la evaluación y autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto San Ignacio.

I.6.5. Inversión del Proyecto

La inversión estimada para para la construcción del Proyecto es de $52,990,217 pesos mexicanos (MXN), considerando demás obras auxiliares y actividades propias a realizar en los polígonos del Proyecto; adicionalmente, la empresa promovente invertirá un porcentaje del total para gastos relacionados con la protección y conservación del medio ambiente, resultado de aplicar las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados. Lo anterior se describe a mayor detalle en el **Anexo 1.4** y se ve representado en la Tabla 1. 4.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1. 4. Inversión del Proyecto por obra y medida propuesta

ID medida	Medida	Costo total
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	$494,702
P2	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	$855,000
		$427,500
P3	Control de velocidad de los vehículos	$57,720
P4	Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas	$45,501,588
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	$8,658
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	$300,000
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	$332,873
P8	Rescate y reubicación de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés especial	$240,000
P9	Capacitación	$687,500
P10	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	$80,000
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	$160,000
P12	Manejo integral de los residuos	$184,509
		$277,500
		$36,196
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	$2,985,112
C2	Reforestación	$361,360
	Totales	**$52,990,217**

CONSULTA PÚBLICA

I.6.6. Duración estimada del Proyecto

El Proyecto pretende regularizar y dar continuidad a obras y actividades para lo cual se estiman **15 años**, integrándose así a la vida útil autorizada de la Unidad, misma que incluye un (1) año para actividades tanto de restitución y cierre como para retiro de infraestructura y restitución del área.

A continuación, se desglosa la temporalidad de la vida útil del Proyecto en la Tabla 1. 5.

Tabla 1. 5. Inversión del Proyecto por obra y medida propuesta

Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo)	
Etapa	**Duración en años**
Preparación del sitio y construcción	3 meses
Operación y mantenimiento	15 años
Cierre del sitio	1 año

*NA: No Aplica

Aunado a lo expuesto anteriormente, en el **Anexo I.5** se presenta el programa de trabajo del Proyecto, el cual desglosa el tiempo de vida útil de 15 años.

CONSULTA PÚBLICA

I.6.7. Resumen de las características del Proyecto

A continuación, en la Tabla 1. 6. Se desglosan las características generales del Proyecto, considerando todas las obras y su contexto operativo dentro de la Unidad Minera San Ignacio. Asimismo, en el **Anexo 1.6** se presentan las memorias de cálculo de cada uno de los datos presentados en la Tabla.

Tabla 1. 6. Resumen de las características del Proyecto

Concepto	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica (MWh)	
Unidad Minera San Ignacio (todas las obras)	**3,576,741**
Periodo de consumo de agua (m^3/año)	
Fuente de abastecimiento de agua:	**Agua de laboreo**
Unidad Minera San Ignacio (todas las obras)	**58434.26**
Periodo de consumo de combustible Lt/año	
Unidad Minera San Ignacio (todas las obras)	**251295.75**
Emisiones de gases de efecto invernadero (tCO2e mensual)	
2372.190842	
Aprovechamiento de otros recursos naturales	
El Proyecto no hace uso de recursos naturales adicionales para su operación	
Generación de residuos (T anual)	
Generación de residuos peligrosos	

No	Descripción de Residuo	Código de peligrosidad									Cantidad (Ton/Año)	Área de generación
		C	R	E	T	Te	Th	Tt	I	B		
1	Sólidos impregnados con hidrocarburos				X				X		8	Mantenimiento Mina
2	Latas Vacías de varios productos en spray								X		0.35	Mina Geología
3	Sólidos impregnados de pintura								X		0.001	Mantenimiento
4	Sólidos impregnados con solventes								X		0.001	Mantenimiento
5	Residuos Biológico Infecciosos (Punzocortantes)									X	0.001	Servicio médico
6	Residuos Biológico Infecciosos (anatómicos)									X	0.001	Servicio médico

CONSULTA PÚBLICA

7	Tubos de lámparas de luz fluorescente				X						0.001	Mantenimiento eléctrico
8	Pilas y baterías usadas(pilas Ni-CD, pilas de ion de litio)	X			X						0.001	Mantenimiento eléctrico
9	Baterías usadas(baterías plomo-acido)	X			X						0.05	Mantenimiento mecánico
10	Tierra contaminada con hidrocarburos				X						0.8	Mina
11	Aceite gastado(Lubricante)				X						3	Mantenimiento
12	Aceite gastado(Hidráulico)				X				X		4	Mantenimiento
13	Grasa lubricante sucia o gastada				X						0.01	Mantenimiento
14	Diesel sucio				X				X		0.01	Mantenimiento
15	Agua contaminada con hidrocarburos				X						0.5	Mantenimiento
16	Lodos impregnados con hidrocarburos				X						3.4	Mantenimiento

Generación de residuos de manejo especial

No	Descripción de Residuos	Área de generación	Cantidad (Ton/Año)
1	Residuos sólidos Urbanos	Oficinas y comedores	0.8
2	Chatarra(acero)	Mina	3
3	Equipo de protección personal fuera de uso	Todas las áreas	1.5
4	Cartón	Oficinas y almacén	1
5	PET(Tereftalato de polietileno)	Comedores	1.5
6	Pedacera de manguera de strupack	Servicios mina	600
7	Filtros de aire usados	Mantenimiento	200
8	Llantas usadas	Mantenimiento	10
9	Pedacera de cobre	Mantenimiento eléctrico	800
10	Equipo de cómputo en desuso	Oficinas	0.4
11	Cartuchos de toner usados	Oficinas	0.048

CONSULTA PÚBLICA

I.6.8. Superficies generales del Proyecto

En la Tabla 1. 7 se presenta un resumen de las superficies generales del Proyecto, desglosándose en superficies por desplante de construcciones, obras e instalaciones, así como la superficie de ocupación por tipo de vegetación, donde se evidencia que, debido a las actividades de particulares a este Proyecto, no se intervendrá ningún tipo de vegetación forestal adicional, [illegible] se incidirá en cuerpos de agua, zonas federales, o marítimas terrestres.

Tabla 1. 7. Superficies generales del Proyecto

Concepto	Superficie (ha)	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto (San Ignacio)	**19.90[illegible] ha**	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	**14.8698 ha**	
Contrapozo #1	0.0049	
Contrapozo #2	0.003	
Contrapozo #3	0.0035	
Contrapozo #4	0.0144	
Contrapozo #5	0.068	
Contrapozo #8	0.04	
Compresor de aire #1	0.0082	
Compresor de aire #2	0.0057	
Área de reforestación #1	1.7599	
Área de reforestación #2	2.7856	
Área de reforestación #3	0.8014	
Área Reubicación Oficinas	0.0061	
Camino #1 Camino principal a caseta	0.3956	
Camino #2 Central de caseta a oficinas	0.3013	
Camino #3 Caseta a Bocamina	0.2009	
Camino área reforestación #3	0.0633	
Camino peatonal	0.0317	
Camino a contrapozo #4	0.0357	
Estacionamiento #3	0.0296	
Estacionamiento #2	0.0101	
Estacionamiento #1	0.1267	
Estacionamiento #4 (vehículos pesados)	0.0571	
Taller de mantenimiento	0.0425	
Oficina de Geología	0.0043	
Fragua (cuarto de barras)	0.0049	
Zona de logueo	0.0012	
Oficinas generales	0.0493	
Área de contratistas	0.0372	

CONSULTA PÚBLICA

Concepto	Superficie (ha)	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto (San Ignacio)	**19.9044 ha**	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	**14.8698 ha**	
Área médica	0.0062	
Baños y vestidores	0.052	
Almacén de refacciones	0.0046	
Almacén General	0.048	
Almacén temporal de residuos peligrosos	0.0075	
Almacén temporal de residuos de manejo especial	0.01	
Caseta principal	0.0036	
Tepetatera #1	0.32	
Tepetatera #2	.5787	
Tepetatera #3	1.2633	
Tepetatera #4	2.6649	
Fosa séptica # 1	0.0045	
Fosa séptica #2	0.0041	
Bocamina y patio de maniobras	0.1165	
Camino peatonal a Bocamina	0.0378	
Oficina de pueble	0.0475	
Zona de reubicación de cactáceas	0.264	
Área de reubicación	0.0498	
Subestación Eléctrica	0.0092	
Pileta de agua de laboreo	0.024	
Despachador de Diesel	0.0142	
Transformador	0.0065	
Acometida #1	0.0537	
Cuarto de lavado	0.0081	
Filtro de aceite (fosa de decantación)	0.0059	
Cuarto de control Ore Sorter	0.0125	
Ore Sorter	0.2515	
Área de maniobras tepetatera #3	0.0931	
Superficie por intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	**0**	
Superficie total de vegetación	**Existente (ha)**	**Por afectar (ha)**
	2.7759	
Superficie de vegetación forestal total	2.7759	2.7759
Superficie por cada tipo de vegetación forestal	**Existente (ha)**	**Por afectar (ha)**
Pastizal inducido	0.6345	0.6345
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	0.7566	0.7566
Selva baja caducifolia	1.2794	1.2794

CONSULTA PÚBLICA

Concepto	Superficie (ha)
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto (San Ignacio)	**19.9044 ha**
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	**14.8698 ha**
Superficie de incidencia en cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	**0**
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	**0**
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítima Terrestre (temporal y/o permanente)	**0**

CONSULTA PÚBLICA

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO

En el presente Capítulo se describe un análisis de los diferentes ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan al desarrollo del Proyecto. 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, normas oficiales mexicanas, 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.

El Proyecto consiste en la integración de todas las obras y actividades de la operación actual de la mina San Ignacio, a través de la formación de una solo Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), lo cual permitirá dar continuidad a las obligaciones ambientales autorizadas previamente por la SEMARNAT, así como las nuevas que se deriven de este Proyecto.

II.1. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es el organismo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), encargado de garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental federal en México. Su misión es proteger la biodiversidad, los recursos naturales y la salud humana mediante la inspección, vigilancia y sanción de actividades que generen daños ambientales.

El 12 de noviembre de 2024, la Oficina de representación de Protección Ambiental de la PROFEPA en el estado de Guanajuato, emitió la orden de inspección **PFPA/18.2/3S.1/0032/0052/24-OI-GUANAJUATO**, dirigida a la promovente, Minera Mexicana El Rosario, para llevar a cabo una visita de inspección ordinaria con el objeto de verificar física y documentalmente que el establecimiento sujeto a inspección, haya dado cumplimiento con sus obligaciones ambientales en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En cumplimiento de dicha orden de inspección, el 12, 13, y 14 de noviembre de 2024, PROFEPA practicó la visita de inspección a la promovente, resultando así en el acta de inspección número **PFPA/18.2/3S.1/0032/0052/24-AI-GUANAJUATO**, mediante la cual se circunstanciaron hechos u omisiones presuntamente constitutivos de infracciones a la legislación ambiental aplicable a la materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En dicha acta se le hizo saber a la inspeccionada que debía, en un plazo de cinco días hábiles a partir de esta misma, presentar observaciones y pruebas relacionadas con la visita de inspección.

Posteriormente, el 11 de noviembre de 2025, PROFEPA en su oficina de representación del estado de Guanajuato, emitió el acuerdo de EMPLAZAMIENTO AE/77/25 por el que se instauró un procedimiento administrativo en contra de la promovente, por los hechos u omisiones circunstanciados en el acta de inspección, otorgándole un plazo de quince días hábiles para ofrecer pruebas y realizar las manifestaciones convenientes:

CONSULTA PÚBLICA

- 07/04/2026, PROFEPA realiza verificación de cumplimiento de medidas mediante la orden. Orden de inspección No. PFPA/18.1/3S.1/00028-26-OI-GUANAJUATO **(Anexo General G)**.

Por consiguiente, el 18 de mayo de 2026, se puso a disposición de la inspeccionada (promovente), actuaciones que integrarían al expediente en que se actuó para la formulación de alegatos, notificado así el 19 de mayo del mismo año. Mediante la publicación realizada el 26 de mayo de 2026, se hizo del conocimiento a la promovente el cierre de dicho periodo de alegatos.

Por último, el 03 de junio de 2026 se emitió la resolución del emplazamiento del Oficio N° PFPA/18.2/3S.1/0032/0052/24 (**Anexo General E**), en el cual se determinó que **resultó procedente la imposición de sanciones administrativas conducentes**, por las fracciones cometidas de acuerdo con la normatividad ambiental en materia de residuos peligrosos; por lo que en términos del artículo 107 de la Ley General de la Ley General de Equilibro Ecológico y la Protección al Ambiente, se analiza, entre otras consideraciones, lo siguiente:

- *La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., no exhibe la modificación de su resolutivo en materia de Impacto Ambiental en donde se incluyan las áreas como: Oficinas de geología, Cuarto de fabricación de barras de almacén, área de lavado de transporte, área de decantación de agua, instalaciones de operación de la maquina Ore Sorter, así como el equipo de Ore Sorter, por lo cual la presenta medida a verificar.*

En consecuencia, PROFEPA sanciona a la promovente e insta a dar cumplimiento a la medida correctiva ordenada en el considerando VII de la resolución, en los términos y plazos indicados.

II.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

A continuación, se describe la vinculación del Proyecto con los Artículos aplicables de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental, seguido de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Tabla 2. 1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Criterio	Vinculación con el proyecto
Artículo 5, XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, substancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.	El Proyecto conlleva actividades de índole minera, por lo que es facultad de la SEMARNAT y autorización de esta actividad a través de la evaluación una Manifestación de Impacto Ambiental.
Art. 15, IV (Fracción reformada DOF 24-04-2012). - 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	El Proyecto se integra a las actividades de explotación de minerales actual, para lo cual se aplicarán medidas preventivas, mitigación y compensación ambiental que permitirán mitigar y compensar los impactos ambientales del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio	Vinculación con el proyecto
Artículo 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.	Las actividades del Proyecto entran en los supuestos de la fracción III) y VII) del artículo 28, en cuanto pretenden el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Es así como requiere autorización previa en materia de impacto ambiental, la cual se solicita mediante la presente MIA y Cambio de uso de suelo para su ejecución el cual será solicitado en otro estudio.
Artículo 30 (Artículo reformado DOF 13-12-1996). - Para obtener la autorización (...), los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, (...)	De acuerdo con el Artículo 30, la presente MIA, elaborada conforme a la guía de SEMARNAT, cubre los requisitos básicos para la evaluación del Proyecto en materia de impacto ambiental.
II.- La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas	II.- Como parte de las medidas de mitigación del Proyecto, se continuarán realizando actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna existente, reforestación y reubicación de especies, con base en los procedimientos que se han llevado a cabo dentro de la Mina.
Art. 109, Las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.	El desarrollo del Proyecto se llevará a cabo con base en la normatividad aplicable en materia de Impacto ambiental, descrito en el presente Capítulo.

II.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Tabla 2. 2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA-MEIA)

Criterio	Vinculación con el proyecto
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. I. *Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo;* O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	El Proyecto implica actividades de apoyo para la extracción de minerales reservados a la federación. Estas obras se relacionan con lo dispuesto en el artículo 5, inciso L), numeral *I*, al ser obras de explotación de minerales reservados a la federación, así como su infraestructura de apoyo por lo que es aplicable dentro de las consideraciones vigentes en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente y su relación con las disposiciones actuales en la Ley de Minera. Además, para el desarrollo de las nuevas obras propuestas será necesario realizar actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por lo que se tiene vinculación con el inciso O) para la presentación del trámite correspondiente.

CONSULTA PÚBLICA

Criterio	Vinculación con el proyecto
Art. 9.- La Información que contenga la MIA deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del Proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo.	La presente MIA atiende a las recomendaciones para la elaboración de este tipo de documentos e identifica los aspectos más relevantes del Proyecto y su vinculación con los componentes ambientales en el sitio donde pretende desarrollarse; asimismo, con base en este artículo, la identificación, evaluación y descripción de los potenciales impactos ambientales que pudiera generar el proyecto se centrará en aquellos con mayor relevancia, considerándolos como los impactos principales, para los cuales se proponen medidas específicas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental.
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	En caso de que SEMARNAT solicite una fianza o contratación de un seguro ambiental, Minera Mexicana El Rosario S. A. de C.V. realizará los trámites necesarios para obtener de las garantías que procedan.

II.4. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para 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 mineras.

El POEGT, publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012, es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación, estableciendo para ello lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

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 mineras. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes; asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Para el análisis del Proyecto respecto al POEGT, se tomó como base el área del Proyecto, que se localiza dentro de la Región Ecológica con clave 18.8 y específicamente dentro de la Unidad

CONSULTA PÚBLICA

Ambiental Biofísica (UAB) identificada con el número 44, denominada Sierras y Llanuras del norte de Guanajuato, la cual indica que tiene por política ambiental Restauración y aprovechamiento sustentable y que los sectores rectores del desarrollo son la Agricultura y la preservación de flora y fauna, mientras que la ganadería y minería aparecen como coadyuvantes del desarrollo.

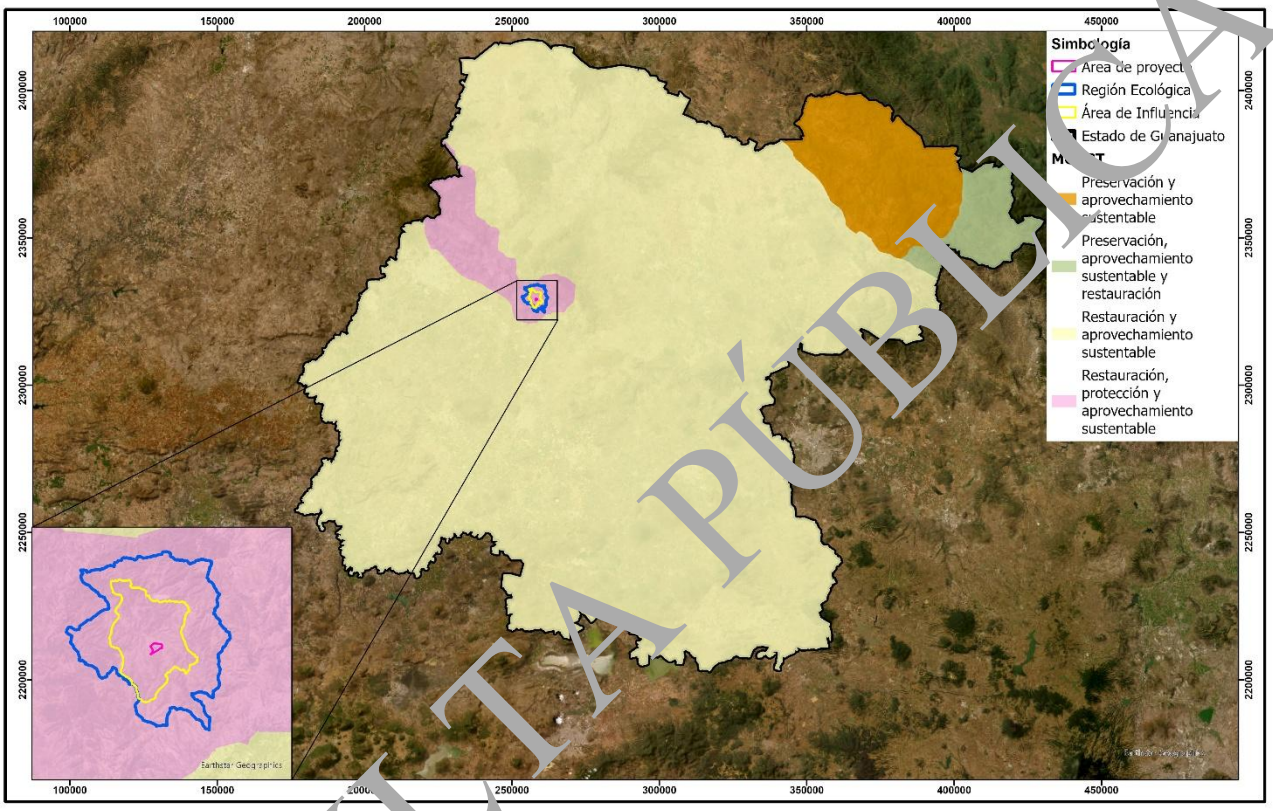


Figura 2. 1. Ubicación del Sistema Ambiental del Proyecto dentro del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (MOEGT)

Tabla 2. 3. Localización del proyecto dentro del POEGT

Unidad Ambiental Biofísica	**44. Sierras y llanuras del norte de Guanajuato**
Localización	**Norte de Guanajuato y sur de San Luis Potosí**
Política Ambiental	**Restauración y 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.
Estado del Medio Ambiente (2008)	**Inestable. Conflicto Sectorial Alto.** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Muy alta degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (Hab/km^2): Media. El uso de suelo es Agrícola y Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 71.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica

CONSULTA PÚBLICA

Unidad Ambiental Biofísica	**44. Sierras y llanuras del norte de Guanajuato**	
	municipal. Medio 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.	
Escenario al 2033	44 y 130. Crítico	
Prioridad de atención	Media	
Rectores del desarrollo	Agricultura, Preservación de Flora y Fauna	
Coadyuvantes de desarrollo	Ganadería - Minería	
Asociados del desarrollo	Poblacional	
Estrategias de la UAB 44		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		**Vinculación con el Proyecto**
A) Preservación	1. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El desarrollo del Proyecto será dentro del margen de la legislación y normativa ambiental actual, lo cual garantizará la protección de los ecosistemas, además se contempla un Plan de Vigilancia Ambiental que integrará las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales que generará el presente proyecto durante su primera etapa.
	2. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de ningún tipo de recurso forestal para su desarrollo.
	3. Valoración de los servicios ambientales.	El presente documento incluye la caracterización de los componentes ambientales presentes en las áreas de interés Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área de Proyecto.
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El presente Proyecto no contempla actividades relacionadas con este punto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento agrícola o pecuario.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El Proyecto no supone el uso o aprovechamiento de superficies agrícolas o hidroagrícolas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	Los servicios ambientales serán valorados antes, durante y posterior a cada actividad del Proyecto mediante la concientización ambiental a través de cursos a cada persona involucrada en el Proyecto in situ, de igual manera se contemplan medidas específicas en pro de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas presentes en la zona.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	El desarrollo del Proyecto será dentro del margen de la legislación y normativa

CONSULTA PÚBLICA

Unidad Ambiental Biofísica	44. Sierras y llanuras del norte de Guanajuato	
		ambiental actual, lo cual garantizará la protección de los ecosistemas.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El desarrollo del presente Proyecto no contempla el uso de ningún tipo de biofertilizante en ninguna de sus etapas.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se considera dentro de los lineamientos para el abandono, restitución y restauración de las áreas ocupadas y afectadas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El Proyecto contempla el uso de insumos de esta área, este se alineará a lo dispuesto en la presente estrategia.
		Toda obra y/o actividad del Proyecto será en apego a la legislación y normativa ambiental actual aplicable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El Proyecto no contempla actividades de este tipo, sin embargo, las actividades se realizarán en total observancia de la legislación correspondiente y realizarán actividades de conservación de agua.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El Proyecto no contempla actividades de este tipo, sin embargo, las actividades se realizarán en total observancia de la legislación correspondiente y realizarán actividades de conservación de agua.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	La realización del Proyecto resultará en la optimización de los recursos energéticos renovables que ya presentan un crecimiento considerable en la región, con lo que se apegará a la presente estrategia.
F) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Las obras y actividades del Proyecto no tienen relación con este punto directamente. Aunque se tienen medidas como las de contratación de personal local, que benefician indirectamente.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	El Proyecto generará empleos directos e indirectos, fomentando el acceso de fuentes de ingreso.
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Las actividades del presente Proyecto no contemplan los usos descritos en esta estrategia.
	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.	Las actividades del presente Proyecto no contemplan los usos descritos en esta estrategia.

CONSULTA PÚBLICA

Unidad Ambiental Biofísica	44. Sierras y llanuras del norte de Guanajuato	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El Proyecto generará empleos directos e indirectos, sin distinguir género, etnia, etc., buscando la integración de grupos vulnerables en la dinámica del desarrollo nacional.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El Proyecto brindará actualizaciones y capacitaciones al personal para el desarrollo de mejores capacidades.
	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.	Las actividades del presente Proyecto no contemplan los usos descritos en esta estrategia.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Las actividades del presente Proyecto no contemplan los usos descritos en esta estrategia.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El desarrollo del Proyecto va de la mano con la sociabilización y en respeto de las leyes ejidales correspondientes.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Las actividades del presente Proyecto no contemplan los usos descritos en esta estrategia.
	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.	Las actividades del presente Proyecto no contemplan los usos descritos en esta estrategia.

Aun cuando el POEGT no es un instrumento vinculatorio que autorice o prohíba el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, el Proyecto es congruente con las políticas ambientales decretada para el sitio. El desarrollo del Proyecto considera fundamental respetar las normas y reglamentos establecidos en materia de ordenamiento ecológico, para así reducir los impactos generados por las actividades a realizar en cada una de sus etapas.

II.5. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Guanajuato (PED 2040)

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET) de Guanajuato, con visión al año 2040, constituye el instrumento rector de la planeación espacial en el Estado. Su naturaleza es distintiva a nivel nacional, ya que logra la convergencia de dos agendas tradicionalmente separadas: el desarrollo urbano y la protección del equilibrio ecológico.

CONSULTA PÚBLICA

Este programa tiene como objetivo principal establecer las directrices para el aprovechamiento sustentable del territorio, garantizando que las actividades productivas y la infraestructura estratégica se desarrollen en armonía con la preservación de los servicios ecosistémicos y la resiliencia ante el cambio climático.

El PEDUOET se fundamenta en el Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio (MOST), el cual organiza la geografía estatal en Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT). Cada unidad cuenta con políticas específicas (Protección, Conservación, Restauración o Aprovechamiento) y un cuerpo de criterios normativos que regulan las actividades permitidas y condicionadas.

A continuación, se presenta el análisis de vinculación del proyecto con respecto a la UGA 237, sitio en el que inciden las obras y actividades previstas, evaluando el cumplimiento de sus criterios ambientales y territoriales específicos.

Tabla 2. 4. Vinculación del Proyecto con el PEDUOET

UGA 237– Conservación de ecosistemas y recuperación de zonas degradadas		
Política ecológica: Conservación		**Política territorial**: Mejoramiento
Actividades compatibles: Agricultura de temporal, Ganadería extensiva, Forestal maderable, Forestal no maderable, Turismo alternativo, Infraestructura puntual, Infraestructura lineal, Proyectos de energía eólica, Minería no metálica de alta disponibilidad, **Minería metálica**, Sitio de disposición final		
Actividades incompatibles: Acuacultura, Agricultura de riego, Agricultura de humedad, Agroindustria, Ganadería intensiva, Turismo convencional, Asentamientos humanos rurales, Asentamientos humanos urbanos, Infraestructura de área, Proyectos de energía solar, Industria ligera, Industria mediana, Industria pesada, Minería no metálica de baja disponibilidad		
ID	**Criterio**	**Vinculación con el Proyecto**
Ifp01	Solo se permitirá la instalación de obras de infraestructura siempre y cuando no tengan efectos negativos que modifiquen la estructura o alteren las funciones de los ecosistemas o recursos naturales.	Conforme a la estimación de los potenciales impactos ambientales que se pueden presentar con el desarrollo del Proyecto, NO SE ESTIMAN afectaciones adversas que puedan ocasionar daños al ambiente o que modifiquen las funciones de los ecosistemas o recursos naturales en el área del Proyecto.
Ifr02	Para la instalación de cualquier proyecto de infraestructura, dentro de las consideraciones para la mitigación del impacto ambiental del resolutivo, se deberá considerar que el promovente recupere en los predios de compensación en un período no mayor a cinco años un equivalente del total de biomasa forestal que será removido por el proyecto. Las especies utilizadas deberán ser nativas.	Una vez finalizada la vida útil de la UM San Ignacio se llevarán a cabo diversas acciones de cierre y restauración en el sitio.

CONSULTA PÚBLICA

UGA 237– Conservación de ecosistemas y recuperación de zonas degradadas		
Ifl06	Los proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGAT deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, de recarga y para la preservación del patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural.	El área seleccionada para el establecimiento del Proyecto NO SE ENCUENTRA enmarcada en alguna de estas áreas de importancia bajo el Modelo de Ordenamiento de Guanajuato, siendo que el Proyecto se encuentra inmerso en su totalidad en las actividades de índole Minera previamente existentes en la zona, por lo que no contraviene en lo determinado en este criterio.
Ifl13	Los Proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación deberán contar con un proyecto integral hídrico que evalúe la factibilidad del suministro de agua potable sin que implique una sobre explotación de los acuíferos.	De acuerdo con las actividades de una de las obras del Proyecto, específicamente del cuarto de lavado de vehículos para la Unidad la promovente hará uso del suministro de agua propio de los procesos y actividades de la Unidad Minera San Ignacio, sin que ello implique el uso de los acuíferos existentes en la zona.
Ifl14	Se deberá realizar un estudio para la evaluación de la factibilidad de cada proyecto de infraestructura, que incluya factores geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos, impacto social y de riesgos, que permitan determinar la infraestructura necesaria para la mitigación de riesgos.	Previo a la presentación de esta MIA-R se llevaron a cabo distintos análisis, estudios, estimaciones y demás evaluaciones necesarias para poder determinar el estado ambiental del sitio y así poder desarrollar ingenierías adecuadas y seguras para el área seleccionada cumpliendo con lo establecido en este criterio.
Ifl16	Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán difundirse a las comunidades rurales o localidades involucradas según corresponda.	El promovente desarrollará y presentará ante la autoridad competente la correspondiente Evaluación de Impacto Social, la cual actualmente se encuentra en evaluación a la espera de la resolución correspondiente.
Mim05	En las vías de acceso a las actividades mineras, se respetará una franja de amortiguamiento de 50 metros como mínimo hacia el interior del predio en todo el perímetro. Esta franja en caso de no contar con vegetación forestal deberá forestarse con especies nativas de la región, estableciendo un programa de duración de 20 años a fin de garantizar la supervivencia de los individuos plantados y reemplazando aquellos que perezcan.	Al encontrarse inmersas dentro del contexto operativo de la UM San Ignacio, las obras del Proyecto se acotan a lo descrito en el presente criterio al permitir una franja de amortiguamiento hacia el interior del Predio de acuerdo con las medidas y actividades de mejoramiento ambiental que realiza la promovente.

CONSULTA PÚBLICA

UGA 237– Conservación de ecosistemas y recuperación de zonas degradadas		
Mim09	Las actividades mineras y de beneficio de minerales deberán presentar y obtener la aprobación de su plan de manejo de residuos de acuerdo con la normativa oficial vigente NOM-157-SEMARNAT-2009 y lo establecido en los criterios de regulación ecológica de cada UGAT. No se permitirá la operación de empresas mineras que no cuenten con su plan de manejo de residuos aprobado por la autoridad correspondiente.	La empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Minero-Metalúrgicos, así como con los Programas para el Manejo de Residuos Peligrosos y No Peligrosos, vigentes para el Proyecto San Ignacio. Por lo anterior, se considera que el Proyecto cumple con lo establecido en el presente criterio.
Mim13	La infraestructura minera que tenga acceso a superficie, como pozos de ventilación, relleno o servicios deberán ser protegidos para evitar el ingreso de fauna al interior de la mina.	Todas y cada una de las obras propuestas en el presente Proyecto se encuentran correctamente delimitadas y dentro del contexto operativo de las demás obras de la unidad, por lo que no será posible el ingreso de fauna de baja movilidad a las mismas. De ser el caso, se cuenta con programas de rescate y ahuyentamiento de fauna de alta movilidad cuando estas por sus características puedan encontrarse en las inmediaciones de las obras del Proyecto.

Conforme al análisis realizado del Proyecto y sus obras y actividades con respecto al PMDUOET, se puede determinar que el Proyecto no contraviene ni contradice lo establecido en los distintos criterios establecidos en mismo, que son vinculantes o aplicables con las obras y actividades solicitadas en materia de impacto ambiental, cumpliendo de manera adecuada con lo establecido en el Programa.

II.6. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial para Guanajuato (PMDUOET 2050)

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Guanajuato se elaboró con un principal enfoque de participación social, con participación en las etapas para definir las Agendas Ambientales y Urbano-Territoriales, a través de encuestas; la caracterización y Diagnóstico a través de encuestas y seis talleres territoriales en diferentes polos de desarrollo del municipio con cartografía participativa y arboles de problemas, así como un taller de expertos para jerarquizar los temas críticos y el taller de planeación 2050 para generar la imagen objetivo; el Modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio.

El Programa integra los planteamientos derivados de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo urbano, y además integra lo establecido en el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato (CTEMG), así como en leyes, reglamentos e instrumentos que inciden en el territorio municipal.

El programa busca promover el desarrollo sostenible del territorio municipal, mediante la orientación y regulación de las dinámicas territoriales, permitiendo un comportamiento equilibrado de todos los procesos medioambientales, sociales, económicos, del medio físico transformado y de

CONSULTA PÚBLICA

la administración pública, protegiendo los recursos naturales, fortaleciendo la planeación participativa, fomentando el desarrollo sostenible, y asegurando el crecimiento ordenado que respete el derecho a la ciudad y el acceso equitativo a los servicios, logrando de esta manera un municipio resiliente, participativo y sustentable.

La elaboración del modelo del Programa tomó como base el Modelo de ordenamiento Sustentable del Territorio (MOST), del vigente programa estatal, adecuando los límites en las UGAT urbanas y las aledañas, las cuales son las que tienen mayor dinamismo, complementándose con la realidad particular del municipio. Este mismo se divide en 42 UGAT, y en cada una se designó una política ambiental general y una o varias políticas territoriales. De manera específica, el Proyecto se encuentra inmerso dentro de la UGAT N° 24, la cual cuenta con una superficie de 15,691.98 ha. De acuerdo con el instrumento de ordenamiento territorial aplicable, esta unidad presenta una política ambiental de Conservación y una política territorial de Mejoramiento.

Aunado a lo anterior, para la ejecución de dicho programa, se consideran cinco ejes estratégicos a ser abordados por los Proyectos que se desarrollen en el municipio; particularmente, el Proyecto se apega a los siguientes ejes y líneas estratégicas:

Tabla 2. 5. Ejes estratégicos y estrategias específicas derivadas del PMDUOET, y su vinculación con el Proyecto

Eje estratégico	Estrategias	Vinculación al Proyecto
1. El agua y la sustentabilidad ambiental como elementos rectores de desarrollo municipal	1.3. Programas de educación ambiental y sensibilización sobre la importancia de la conservación del agua, de las áreas de conservación natural y de recarga de mantos acuíferos.	El Proyecto propone medidas de mitigación, compensación, restauración y prevención, de entre las que se propone la capacitación al personal que labore en el Proyecto, en donde, entre otros temas, se impartirán cursos de educación ambiental.
3. Desarrollo económico local, sustentable y ligado al territorio	3.3. Fortalecimiento de la educación técnica y profesional orientada a las necesidades locales.	El Proyecto propone medidas de mitigación, compensación, restauración y prevención, de entre las que se propone la capacitación al personal que labore en el Proyecto, en donde, entre otros temas, se impartirán cursos de educación ambiental.
	3.4. Incentivos para la diversificación económica y la innovación en sectores estratégicos, además de la promoción de facilidades en la apertura de giros comerciales y de servicios estratégicos enfocados en la economía local.	Las obras del Proyecto con la operación de la Unidad Minera fomentarán el crecimiento económico de la región, alineándose con la presente estrategia.

Asimismo, el Programa toma en cuenta criterios para la minería sostenible, al ser una actividad de gran impacto en el territorio. Los criterios y medidas enlistadas en la siguiente Tabla buscan asegurar que se cumplan las normas federales para la explotación del subsuelo y se relacionan directamente con las obras y actividades del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 2. 6. Compatibilidad y medidas adicionales para la actividad minera dentro del PMDUOET y su vinculación con el Proyecto

Actividad	UGAT Restauración	UGAT Conservación	UGAT Protección	Medida adicional	Vinculación al Proyecto
Exploración directa conforme a NOM 120 (barrenación, zanjas, pozos)	Permitida sin afectar zonas restauradas	Permitida sin abrir brechas o caminos nuevos; plazas de barrenación no mayores a 30 m2	Permitida sin abrir brechas o caminos nuevos; plazos de barrenación no mayores a 30 m2	La superficie afectada debe compensarse 1 a 1	El Proyecto no se vincula directamente a esta actividad, al no considerar actividades de exploración en ninguna de sus obras o etapas.
Exploración directa conforme a NOM 120 (socavones o rampas)	Permitida sin afectar zonas restauradas	Permitida sin abrir caminos mayores a 5 m y compensando el ecosistema determinado como actividad determinante en la UGAT correspondiente de manera previa, en relación 2 a 1 la superficie a afectar	Permitida sobre brechas existentes sin abrir caminos mayores a 5 m y compensando el ecosistema determinado como actividad dominante en la UGAT correspondiente de manera previa, en relación 3 a 1 la superficie a afectar	Los caminos por abrir deberán realizarse buscando minimizar los diseño a al ecosistema y que puedan servir como brechas cortafuegos	El Proyecto no se vincula directamente a esta actividad, al no considerar actividades de exploración en ninguna de sus obras o etapas.
Explotación minera (socavón, rampa, etc)	Permitida sin afectar zonas restauradas; la compensación debe ser 1 a 1.5 conforme a la actividad dominante de la UGAT correspondiente	Sólo se permite si se asegura la conservación del porcentaje de la actividad dominante (lineamiento ecológico) realizando compensaciones previas con una temporalidad igual a la vida útil del proyecto	No permitida	Programa de compensación durante la vida útil del proyecto	Si bien las obras del Proyecto fungen como Apoyo para las actividades de explotación de la Unidad, por sí mismas no vinculan esta actividad al presente Proyecto

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	UGAT Restauración	UGAT Conservación	UGAT Protección	Medida adicional	Vinculación al Proyecto
Infraestructura minera (pozos de ventilación, tepetateras, servicios)	Permitida sin afectar zonas restauradas	Permitida sin abrir brechas o caminos nuevos; área de ocupación no mayores a 30 m	Permitida sin abrir brechas o caminos nuevos; área de ocupación no mayor a 30 m	Compensar el 1.2 de la superficie afectada	Las obras de apoyo que conforman al Proyecto no requerirán de la conformación de brechas o caminos, ni afectarán zonas restauradas, por lo que se acota a lo estipulado en la presente actividad
Beneficio de minerales (planta de beneficios)	Permitida sin afectar zonas restauradas	No permitida. Solo se permite infraestructura existente	No permitida	Especificar si se establece una medida adicional	Las obras y actividades del Proyecto no suponen el beneficio directo de minerales por sí mismas, siendo que constan de actividades de apoyo para el proceso operativo de la Unidad Minera; por lo anterior, el Proyecto no se vincula directamente a esta actividad
Excavaciones subterráneas sin afectación superficial	Solo se permite asegurando la no desecación de flujos de agua superficiales y el abatimiento de mantos acuíferos	Solo se permite asegurando la no desecación de flujos de agua superficiales y el abatimiento de mantos acuíferos	Sólo cuando se permite asegurando la no desecación de flujos de agua superficiales y el abatimiento	Realizar estudios previos y de monitoreo para prevenir desecación de flujos de agua superficiales, así como	Si bien las obras del Proyecto fungen como Apoyo para las actividades de explotación de la Unidad, por sí mismas

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	UGAT Restauración	UGAT Conservación	UGAT Protección	Medida adicional	Vinculación al Proyecto
			de mantos acuíferos	abatimiento de mantos acuíferos.	no vinculan esta actividad al presente Proyecto

Conforme al análisis realizado del proyecto, así como sus obras y actividades con respecto al PMDUOET, se puede determinar que el Proyecto no contraviene ni contradice lo establecido en sus distintos criterios, que son vinculantes o aplicables con las obras y actividades solicitadas en materia de impacto ambiental, cumpliendo de manera adecuada con lo establecido en el Programa.

II.7. Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano

II.7.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo es el documento rector donde se manifiesta de forma general y coordinada, metas, estrategias, objetivos nacionales y las prioridades que durante la administración deberán regir la acción del gobierno. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025, se basa en Ejes Generales y Ejes Transversales.

Los Ejes Generales se dividen en tres, los cuales son:

I. Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
II. Desarrollo con bienestar y humanismo.
III. Economía moral y trabajo.
IV. Desarrollo sustentable.

Los Ejes Transversales se dividen en tres, los cuales son:

III. Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
IV. Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
V. Derechos de las comunidades indígenas y afroamericanas.

El resultado de la aplicación de estos ejes es hacer de México un país más próspero, justo e incluyente para todas y todos los mexicanos.

Objetivos/criterios vinculantes con el Proyecto:

- **Objetivo 4.1.** Fortalecer la seguridad y la soberanía energética, promoviendo la autosuficiencia con un enfoque sustentable que garantice el acceso equitativo a la energía y reduzca la dependencia del exterior.

    - **4.1.1.** Impulsar la innovación y la formación de talento especializado para fortalecer el sector energético con tecnología de vanguardia.

CONSULTA PÚBLICA

- **Objetivo 4.2.** Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.

    - **4.2.1.** Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental.

    - **4.2.2.** Impulsar proyectos de generación de energías limpias en coordinación con ejidos y comunidades, alineados con los compromisos internacionales de México, para mitigar el cambio climático.

    - **4.2.3.** Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental.

- **Objetivo 4.3.** Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.

    - **4.3.1.** Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.

    - **4.3.3.** Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente.

    - **4.3.4.** Fortalecer las medidas de prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población y preservar un medio ambiente sano.

    - **4.3.7.** Promover mecanismos de mitigación de daños ambientales y a la salud mediante un marco normativo que regule la gestión de sustancias químicas y la creación de infraestructura.

- **Objetivo 4.4.** Garantizar el acceso equitativo a la energía para las poblaciones y regiones con problemas de suministro, promoviendo su inclusión e integración al desarrollo energético sustentable.

    - **4.4.1.** Desarrollar esquemas que amplíen el acceso a la energía en comunidades y regiones con pobreza energética, garantizando un suministro confiable, asequible y sustentable.

CONSULTA PÚBLICA

- **Objetivo 4.5.** Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa.

    - **4.5.1.** Frenar la perdida y la degradación de los ecosistemas naturales, abordando y eliminando sus causas principales.

    - **4.5.4.** Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente.

    - **4.5.9.** Desarrollar instrumentos de planificación territorial con enfoques transversales de conservación ecológica, que mitiguen el impacto ambiental y la pérdida de biodiversidad derivados de las actividades productivas, la expansión de infraestructura y el crecimiento de los asentamientos humanos.

    - **4.5.10.** Fomentar la conservación de la propiedad social en ejidos y comunidades agrarias con alto valor ecológico, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad.

Cumplimiento del Proyecto

Todas las actividades planteadas en el presente Proyecto se desarrollarán dentro de los lineamientos citados, el Proyecto se encontrará afín con los Ejes Generales; Bienestar, y Desarrollo Económico, así como con el Eje Transversal de Territorio y desarrollo sostenible, los cuales buscan el bienestar social y el desarrollo económico.

El Proyecto no contraviene con los objetivos/criterios presentados anteriormente; por el contrario, propiciará la generación de empleos nuevos, y aplicará criterios de protección ambiental mientras realiza la extracción de minerales, lo que se verá traducido en la promoción del comercio nacional e internacional y en estricto apego a la normatividad ambiental en México.

II.8. Decretos y Programas de conservación

Las Áreas Naturales Protegidas son un instrumento de política ambiental para la conservación de la biodiversidad, por tal razón, se realizó una consulta al listado de La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para confirmar que dentro de la Región Ecológica donde se pretende realizar el Proyecto, tuviera o no incidencia sobre alguna área Federal, Estatal o Municipal; asimismo, 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 área donde se pretenden realizar las actividades del Proyecto tenga o no incidencia en una región prioritaria para la conservación de recursos, ya sea Terrestre (RTP), Hidrológica (RHP) o Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Para evidenciar estas aseveraciones, a continuación, se muestran varias Figuras con la ubicación de la Región Ecológica del Proyecto respecto a las áreas de protección y conservación de recursos más próximas.

CONSULTA PÚBLICA

II.8.1. Áreas Naturales Protegidas (Federales, Estatales y Municipales)

Conforme a los Artículos 44 y 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) las áreas naturales protegidas (ANP) son aquellas zonas en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, y por lo tanto se encuentran sujetas a regímenes a previstos en la propia LGEEPA y en otros ordenamientos aplicables. El establecimiento de las ANP tiene por objeto, entre otras cosas, preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos; así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.

En una revisión de la información digital (*Shp*) de la CONANP, se pudo determinar que dentro de la Región Ecológica delimitada para el Proyecto, incide un Área Natural Protegida de carácter estatal, siendo esta la denominada “Cerro del Cubilete”, ubicada en la zona suroeste de la RE y al oeste del Proyecto; sin embargo, de acuerdo a los impactos que se identifican para la realización del Proyecto y el área de Influencia de los mismos, no se espera que las obras y actividades supongan ninguna afectación a esta u otras ANP estatales. Asimismo, se tiene que en el Proyecto no se localiza ningún Área Natural Protegida de carácter federal o municipal, como mera referencia se hace mención del ANP federal más cercana es la denominada “Parque Nacional Gogorrón”, que se localiza en dirección norte del Área de Proyecto a aproximadamente 88 km de distancia en línea recta. (Figura 2. 2 y Figura 2. 3).

CONSULTA PÚBLICA

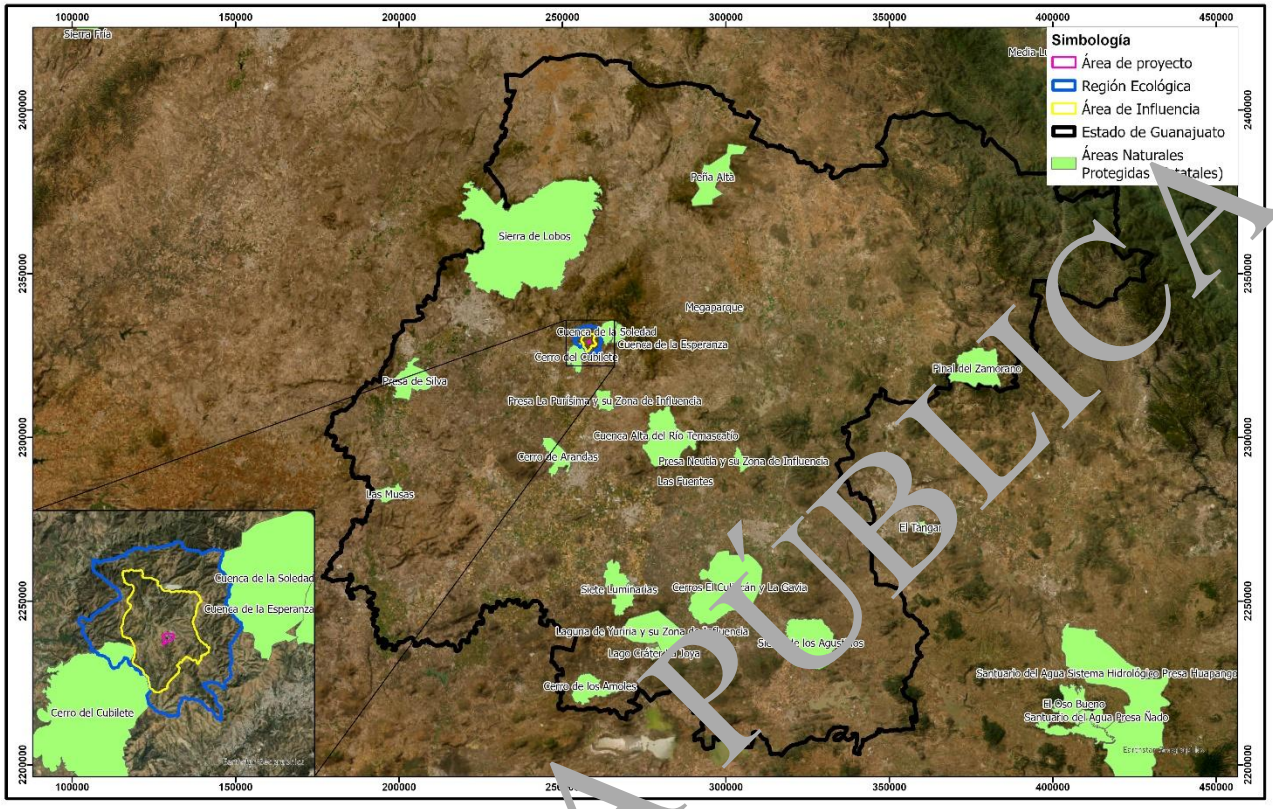


Figura 2. 2. Localización del Proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales

CONSULTA PÚBLICA

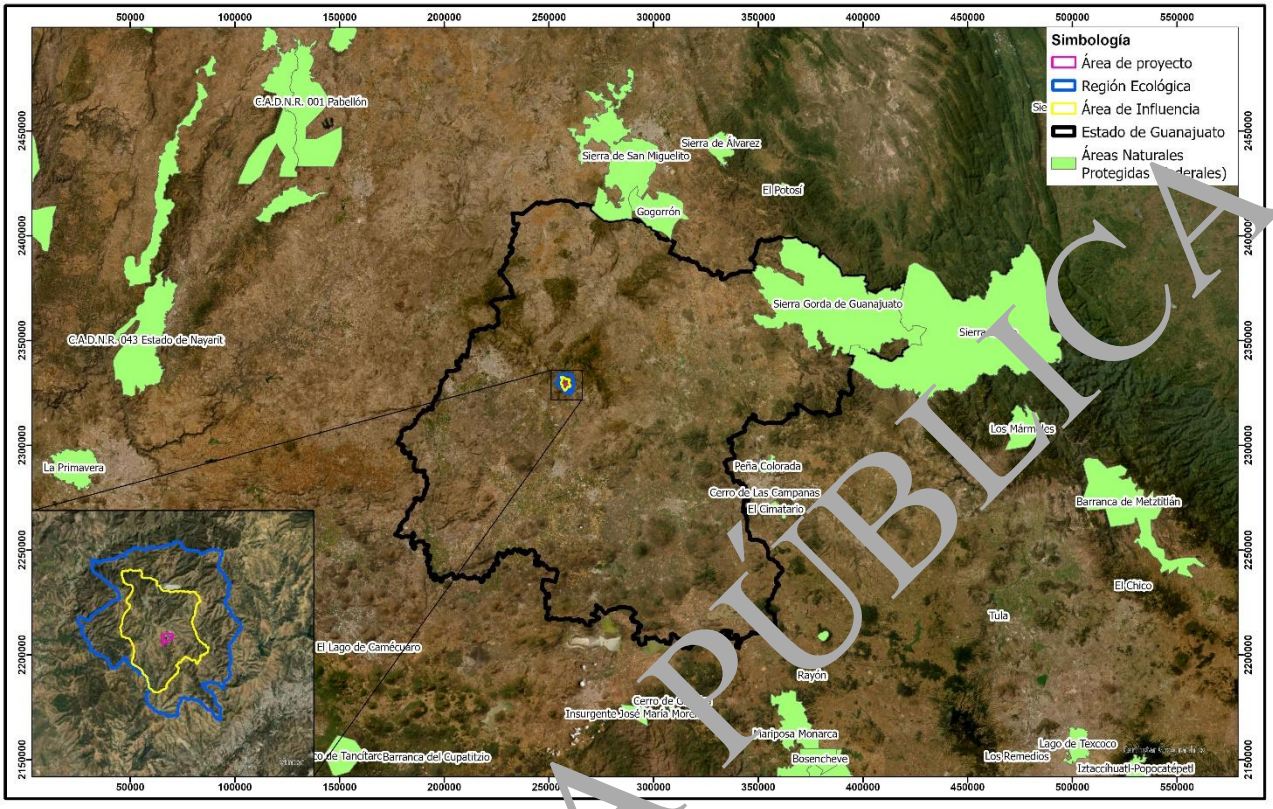


Figura 2. 3. Localización de la RE respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales

Dada la naturaleza del Proyecto y la distancia que existe entre éste y las ANP más cercanas, no se prevé que el desarrollo de las obras y actividades propuestas pueda poner en riesgo alguno de los objetos de conservación de las ANP más cercanas, por tanto, el proyecto no interfiere con los procesos físicos, ambientales, ecológicos, entre otros, de las áreas con ambientes originales.

II.8.2. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son áreas naturales protegidas competencia de la Federación dedicadas a una función de interés público, y establecidas mediante un certificado emitido por la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por conducto la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

De acuerdo con la información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas de la CONANP, la Región Ecológica o el Área del Proyecto no se encuentra dentro de algún ADVC, siendo la más cercana la denominada “Santuario Cañada de la Virgen”, ubicada a 40.67 km en línea recta del Área del Proyecto, hacia el sureste; lo anterior se ve representado en la siguiente Figura 2. 4.

CONSULTA PÚBLICA

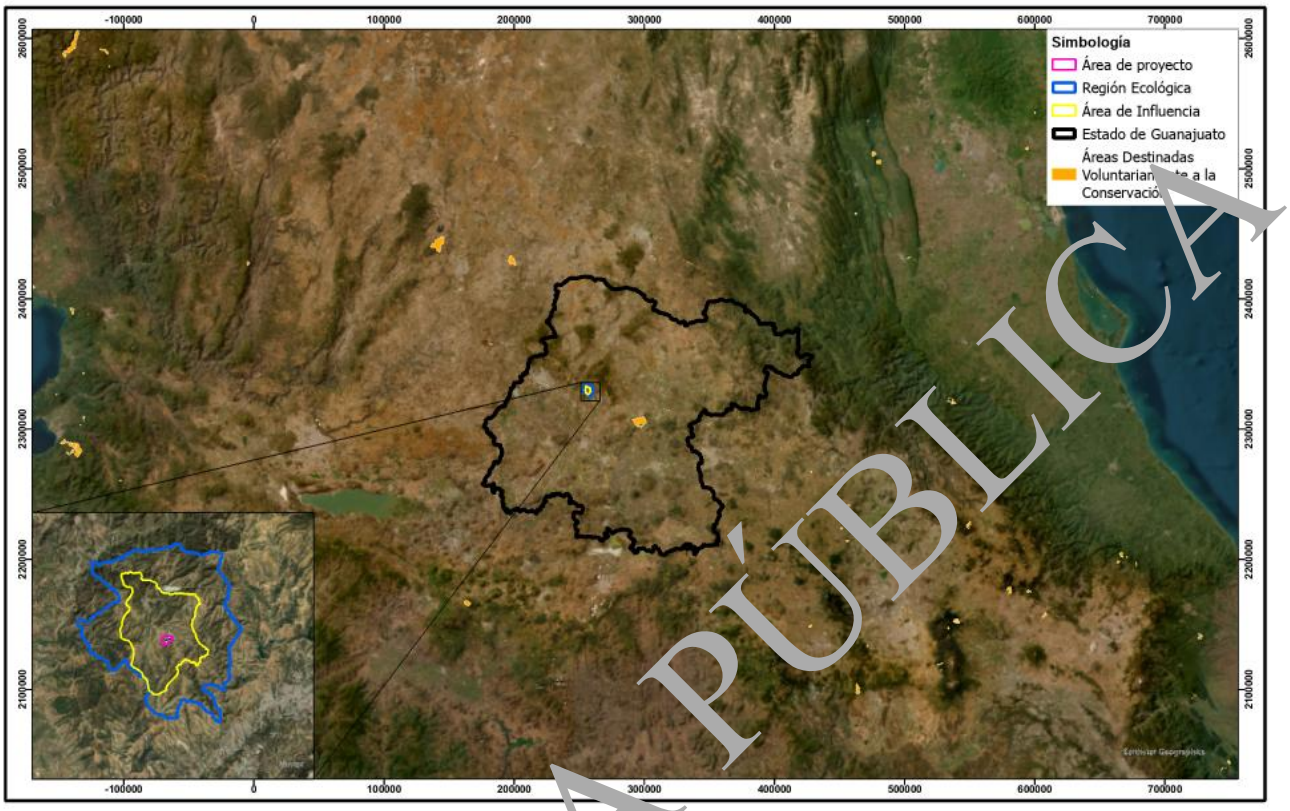


Figura 2. 4. Localización de la RE respecto a las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

II.8.3. Regiones Prioritarias (RHP, RTP, AICA, RAMSAR)

Tal como es descrito por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se impulsó un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad considerando los ámbitos terrestres (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México; para ello, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a riqueza de especies, presencia de organismos endémicos, y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. A través de este marco de planeación regional, la CONABIO pretende orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México (Portal CONABIO, Regionalización 2008).

En este contexto, las regiones prioritarias no son ordenamientos vinculatorios con base en los cuales se pueda restringir o negar un proyecto en materia de impacto ambiental. Sin embargo, como referencia para la descripción del entorno ambiental que envuelve al proyecto, se presentan a continuación las áreas prioritarias más cercanas al mismo.

CONSULTA PÚBLICA

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El área del Proyecto se localiza la Región Terrestre Prioritaria (RTP) identificada por CONABIO como "RTP-99 Sierras Santa Bárbara-Santa Rosa" la cual fue delimitada como un área de alta relevancia biológica y cultural. Es una región con predominancia de bosques de encino en la parte central y áreas de bosques de pino y de bosques de pino con vegetación secundaria rodeada por pastizales y agricultura de temporal en el resto de la región. Es las partes altas de la sierra se practica la minería. En los piedemontes se presenta bosque de encino con vegetación secundaria. La delimitación de esta RTP incluye la vegetación del bosque de encino y una pequeña porción de bosque de pino del norte de la Sierra de Santa Rosa; tiene una superficie de 1,436 km^2.

No obstante, el proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación en atención a los impactos ambientales que su desarrollo genere. Además, se proponen planes de manejo específico para cada uno de los componentes bióticos y abióticos impactados con el objetivo de mantener la funcionalidad ecológica. De manera que se prevé que el proyecto no generará incidencia significativa sobre la RTP.

Las obras y actividades asociadas al Proyecto se desarrollarán en apego estricto a la legislación ambiental vigente, incluyendo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección de flora y fauna silvestre, garantizando que la ejecución del proyecto se encuentre en estricto apego a la Ley.

En la Figura 2. 5 se muestra la localización del área del Proyecto con respecto a las RTP más cercanas con el objetivo de mostrar más claramente la distancia que existe entre ambos.

CONSULTA PÚBLICA

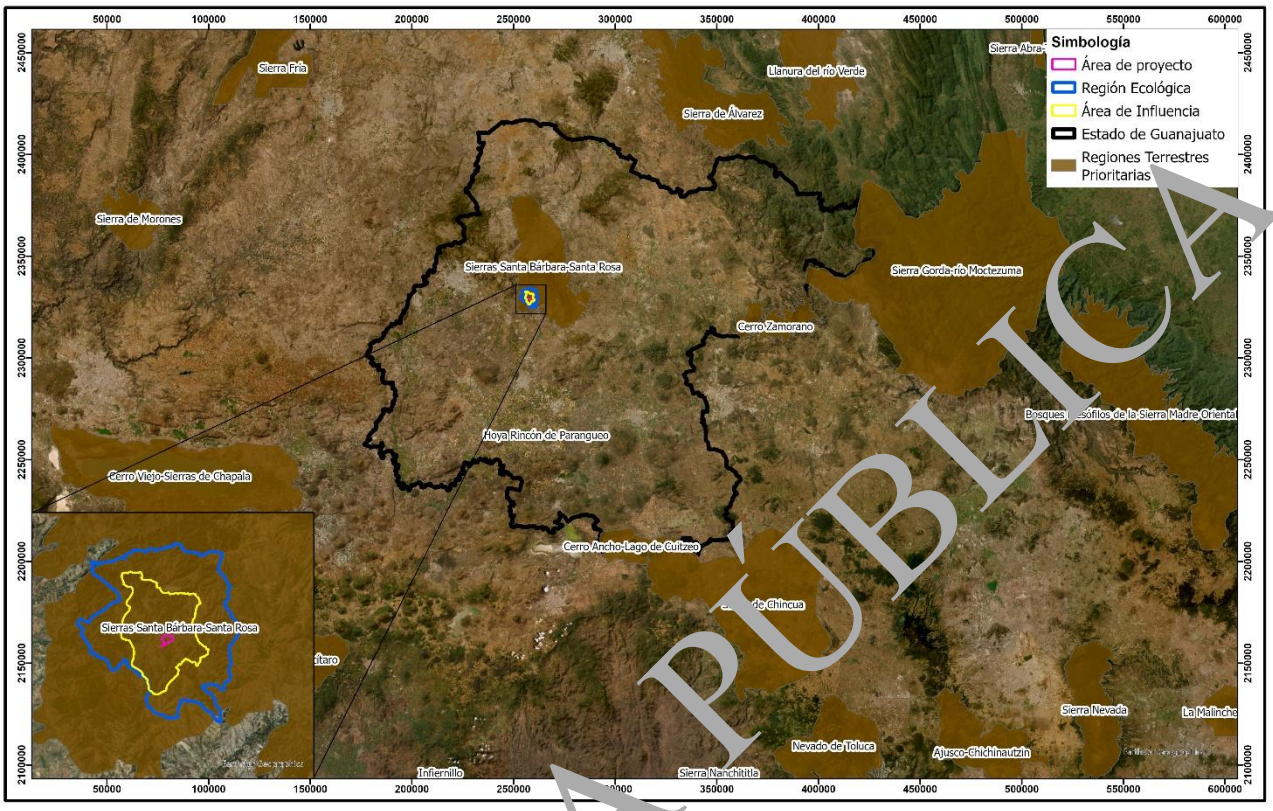


Figura 2. 5. Localización del Proyecto respecto a las RTP, CONABIO

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

En lo que respecta a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), la RE se encuentra inmersa sobre la RHP denominada "Región Hidrológico-Administrativa VIII Lerma Santiago Pacífico". De acuerdo con la naturaleza de las obras propuestas en el presente Proyecto, no se espera que la realización de este supon a un riesgo en la integridad de dicha Región Hidrológica Prioritaria, de acuerdo con las actividades mineras y antrópicas ya presentes y prevalentes en la zona, así como a los impactos identificados descritos en el presente documento, en el Capítulo IV.

CONSULTA PÚBLICA

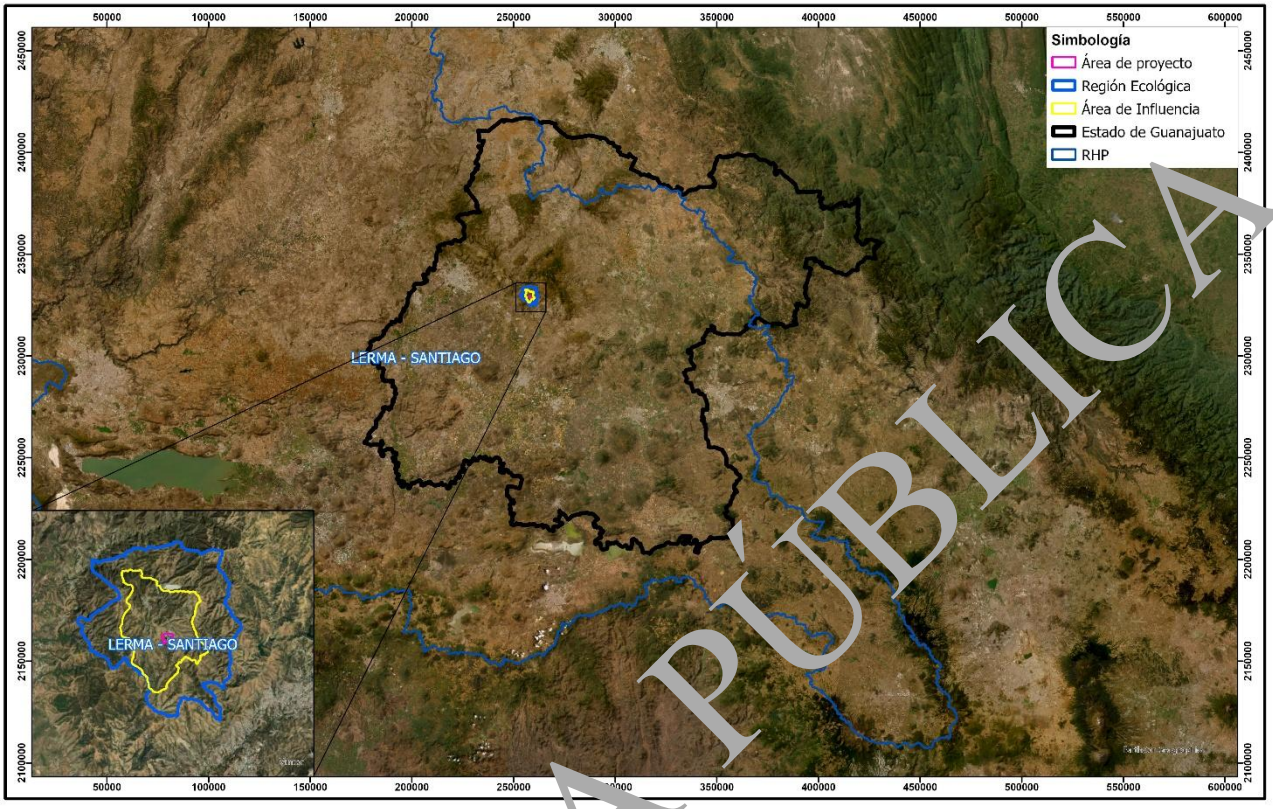


Figura 2. 6. Localización del Proyecto respecto a las RHP, CONABIO

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Además de las Áreas Naturales Protegidas, se consideraron también las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Al igual que las Regiones Prioritarias, las AICAS corresponden a unidades físico-temporales establecidas desde el punto de vista ambiental y se localizan en la parte continental o marina del territorio nacional, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica específica, e importante presencia de un número considerable de especies endémicas y/o contar con poblaciones o formar parte del rango de distribución natural de una o más especies comprometidas en cuanto a su conservación, así como por guardar una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación.

La Región Ecológica delimitada para el Proyecto no se traslapa a ninguna AICA, la más cercana se localiza a aproximadamente 80 km en línea recta en dirección norte y recibe el nombre de Sierra de Santa Rosa.

CONSULTA PÚBLICA

No se estima que ninguna AICA pueda verse afectada por el desarrollo de actividades y obras; sin embargo, se contemplan medidas de prevención para todos los grupos de fauna presentes en el área del Proyecto incluido el grupo de las aves.

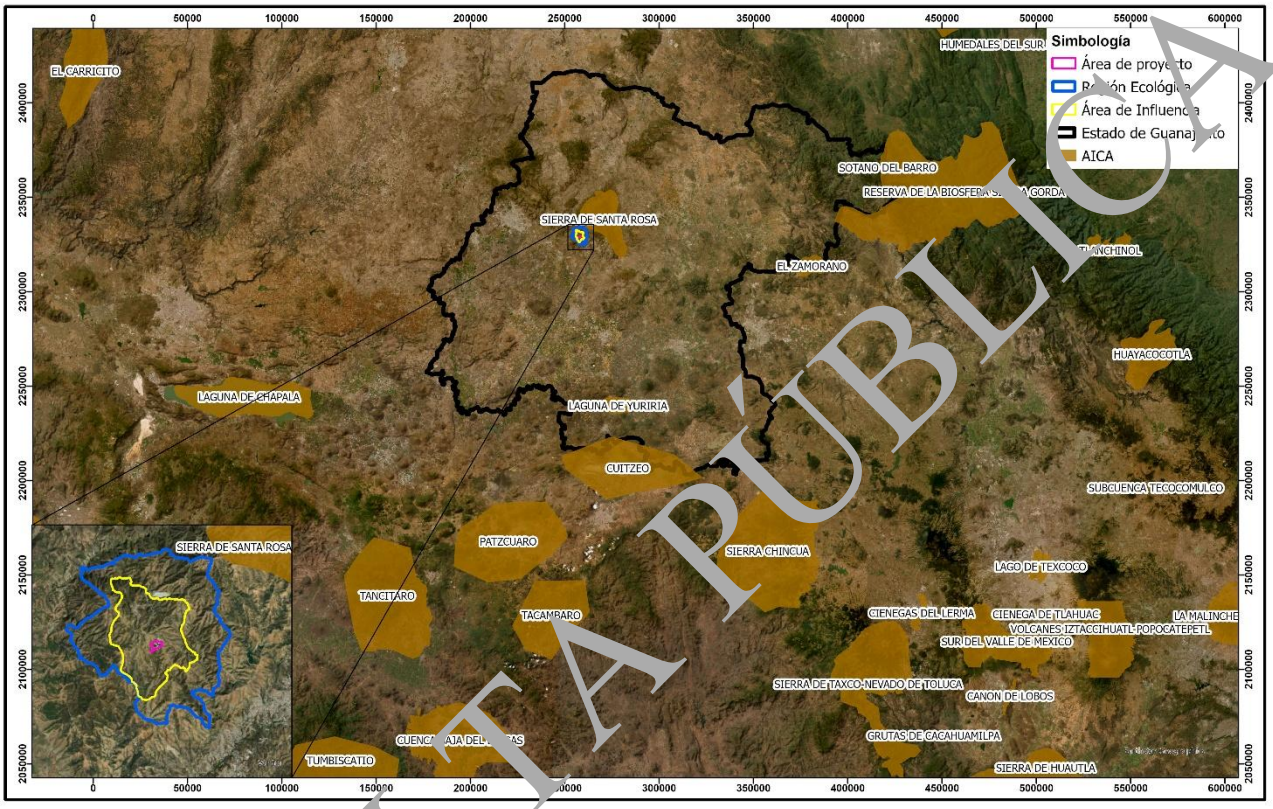


Figura 2. 7. Localización del Proyecto respecto a las AICA

Las actividades que se pretenden llevar a cabo durante la ejecución del Proyecto no tendrán interacciones que pudieran repercutir con las áreas de protección y conservación de recursos antes mencionadas, por lo que tampoco representa un riesgo de afectación potencial hacia su integridad ni comprometen los objetos de conservación de ninguna de ellas.

II.9. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que rigen los procesos y actividades que se desarrollarán durante el Proyecto, mismas que serán de observancia obligatoria.

II.9.1. Normas Oficiales Mexicanas en Materia Agua

II.9.1.1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas

CONSULTA PÚBLICA

descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

Vinculación con el Proyecto
Durante el desarrollo del Proyecto no se descargarán aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Cuando sea necesario por falta de infraestructura fija, se utilizarán baños portátiles que recibirán el manejo y mantenimiento adecuado a través de una empresa acreditada para dicha labor.

II.9.2. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Protección de Flora y Fauna

II. 9.2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana establece la 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.

Vinculación con el Proyecto
La Promovente contempla la ejecución de una serie de medidas que permitirán la protección de la fauna silvestre que habita en la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto. Dichas medidas tienen la finalidad de salvaguardar las especies de flora y fauna enlistadas en esta Norma y que fueron registradas en la RE o huella del Proyecto. Las medidas propuestas no serán aplicadas exclusivamente a las especies enlistadas en esta Norma, ya que serán ejecutadas de igual manera a cualquier individuo de cualquier especie y sin importar si se encuentra o no bajo alguna categoría de protección.

II.9.3. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Contaminación Atmosférica

II.9.3.1. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015

Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Vinculación con el Proyecto
Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se aplicará a los vehículos y maquinaria durante las actividades de preparación del sitio del proyecto, se deberá cumplir con los niveles establecidos en la presente Norma.

II.9.3.2. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT- 2017

Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - LMP de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

CONSULTA PÚBLICA

Vinculación con el Proyecto

Mediante el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo que se le aplicará a la maquinaria, vehículos y equipo durante la preparación del sitio y toda la ejecución del proyecto, se cumplirá con los niveles establecidos en la presente norma, cumpliendo con los límites máximos permisibles de opacidad del humo que provenga de la combustión de motores a diésel.

II.9.4. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Residuos

II.9.4.1. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005

Características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Vinculación con el Proyecto

Durante la ejecución del Proyecto, se generarán residuos de manejo especial como peligrosos, estos últimos derivados del mantenimiento a la maquinaria. Dichos residuos, plenamente identificados, serán clasificados por sus características de peligrosidad de acuerdo con esta Norma y colocados en un sitio de disposición final a través de una empresa que cuente con los permisos necesarios para su recolección y traslado.

II.9.4.2. Norma Oficial Mexicana NOM-054- SEMARNAT-1993

Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

Vinculación con el Proyecto

Se deberá atender el procedimiento descrito en esta Norma cuando no se tengan completamente identificadas las características de los residuos generados, para determinar si son incompatibles, en cuyo caso deberán manejarse con especial cuidado.

II.9.4.3. Norma Oficial Mexicana NOM-157- SEMARNAT-2009

Esta norma oficial mexicana establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

Vinculación con el Proyecto

La actual operación de la Unidad Minera San Ignacio está regida por el adecuado manejo de sus residuos mineros, acotándose a las especificaciones señaladas en esta Norma Oficial Mexicana. El desarrollo del Proyecto se apegará cabalmente a las líneas de trabajo que ha marcado Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. para toda la unidad minera, e instrumentará los planes de manejo de residuos mineros tal y como lo establece esta Norma Oficial Mexicana, o en su caso, se utilizarán los planes de manejo de residuos mineros existentes de la Unidad y que aún se consideren vigentes y equiparables con las necesidades del presente Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

II.9.5. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Ruido

II.9.5.1. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001

Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Vinculación con el Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto se establecerán las medidas correspondientes para que el personal que labore *in situ* se desempeñe en condiciones óptimas de higiene y seguridad, mediante el fomento de la utilización de equipo de protección, hasta el cumplimiento de las normas 080 y 081 de la SEMARNAT.

II.9.5.2. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994

Esta Norma Oficial Mexicana establece los 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.

Vinculación con el Proyecto

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.

II.9.5.3. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994

Establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación con el Proyecto

Durante el desarrollo del Proyecto se dará mantenimiento correctivo a vehículos y maquinaria que sea utilizada en las diferentes actividades de este, con la finalidad de siempre apegarse a los límites máximos permitidos por la presente Norma.

II.9.6. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Suelo

II.9.6.1. Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Vinculación con el Proyecto

Se tomarán medidas para prevenir derrames de hidrocarburos, pero si se presenta un derrame que exceda los LMP, se seguirá un proceso de remediación de suelos conforme a la NOM, que evite poner en peligro la integridad del ecosistema.

CONSULTA PÚBLICA

II.9.7. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Seguridad

II.9.7.1. Norma Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012

Trabajos en minas- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Esta Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en que se desarrollen actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de materiales localizados en vetas, mantos, masas o yacimientos, ya sea bajo el suelo o en su superficie, independientemente del tipo y escala del centro de trabajo de que se trate.

Vinculación con el Proyecto

En apego a la presente Norma, durante todo el desarrollo del Proyecto se acatarán las especificaciones contenidas en esta, lo que asegurará la integridad física de los trabajadores durante las jornadas laborales pues se tomará en cuenta el uso de equipo de seguridad, restricciones a zonas no autorizadas, entre otras.

II.10. Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) es la autoridad del Poder Ejecutivo Federal en los asuntos relacionados con los pueblos indígenas y afromexicanos, que tiene como objeto definir, normar, diseñar, establecer, ejecutar, orientar, coordinar, promover, dar seguimiento y evaluar las políticas, programas, proyectos, estrategias y acciones públicas para garantizar el ejercicio y la implementación de los derechos de los pueblos indígenas y afromexicanos, así como su desarrollo integral y sostenible y el fortalecimiento de sus culturas e identidades, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en los instrumentos jurídicos internacionales de los que el país es parte.

De acuerdo con el INPI y el Instituto Nacional de Lenguas indígenas en su Atlas de los pueblos indígenas de México (2025), dentro del estado de Guanajuato se encuentran las comunidades indígenas Chichimecas y Otomíes, tal como se ve representado en la Figura 2. 8. Respecto al Proyecto, este mismo no intercede sobre o cerca de ningún pueblo o comunidad indígena, siendo que este se encuentra a 40 km hacia el noroeste de la comunidad Otomí más cercana.

CONSULTA PÚBLICA

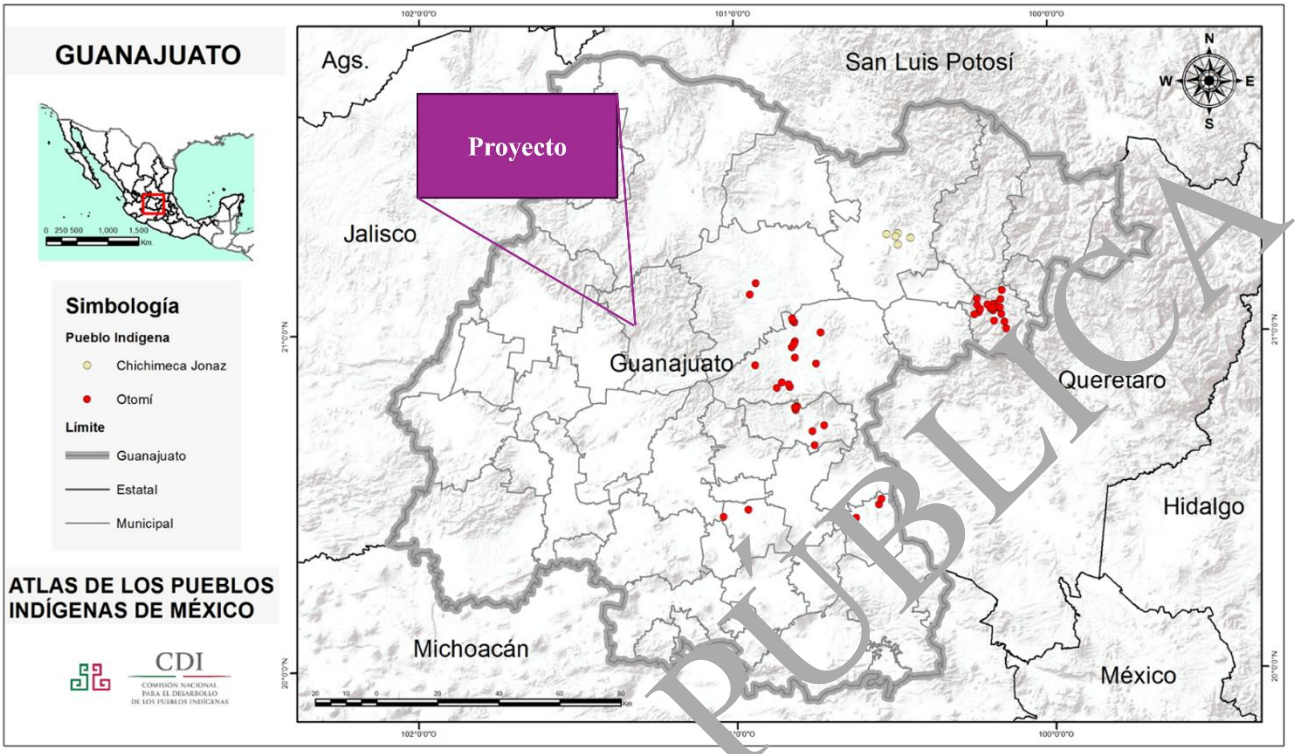


Figura 2. 8. Localización del Proyecto respecto a las comunidades y pueblos indígenas de Guanajuato (CDI, 2025)

Por lo anterior, no se prevé que las obras y actividades del Proyecto incidan sobre ningún pueblo o comunidad indígena, por lo que no se requiere de la presentación de una consulta pública para tal fin.

CONSULTA PÚBLICA

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1. Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alcances del Proyecto

III.1.1. Criterios para la delimitación de la Región Ecológica

La delimitación de la Región Ecológica (RE) conduce al empleo de un enfoque de sistemas, entendiendo a éste como un complejo de elementos interactuantes. En este caso, la caracterización y el análisis incluyen un acercamiento al ecosistema en que se encuentra el Área de Proyecto.

Su delimitación es entonces una propuesta de un sistema que integra a los diferentes componentes ambientales y donde se aprecian sus interacciones, para la delimitación se debieron reconocer unidades espaciales de homogeneidad relativa.

La RE del Proyecto se generó a partir del análisis de información ambiental de fuentes oficiales, así como los datos recopilados en las visitas de campo. Para determinar las fronteras de esta, se seleccionaron nanocuencas generadas a partir de curvas de nivel con equidistancia de 10 metros, debido a que éstas en general pueden ser utilizadas como unidades ambientales que engloban características similares de factores bióticos y abióticos. Dicho análisis se concretó cartográficamente en el Sistema de Información Geográfica (SIG) estructurado para el Proyecto, con base en los siguientes supuestos:

1. La RE 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 de la RE pueden ser considerados como indicadores; como el agua, suelo y biota, que constituyen la base para el mantenimiento de procesos biológicos, físicos y químicos de la naturaleza.

3. Las características de los elementos ambientales dentro de la RE son homogéneas o sostienen una relación/influencia cercana.

También se analizaron criterios de Uso de Suelo y Vegetación y los diferentes tipos de suelo presentes en la RE, con lo que se incluyeron zonas de interés edafológico y zonas agrícolas, urbanas e industriales, así como la vegetación clímax que representa las áreas con mayor calidad para la fauna, esto se ve en la mayor parte de la superficie de esta, principalmente al norte y oeste.

CONSULTA PÚBLICA

III.1.2. Superficie de la Región Ecológica

Atendiendo lo anterior, la RE se delimitó tomando como base a las nanocuencas de incidencia sobre el Proyecto, resultando en una superficie de **5060.915 ha**. De tal manera que, supone una relativa homogeneidad en sus características bióticas, abióticas y de uso de suelo.

Los límites de la RE en el Norte y Sur corresponden a una delimitación mayormente topográfica e hidrológica, con laderas hacia y desde el Proyecto, con apoyo del modelo de órdenes de corrientes se muestra el flujo de los arroyos cercanos al Proyecto y de esta manera se incluyeron dentro de la RE.

En la siguiente figura se presenta de manera gráfica la Región Ecológica delimitada para este Proyecto.

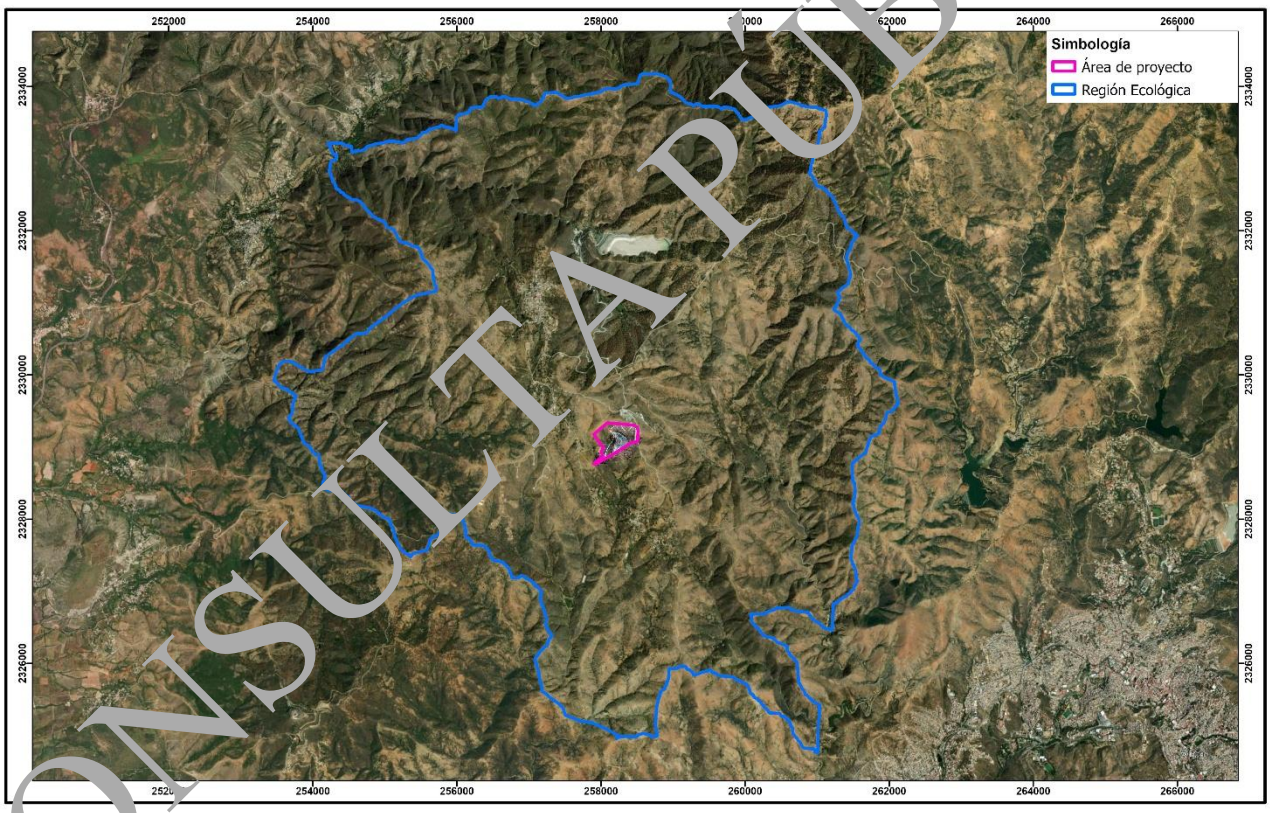


Figura 3. 1. Ubicación del Proyecto dentro de la Región Ecológica

De manera complementaria, en el **Anexo 3.1.** se integra un plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84 de la RE delimitada para el presente proyecto en formato PDF, Shp, Kml y CSV (vértices que conforman a la RE).

CONSULTA PÚBLICA

III.2. Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región o Regiones Ecológicas

La vegetación es el conjunto de elementos vegetales que ocupa una determinada área o región. Su distribución geográfica es determinada a gran escala por la temperatura, la precipitación y otras variables edáficas, topográficas y climáticas. Da estructura y funcionalidad a los ecosistemas terrestres. En un intento por ordenar, organizar y cuantificar la cubierta vegetal, diversos autores la han clasificado de acuerdo con su composición, estructura y fisonomía. A los grupos resultantes de esta sistematización se les denomina tipos de vegetación.

En México se distribuyen casi todos los biomas que se han descrito para el mundo. Es considerado un país megadiverso ocupando el cuarto lugar a nivel mundial. Su diversidad florística representa una condición única producida por un heterogéneo escenario físico y geográfico. El último inventario florístico realizado para el país señala que se registran 23,314 especies de plantas vasculares nativas (Villaseñor, 2016).

El estado de Guanajuato es una de las pocas entidades de México que han sido estudiadas en el tema de biodiversidad. Dispone de distintos trabajos que compilan el análisis y la cuantificación exacta de su diversidad biológica, además, es posible conocerla a través de monografías, catálogos de flora y fauna, revisiones taxonómicas y estudios regionales de composición de especies (Ej. Flora del Bajío y zonas adyacentes).

El presente apartado pretende presentar la flora potencial y, los usos y conocimientos que se tienen de las mismas, con base en muestreos históricos que realizados por diversas personas e instituciones dentro del polígono donde será desarrollado el Proyecto y de las áreas colindantes que se pueden ver influenciadas por tal actividad. Generando listados previos, los cuales se tomarán como base para realizar posteriormente trabajo de campo en las zonas de estudio.

III.2.1. Usos de Suelo y Vegetación conforme a los datos vectoriales del uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI

La caracterización del uso de suelo y la vegetación fue realizada con base en el conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, escala 1:250,000 (2017). El análisis espacial permitió identificar la distribución y proporción de las coberturas presentes dentro de la Región Ecológica (RE), el Área de Influencia (AI) y el Área del Proyecto (AP).

En la siguiente tabla se reporta la superficie de cada tipo de vegetación y uso de suelo según INEGI serie VII. A su vez, en la Figura 3. 2. se presenta un plano con dicha información. Esta figura puede consultarse con mayor detalle en el **Anexo 3.2** Uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3. 1. Superficies por tipo de vegetación y uso de suelo según INEGI serie VII

No.	Clave	Tipo de vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
1	PI	Pastizal inducido	2967.998499	58.64
2	Vsa/BQ	Vegetación secundaria de bosque de encino	1415.74652	27.97
3	BQ	Bosque de encino	448.206165	[illegible]
4	TA	Agricultura de temporal anual	102.062951	2.02
5	AH	Asentamientos humanos	58.95[illegible]2	[illegible]1.16
6	PN	Pastizal natural	48.[illegible]7067	0.95
7	H2O	Cuerpo de agua	20.060[illegible]46	0.40
Total			**5061.096357**	**100.00**

En la siguiente figura se muestra a detalle los tipos de vegetación y usos de suelo que describe la carta temática de INEGI Series VII (2017) en las áreas de estudio.

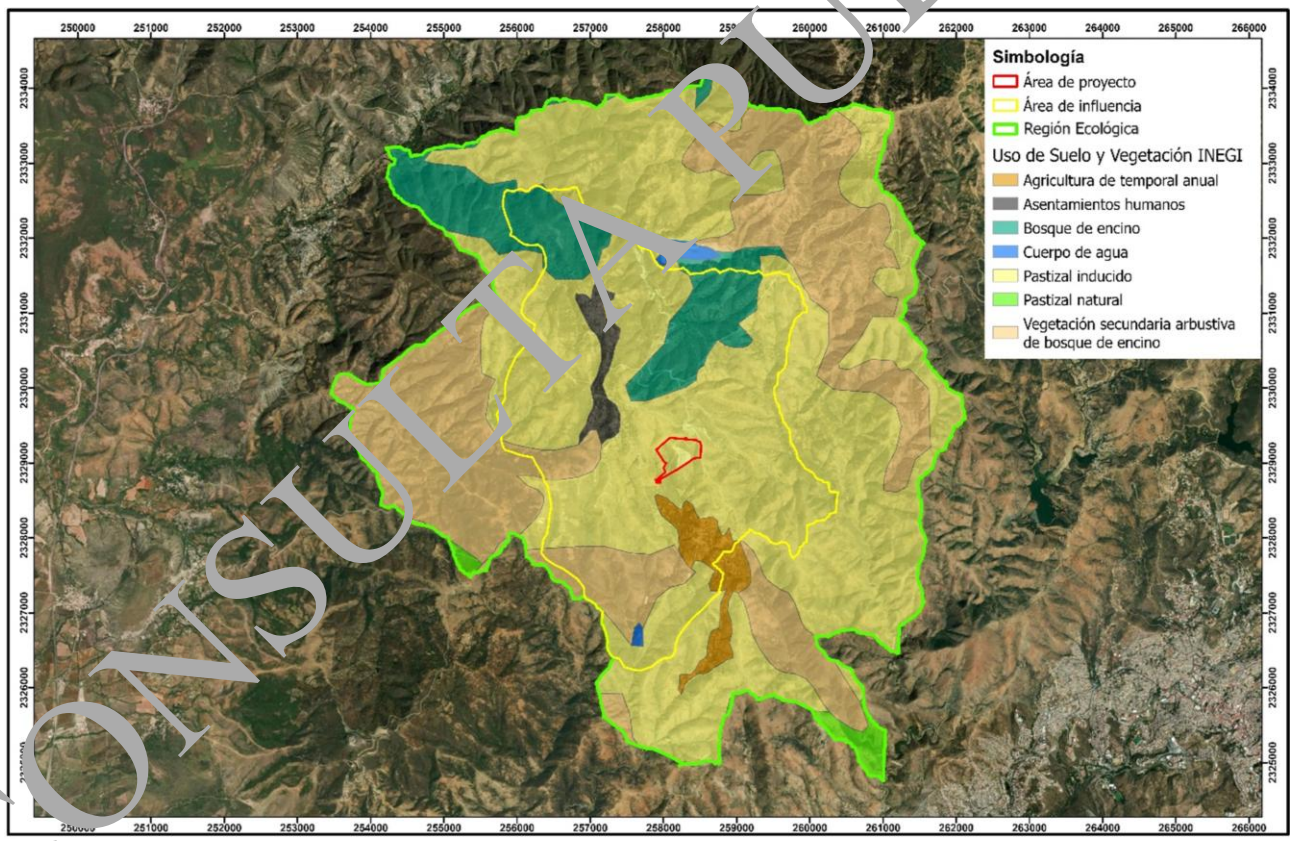


Figura 3. 2. Tipos de vegetación y usos de suelo de acuerdo con INEGI Serie VII

A continuación, se describen los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presentes en las distintas áreas de acuerdo con INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

Agricultura de temporal anual (TA)

Superficies agrícolas ocupadas por cultivos de ciclo corto cuyo desarrollo depende exclusivamente del agua de lluvia. La productividad de estos sistemas está condicionada por la cantidad y distribución de la precipitación y por la capacidad del suelo para retener humedad.

Asentamientos humanos (AH)

Áreas ocupadas por infraestructura urbana o rural, incluyendo viviendas, caminos, vialidades y servicios. Se caracterizan por la sustitución parcial o total de la cobertura vegetal natural y por la modificación intensa del suelo.

Cuerpos de agua (H2O)

Superficies cubiertas de manera permanente o temporal por agua, como ríos, lagunas, presas, bordos o estanques. Constituyen sistemas acuáticos importantes para la regulación hidrológica y el mantenimiento de la biodiversidad.

Bosque de encino (BQ)

Son comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México. Se desarrollan en climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26 ° C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2,000 mm. Desarrollándose en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3,000 msnm.

Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus*, en la zona de estudio se registraron el tamaño varía desde los 3 hasta los 10 m de altura, con una densidad abierta.

Son arboles perennifolios o caducifolios con un período de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la épica seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

Pastizal natural (PN)

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminioides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques templados. La extensa zona de pastizales naturales de América del Norte penetra en el territorio mexicano en forma de una angosta cuña que corre a lo largo de la Sierra Madre Occidental desde Sonora y Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato.

CONSULTA PÚBLICA

El Pastizal natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre,1,100 y 2,500 msnm. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20 °C. La precipitación media anual es de 300 a 600 mm, con 6 a 9 meses secos y la humedad atmosférica se mantiene baja durante la mayor parte del año.

Son frecuentemente dominantes o codominantes en las asociaciones de especies del género *Bouteloua*, y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos.

Pastizal inducido (PI)

Este tipo de vegetación está dominado por gramíneas (familia Poaceae) que se originan después de un desmonte, abandono agrícola o incendios recurrentes. Su permanencia está ligada a disturbios de origen humano, como el pastoreo persistente y el fuego, los cuales no permiten que exista una sucesión natural hacia bosques o matorrales. En ocasiones, forman parte de una fase de una sucesión detenida, y otras veces se establecen de una manera más permanente por disturbios prolongados que se pueden ver favorecidos por condiciones edáficas favorables. En México, estas comunidades suelen reemplazar a bosques de pino y encino, pudiendo variar en composición y estructura según la elevación: por encima de 2,800 m sobre el nivel del mar son similares a praderas de alta montaña, con pastos que crecen formando macollos (ej. *Festuca* y *Muhlenbergia*), y por debajo de esa elevación son más diversos y parecidos a los pastizales naturales de las regiones semiáridas, con géneros como *Bouteloua*, *Andropogon* y *Aristida*.

Vegetación secundaria (Vs)

Cualquier tipo de vegetación secundaria se asocia a la eliminación o alteración de la vegetación primaria debido a diversos factores humanos o naturales. Surge una comunidad vegetal con estructura y composición florística heterogénea. En la región, este tipo de vegetación ha estado expuesta a las actividades antropogénicas de la zona.

No obstante, de acuerdo con lo observado en campo y con base en el análisis de la cobertura y de los tipos de vegetación presentes en las diferentes áreas de estudio se realizó la Clasificación Espectral de la Vegetación (CEV), con la cual se determinó que existen cinco tipos de vegetación y dos más en estado secundario distribuidos en la RE, AI y AP, los cuales son:

- Bosque de encino
- Matorral subtropical
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación riparia
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical

CONSULTA PÚBLICA

En la tabla siguiente se reporta la superficie de cada tipo de vegetación y uso de suelo según la CEV. A su vez, en la Figura 3. 2. se presenta un plano con dicha información. Esta figura puede consultarse con mayor detalle en el **Anexo 3.3** Tipos de vegetación bajo la clasificación supervisada de la vegetación.

Tabla 3. 2. Superficies por tipo de vegetación y uso de suelo según la CEV

No.	Clave	Tipo de vegetación y uso de suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
1	SBC	Selva baja caducifolia	2142.9600	42.34
2	PI	Pastizal inducido	1400.8017	27.68
3	BQ	Bosque de encino	729.8100	14.42
4	VsaSBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	355.6239	7.03
5	CC	Caminos y carreteras	131.8929	2.59
6	Agr	Agricultura	116.5364	2.30
7	AH	Asentamiento humano	73.7173	1.44
8	VsaBQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	51.1382	1.01
9	Mina	Mina	40.0752	0.79
10	VR	Vegetación riparia	16.1460	0.32
11	H2O	Cuerpo de agua	2.1267	0.04
12	DV	Desprovisto de vegetación	2.0858	0.04
13	SVA	Sin vegetación aparente	0.1825	0.00
Total			**5061.0966**	**100.00**

En la siguiente figura se muestra la distribución de los tipos de vegetación mediante el trabajo de campo realizado durante los muestreos de vegetación en la zona.

CONSULTA PÚBLICA

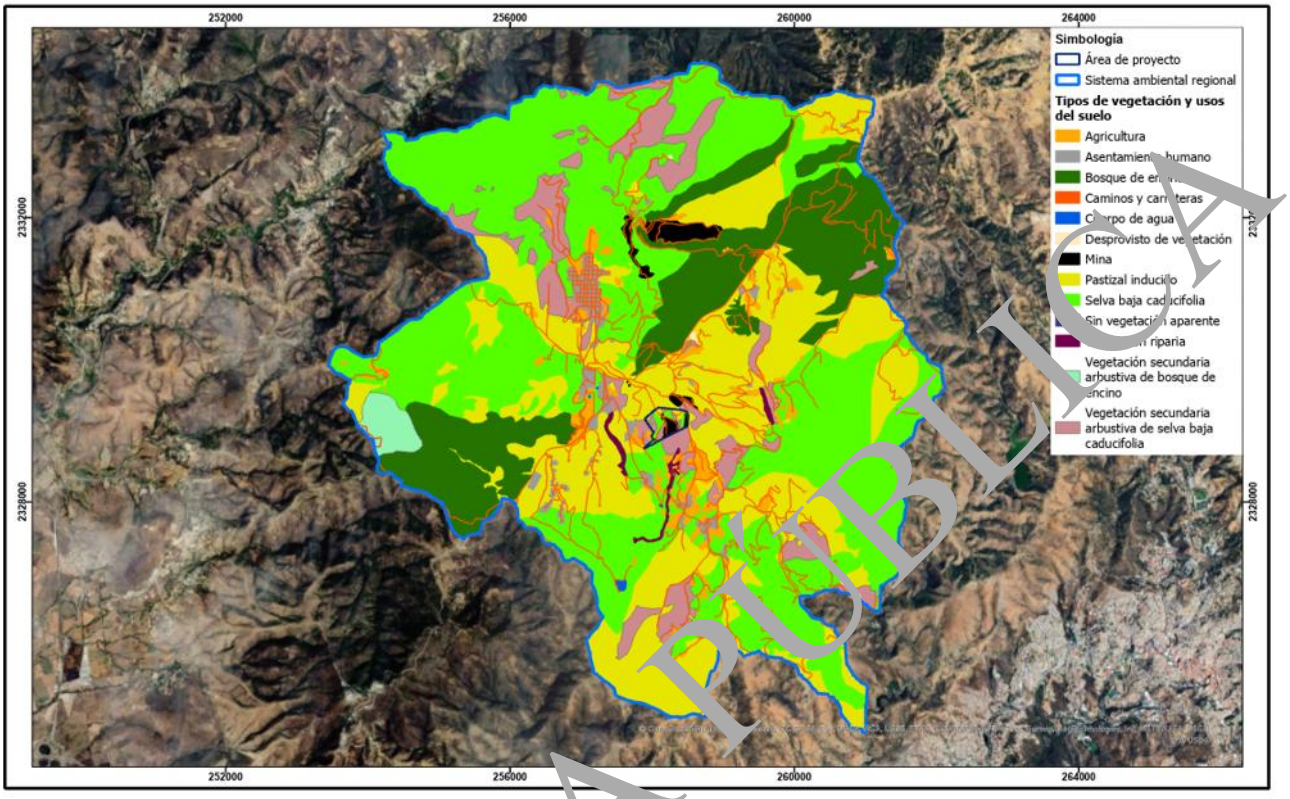


Figura 3. 3. Tipos de vegetación mediante el trabajo en campo y clasificación espectral de la vegetación

A continuación, se describen los diferentes tipos de vegetación adicionales:

Selva baja caducifolia (SBC)

Se desarrollan en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500 mm, con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses.

Este tipo de vegetación se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta los 2,000 m de altitud, se encuentra principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y solo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Opuntia*, *Stenocereus* y *Pachycereus*.

CONSULTA PÚBLICA

Entre los elementos predominantes en las selvas bajas caducifolias mexicanas destacan los géneros *Alvaradoa*, *Bocconia*, *Bursera*, *Ceiba*, *Euphorbia*, *Eysenhardtia*, *Ipomoea*, *Karwinskia*, *Lantana*, *Lysiloma*, *Opuntia*, *Pachycereus*, *Pilosocereus*, *Pithecellobium, Plumeria*, *Pseudobombax*, *Randia*, *Senna*, *Solanum*, *Stenocereus*, *Vachellia*, entre otras.

Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera.

Vegetación riparia (VR)

Son comunidades arbustivas, ocasionalmente con elementos subarbóreos, que se desarrollan en los márgenes de los ríos y arroyos, siempre bajo condiciones de humedad. En general se localizan en zonas de climas templados a secos, con amplios rangos en los valores de temperatura, humedad y altitud, sobre terrenos con humedad superficial o con manto freático somero en el lecho de ríos usualmente secos.

En este tipo de vegetación predomina generalmente el estrato arbustivo, aunque en algunas ocasiones se presentan especies arbóreas que rebasan los límites de altura, constituyendo el estrato arbóreo, regularmente está constituido por elementos perennifolios, aunque en algunas ocasiones presentan elementos caducifolios.

Entre los géneros que componen a la Vegetación riparia, se encuentran *Baccharis*, *Vachellia*, *Mimosa*, *Populus*, *Salix*, y no es rara la presencia de mezquites (*Neltuma*).

En el **Anexo 3.4 (Excel)** Superficies de uso de suelo y tipos de vegetación, se presenta un desglose de la superficie por tipo de vegetación en cada área con base en la clasificación espectral de la vegetación.

Es pertinente mencionar que los tipos de vegetación incluidos aquí se trataron como comunidades clímax, es decir, como grupos de especies que representan fundamentalmente alguna de las categorías de la clasificación de la vegetación utilizada. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que estos tipos de vegetación no son entidades discretas y presentan ecotonos, así como variaciones específicas para la región en particular en donde están distribuidas.

Dentro de la RE, la selva baja caducifolia constituye la cobertura de mayor extensión, ocupando 1,573.1605 ha (47.64%). Entre las comunidades vegetales naturales y secundarias destacan el pastizal inducido y el bosque de encino, los cuales representan una parte importante de la cobertura vegetal que aun prospera. En menores proporciones se encuentran áreas correspondientes a vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y de bosque de encino, así como zonas de actividad agrícola y minera, caminos, cuerpos de agua y superficies sin vegetación aparente.

CONSULTA PÚBLICA

En la AI el pastizal inducido, la selva baja caducifolia y el bosque de encino mantienen el predominio de la superficie, aunque en diferente proporción respecto a lo observado en la RE, con 6664.4052 (38.19%), 564.3734 (32.44%) y 161.4614 (9.28%), respectivamente. También se identifican superficies de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y vegetación riparia, además de cuerpos de agua, caminos, actividad antrópica y sin vegetación aparente.

El AP presenta un patrón similar, con la selva baja caducifolia, junto a su vegetación secundaria y el pastizal inducido siendo las vegetaciones más extendidas y las cuales concentran prácticamente la totalidad de la superficie. De manera complementaria se registran pequeñas áreas de caminos, actividad minera y agricultura.

III.2.2. Especies potenciales de flora

El nombre científico y posición taxonómica actuales de las especies se consultaron en POWO (Royal Botanic Gardens, Kew, 2026), que es una base mundial de datos taxonómicos que integra el sistema de clasificación vegetal APG IV. Los nombres comunes, por otro lado, se consultaron en Naturalista (iNaturalist, 2026).

III.2.3. Especies potenciales de fauna

Se realizó una revisión bibliográfica de especies con distribución potencial en las diversas áreas de estudio, Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y Área de Proyecto (AP) dentro del estado de Guanajuato.

Es por lo que, se consultaron los registros de las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Global Core Biodata Resource (GBIF), las cuales integran información a nivel nacional e internacional proveniente de colecciones científicas y observaciones con registros georreferenciados y actualizados hasta el 2026.

Se aplicaron criterios de depuración de la información como:

- Exclusión de registros anteriores al año 2016, con la finalidad de considerar solo información reciente.
- Se eliminaron registros que no fueran válidos, así como de taxones extintos, sin coordenadas o sin identificación confiable.

Tabla 3. 2. Resumen de especies potenciales de fauna

Componente	Listados de especies potenciales
Fauna	Se integró un listado de entre 440 **especies potenciales de fauna para el municipio de Guanajuato**, pertenecientes a las clases de Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia. Además de un listado más específico de 101 **especies de fauna dentro del Área de la Región Ecológica**, pertenecientes a las clases Amphibia, Reptiles, Aves y Mammalia. El listado completo de estas especies se presenta el **Apéndice Capítulo III, Anexo 3.5 Listado potencial de fauna.**

CONSULTA PÚBLICA

III.3. Resumen y metodología de muestreos en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE)

III.3.1. Muestreos de Flora

Para el levantamiento en campo de cada sitio de muestreo por área y por tipo de vegetación, se utilizó un dispositivo de geoposicionamiento satelital Garmin eTrex10. En cada sitio se marcó el centroide de la parcela con pintura en aerosol de color naranja sobre un individuo arbóreo o arbustivo. A partir de este, se delimitó el radio con la ayuda de la cinta métrica. Se colocó cinta *flagging* de color rosa hacia cada punto cardinal. Una vez delimitada la parcela, se contabilizaron los individuos de cada especie presente en los cuatro estratos y se tomaron los siguientes datos dasométricos: altura, cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) cuando los individuos lo presentaban.

Conforme a los parámetros utilizados y sugerido por CONAFOR (2015), se consideró como individuo arbóreo aquellos que tuvieran un DAP igual o mayor a 7.0 cm y una altura igual o mayor de 3.0 m, menores a este diámetro y con consistencia leñosa se registraron dentro del estrato arbustivo, además las especies pertenecientes a la familia Cactaceae, que en general desarrollan tallos fotosintéticos, suculentos y provistos de espinas se les considero dentro del estrato cactáceo, además de aquellas especies de plantas que crecen sobre otras plantas siendo parasitas o no parasitas se les considero en el estrato epifito y las especies de tallos no leñosos, generalmente especies menores al 1.30 m de altura, se incluyeron en el estrato herbáceo.

Durante el levantamiento de la información en campo se utilizó un clinómetro digital Haglof, mediante el cual se tomó la altura de las especies arbóreas de mayor tamaño y la pendiente. Para medir el radio de la parcela a muestrear se utilizó una cinta métrica de 50 m, así mismo con una cinta diamétrica se tomó el diámetro de los individuos arbóreos y con un flexómetro se tomaron los datos de cobertura y altura del estrato arbustivo y herbáceo.

Todos los datos fueron registrados en formatos de campo previamente diseñados para los requerimientos de los muestreos y se agrupan en tres clases, Datos silvícolas, ecológicos y de control.

CONSULTA PÚBLICA

III.3.1.1. Resumen de la metodología de los muestreos en las áreas de estudio

A continuación, en la Tabla 3. 3 se presentan a manera de resumen las metodologías utilizadas para flora dentro de las tres áreas de estudio del Proyecto (AP, AI, RE), agrupadas a su vez por tipo y método de muestreo, número de sitios realizados, horario, la estacionalidad en que fue realizado el muestreo, fecha de realización, y tipo de comunidad por individuo muestreado.

Tabla 3. 3. Metodología de los muestreos realizados en el AP, AI, y RE

Componente	Tipos (Aleatorio, simple, sistemático, otro)	Métodos (transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad perenne o estacional	Comunidad acuática o terrestre
Región Ecológica								
Flora: BQ	Aleatorio estratificado	Sitios circulares de 500 m^2 para estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y epífito, y subsitios de 100 m^2 para estrato herbáceo	6 sitios	Diurno	Secas	26 de febrero del 2026 al 7 de marzo del 2026	Comunidades perennes y estacionales	Terrestre
Flora: SBC			8 sitios					
Flora: PI			6 sitios					
Área de Influencia								
Flora: BQ	Aleatorio estratificado	Sitios circulares de 500 m^2 para estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y epífito, y subsitios de 100 m^2 para estrato herbáceo	3 sitios	Diurno	Secas	26 de febrero del 2026 al 7 de marzo del 2026	Comunidades perennes y estacionales	Terrestre
Flora: SBC			3 sitios					
Flora: PI			7 sitios					
Flora: VR			3 sitios					
Área de Proyecto								

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipos (Aleatorio, simple, sistemático, otro)	Métodos (transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad perenne o estacional	Comunidad acuática o terrestre
Flora: SBC	Aleatorio estratificado	Sitios circulares de 500 m^2 para estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y epífito, y subsitios de 100 m^2 para estrato herbáceo	7 sitios	Diurno	Secas	20 de febrero del 2026 al 7 de marzo del 2026	Comunidades perennes y estacionales	Terrestre
Flora: PI			5 sitios					

De la misma manera, se presentan en la siguiente tabla el resumen y la metodología de muestreo durante la temporada de lluvias:

Tabla 3. 4. Resumen y metodología de los muestreos de campo durante la temporada de lluvias

Componente	Tipos (Aleatorio, simple, sistemático, otro)	Métodos (transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad perenne o estacional	Comunidad acuática o terrestre
Región Ecológica								
Flora: BQ	Aleatorio estratificado	Sitios circulares de 500 m^2 para estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y epífito, y subsitios de 100 m^2 para estrato herbáceo	5 sitios	Diurno	Lluvias	04 de agosto del 2026 al 10 de agosto del 2026	Comunidades perennes y estacionales	Terrestre
Flora: PI			2 sitios					
Flora: SBC			13 sitios					

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipos (Aleatorio, simple, sistemático, otro)	Métodos (transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad perenne o estacional	Comunidad acuática o terrestre
Área de Influencia								
Flora: BQ	Aleatorio estratificado	Sitios circulares de 500 m^2 para estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y epífito, y subsitios de 100 m^2 para estrato herbáceo	3 sitios	Diurno	Lluvias	04 de agosto del 2026 al 10 de agosto del 2026	Comunidades perennes y estacionales	Terrestre
Flora: PI			4 sitios					
Flora: SBC			10 sitios					
Área de Proyecto								
Flora: PI	Aleatorio estratificado	Sitios circulares de 500 m^2 para estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y epífito, y subsitios de 100 m^2 para estrato herbáceo	1 sitios	Diurno	Lluvias	04 de agosto del 2026 al 10 de agosto del 2026	Comunidades perennes y estacionales	Terrestre
Flora: SBC			11 sitios					

La metodología completa se puede consultar en el **Anexo 3.6 Metodología Flora**, en el **Anexo 3.7 Bibliografía Flora** se incluyen las fuentes y literatura consultadas.

Referente a los muestreos en la **Anexos temporada de secas**, en los anexos **Anexo 3.8 Coordenadas de sitios en el AP, AI y RE** se presentan las listas con coordenadas en formato UTM WGS 84 Zona 13Q de los sitios de muestreo en campo distribuidas en una página por cada polígono, a su vez, se adjuntan los planos de los sitios de muestreo por cada área en el **Anexo 3.9 Plano de sitios de muestreo realizados en la vegetación de las áreas AP**, **AI** y **RE**.

CONSULTA PÚBLICA

Correspondientes a la **Anexos Temporada de lluvias**, los anexos **Anexo 3.10 Coordenadas de sitios en el AP, AI y RE** incluyen las listas con coordenadas en formato UTM WGS 84 Zona 13Q de los sitios de muestreo en campo distribuidas en una página por cada polígono, a su vez, se adjuntan los planos de los sitios de muestreo por cada área en el **Anexo 3.11 Plano de sitios de muestreo realizados en la áreas de vegetación del AP, AI y RE.**

II.3.2. Muestreos de Fauna

Al igual que para los muestreos florísticos, en la Tabla 3. 5 se presentan a manera de resumen las metodologías utilizadas para la fauna dentro de las tres áreas de estudio del Proyecto (AP, AI, RE), agrupadas de la misma manera.

Tabla 3. 5. Metodología de muestreos de fauna

Componente	Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Fauna AP								
Anfibios	Sistemático y dirigido	Parcelas de 50 m de radio y cámaras trampa	5 parcelas y 1 cámara trampa	Diurno	Secas	26/02/2026 al 07/03/2026	-	Terrestre
Reptiles								
Aves								
Mamíferos								
Anfibios	Sistemático y dirigido	Parcelas de 50 m de radio	4 parcelas	Diurno	Lluvias	04/08/2026 al 09/08/2026	-	Terrestre
Reptiles								
Aves								
Mamíferos								
Fauna AI								
Anfibios	Sistemático y dirigido	Parcelas de 50 m de radio y cámaras trampa	17 parcelas y 2 cámaras trampa	Diurno	Secas	26/02/2026 al 07/03/2026	-	Terrestre
Reptiles								
Aves								
Mamíferos								
Anfibios	Sistemático y dirigido	Parcelas de 50 m de radio y cámaras trampa	12 parcelas y 1 cámara trampa	Diurno	Lluvias	04/08/2026 al 09/08/2026	-	Terrestre
Reptiles								
Aves								
Mamíferos								
Fauna RE								

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)	Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)	Número de sitios de muestreo	Horario de muestreo (diurno, nocturno)	Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)	Fecha de realización y esfuerzo del muestreo	Comunidad Perenne o estacional	Comunidad Acuática o terrestre
Anfibios	Sistemático y dirigido	Parcelas de 50 m de radio	18 parcelas	Diurno	Secas	26/02/2026 al 07/03/2026	-	Terrestre
Reptiles								
Aves								
Mamíferos								
Anfibios	Sistemático y dirigido	Parcelas de 50 m de radio y cámaras trampa	14 parcelas y 1 cámara trampa	Diurno	Lluvias	04/08/2026 al 09/08/2026	-	Terrestre
Reptiles								
Aves								
Mamíferos								

Los trabajos de campo de la campaña de secas se realizaron del 26 de febrero 7 de marzo del 2026; asimismo, la campaña de lluvias fue realizada del 4 al 9 de agosto del 2026, esto con el fin de representar la variación estacional de las comunidades biológicas y obtener un registro más certero de especies. La metodología puede consultarse a detalle en el **Anexo 3.12** Metodología de muestreo de fauna: **Anexo 3.13** Metodología del muestreo de fauna, **Anexo 3.14** Coordenadas áreas de muestreo fauna, **Anexo 3.15** Planos de los sitios de muestreo fauna y **Anexo 3.16** KMZ de los sitios de muestreo fauna.

III.3.2.1. Resultados Generales

En total se registraron 109 especies dentro del área de análisis. Por área de análisis, se registraron 37 especies dentro del Área de Proyecto, 87 dentro del Área de Influencia y 69 en la Región Ecológica.

Tabla 3. 6. Listado de especies registradas en campo

Componente	Listado de especies registradas en campo
Fauna	Se integró un listado con 109 especies de fauna dentro del área de análisis; de los cuales dos especies fueron anfibios, siete reptiles, once mamíferos y 89 aves. El listado completo de estas especies se presenta el **Anexo 3.20 Listado general de fauna.**

CONSULTA PÚBLICA

Los resultados pueden consultarse a detalle en el **Anexo 3.17 Resultados de los muestreos de fauna: Anexo 3.18 Resumen de resultados del muestreo de fauna, Anexo 3.19 Listado por sitios y con individuos de fauna, Anexo 3.20 Listado general de fauna, Anexo 3.21 VIES e Importancia del Hábitat (IH)** y **Anexo 3.22 Reporte fotográfico fauna**. Los análisis realizados para comprobar la representatividad del muestreo se incluyen en el **Anexo 3.23 Curva de rarefacción de fauna.**

III.4. Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN

III.4.1.1. Flora

En la Tabla 3. 7. muestra las especies de flora registradas mediante el trabajo de campo de temporada de secas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 SEMARNAT-2010 y su actualización de 2019 (a partir de aquí mencionados como *NOM-059*) y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (a partir de este punto mencionada como *Lista Roja*), así como aquellas endémicas del territorio mexicano. Se identificaron dos especies enlistadas en la NOM-059 *Erythrina americana* (A) y *Mammillaria rettigiana* (Pr), así como cuatro taxones bajo categoría de riesgo según la IUCN: *Bursera cuneata* (NT), *Forestiera tomentosa* (NT), *Pinus greggii* (VU) y *Pistacia mexicana* (NT). Adicionalmente, se reportan 49 especies endémicas en total.

Tabla 3. 7. Especies de flora endémicas y/o listadas en la NOM-059 y la Lista Roja registradas durante los muestreos de la temporada de secas

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo		Endémica	Número de individuos	Presencia		
			NOM-059	IUCN			AP	AI	RE
Flora	*Acourtia turbinata*	Peonía	s/c	s/c	Sí	15	3	12	0
	Agave salmiana	Maguey pulquero	s/c	LC	Sí	32	14	11	7
	Ageratina petiolaris	Amargocilla	s/c	s/c	Sí	282	47	152	83
	Aldama buddlejiformis	Cerote	s/c	s/c	Sí	3	3	0	0
	Baccharis sordescens	n/n	s/c	s/c	Sí	21	16	0	5
	Bouteloua scorpioides	s/n	s/c	s/c	Sí	15	0	15	0
	Bursera cuneata	Copal del Centro	s/c	NT	Sí	14	0	1	13
	Condalia velutina	Granjeno rojo	s/c	LC	Sí	16	0	13	3
	Condea cubiae	s/n	s/c	LC	Sí	53	0	46	7
	Coryphantha convexa	Biznaga partida de cuernos	s/c	LC	Sí	21	0	7	14
	Dasylirion parryanum	Sotol	s/c	s/c	Sí	199	0	0	199
	Dicliptera peduncularis	s/n	s/c	s/c	Sí	69	0	69	0
	Dyssodia tagetiflora	Yerba del Taray	s/c	s/c	Sí	323	0	158	165

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo		Endémica	Número de individuos	Presencia		
			NOM-059	IUCN			AP	AI	RE
	Erythrina americana	Colorín	A	LC	Sí	2	0	0	2
	Forestiera tomentosa	Aceitunilla	s/c	NT	Sí	6	5	1	0
	Garrya ovata	Zumaque	s/c	LC	Sí	5	0	5	0
	Mammillaria magnimamma	Biznaga de espina solitaria	s/c	LC	Sí	6	0	0	6
	Mammillaria petterssonii	Biznaga	s/c	LC	Sí	122	114	4	4
	Mammillaria rettigiana	s/n	s/c	s/c	Sí	7	0	7	0
	Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	s/c	LC	Sí	2	0	2	0
	Mandevilla foliosa	Hierba de la cucaracha	s/c	s/c	Sí	18	0	0	18
	Mandevilla holosericea	s/n	s/c	s/c	Sí	20	0	20	0
	Marginatocereus marginatus	Órgano	s/c	s/c	Sí	20	1	14	5
	Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	s/c	LC	Sí	21	2	3	16
	Nolina humilis	Soyate de San Luis Potosí	s/c	s/c	Sí	3	0	0	3
	Opuntia leucotricha	Nopal de cerro	s/c	LC	Sí	1	0	0	1
	Opuntia robusta	Nopal camueso	s/c	LC	Sí	1	0	0	1
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	s/c	LC	Sí	140	38	29	73
	Opuntia tomentosa	Nopal chamacuelo	s/c	LC	Sí	94	12	33	49
	Pavonia candida	Acahuita	s/c	LC	Sí	81	0	75	6
	Pectis repens	s/n	s/c	s/c	Sí	9	0	9	0
	Phoradendron carneum	Sabarón de cazahuate	s/c	s/c	Sí	120	56	41	23
	Pinus greggii	Pino prieto	s/c	VU	Sí	1	0	0	1
	Pistacia mexicana	Lentrisco	s/c	NT	No	2	2	0	0
	Plumbago pulchella	Chiquillo medicinal	s/c	s/c	Sí	356	124	197	35
	Polystemma pilosum	Estrella del zopilote	s/c	s/c	Sí	10	4	5	1
	Purshia mexicana	Amarillo cimarrón	s/c	LC	Sí	278	0	117	161
	Quercus eduardi	Encino manzano	s/c	LC	Sí	109	0	0	109
	Quercus laeta	Roble blanco	s/c	LC	Sí	46	0	4	42
	Quercus microphylla	Encino enano	s/c	LC	Sí	180	0	180	0
	Quercus obtusata	Encino blanco	s/c	LC	Sí	8	0	2	6
	Salvia chamaedryoides	Tochcuitlaquelite	s/c	s/c	Sí	23	0	0	23
	Salvia melissodora	Mirto uva	s/c	s/c	Sí	5	0	1	4
	Salvia mexicana	Tlacote	s/c	s/c	Sí	24	0	24	0
	Senna polyantha	Rompebota	s/c	LC	Sí	4	0	2	2

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo		Endémica	Número de individuos	Presencia		
			NOM-059	IUCN			AP	AI	RE
	Stenocactus phyllacanthus	Biznaga ondulada de espinas planas	s/c	DD	Sí	40	0	24	16
	Tagetes lunulata	Cinco llagas	s/c	s/c	Sí	10	10	0	0
	Tillandsia erubescens	s/n	s/c	s/c	Sí	1	0	1	0
	Trixis mexicana	s/n	s/c	s/c	Sí	2	0	2	0
	Verbesina serrata	Vara blanca	s/c	s/c	Sí	1	0	0	1

Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2019: Sujetas a protección especial (Pr), Amenazada (A), En peligro de extinción (P) y Probablemente extintas en vida silvestre. Categorías de riesgo IUCN: Near Threatened (NT), Vulnerable (VU), Endangered (EN), Critically Endangered (CR), Extinct In The Wild (EW) y Extinct (EX)

La Tabla 3. 8. muestra las especies de flora registradas mediante el trabajo de campo en la temporada de lluvias en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059 y la Lista Roja, así como aquellas endémicas del territorio mexicano. Se identificaron dos especies enlistadas en la NOM-059: *Cedrela dugesii* (Pr) y *Mammillaria rettigiana* (Pr), así como cuatro taxones bajo categoría de riesgo según la IUCN: *Bursera cuneata* (NT), *Cedrela dugesii* (CR), *Mammillaria rettigiana* (EN) y *Pistacia mexicana* (NT). Adicionalmente, se reportan 69 especies endémicas en total.

Tabla 3. 8. Especies de flora endémicas y/o listadas en la NOM-059 y la Lista Roja registradas durante los muestreos de la temporada de lluvias

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo		Endémica	Número de individuos	Presencia		
			NOM-059	IUCN			AP	AI	RE
Flora	*Acourtia moschata*	Cola de zorra	s/c	s/c	Sí	2	-	-	2
	Acourtia turbinata	Peonía	s/c	s/c	Sí	2	-	-	2
	Agave salmiana	Maguey pulquero	s/c	LC	Sí	73	18	8	47
	Ageratina deltoidea	Yolochichitle	s/c	s/c	Sí	69	-	8	61
	Ageratina petiolaris	Amargocilla	s/c	s/c	Sí	39	21	12	6
	Aldama buddlejiformis	Cerote	s/c	s/c	Sí	135	41	42	52
	Aldama excelsa	Raíz del manso	s/c	s/c	Sí	12	-	12	-
	Aldama linearis	s/n	s/c	s/c	Sí	136	60	38	38
	Aspicarpa cynanchoides	Hierba del zorro	s/c	s/c	Sí	24	16	4	4
	Eleocharis bordescens	s/n	s/c	s/c	Sí	21	21	-	-

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo		Endémica	Número de individuos	Presencia		
			NOM-059	IUCN			AP	AI	RE
	Bouteloua radicosa	Navajita morada	s/c	s/c	Sí	8	8	-	-
	Brongniartia intermedia	Bricho pico de cuervo	s/c	s/c	Sí	26	-	23	3
	Bursera cuneata	Copal del Centro	s/c	NT	Sí	3	-	-	3
	Calochortus barbatus	Ayatito	s/c	s/c	Sí	1	1	-	-
	Cedrela dugesii	Nogalillo	Pr	CR	Sí	21	-	21	-
	Condalia velutina	Granjeno rojo	s/c	LC	Sí	11	1	-	10
	Condea albida	Lavanda de desierto	s/c	s/c	Sí	171	-	126	45
	Coryphantha cornifera	Biznaga partida de cuernos	s/c	LC	Sí	7	-	3	4
	Dalea prostrata	Escobilla	s/c	s/c	Sí	118	16	54	48
	Dasylirion parryanum	Sotol	s/c	s/c	Sí	5	5	-	-
	Dyschoriste microphylla	s/n	s/c	s/c	Sí	20	-	19	1
	Dyssodia pinnata	Rosilla	s/c	s/c	Sí	124	21	91	12
	Echeandia mexicana	s/n	s/c	s/c	Sí	1	-	-	1
	Echeveria mucronata	Conchita	s/c	s/c	Sí	17	16	-	1
	Erigeron delphiniifolius	s/n	s/c	s/c	Sí	6	-	-	6
	Evolvulus prostratus	s/n	s/c	s/c	Sí	3	3	-	-
	Gonolobus grandiflorus	Panjololote	s/c	s/c	Sí	15	-	8	7
	Grindelia inuloides	s/n	s/c	s/c	Sí	19	6	13	-
	Ipomoea stans	Tumbavaquero	s/c	s/c	Sí	8	-	-	8
	Mammillaria petterssonii	Biznaga	s/c	LC	Sí	37	24	2	11
	Mammillaria polythele	Biznaga con muchos tuberculos	s/c	LC	Sí	1	-	-	1
	Mammillaria rettigiana	Biznaga de cerro mercado	Pr	EN	Sí	3	-	-	3
	Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	s/c	LC	Sí	11	4	1	6
	Marginatocereus marginatus	Órgano	s/c	s/c	Sí	1	-	1	-
	Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	s/c	LC	Sí	20	-	2	18
	Nissolia microptera	Zapotillo	s/c	s/c	Sí	7	-	-	7
	Opuntia heptacantha	Nopal cascarón	s/c	LC	Sí	66	3	12	51
	Opuntia leucotricha	Nopal de cerro	s/c	LC	Sí	3	-	-	3
	Opuntia streptacantha	Nopal cardón	s/c	LC	Sí	44	25	14	5
	Opuntia tomentosa	Nopal chamacuelo	s/c	LC	Sí	9	3	1	5

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo		Endémica	Número de individuos	Presencia		
			NOM-059	IUCN			AP	AI	RE
	Oxalis hernandesii	s/n	s/c	s/c	Sí	7	-	-	7
	Pavonia candida	Acahuita	s/c	LC	Sí	6	-	-	6
	Perymenium mendezii	s/n	s/c	s/c	Sí	291	37	156	98
	Phoradendron carneum	Sabarón de Cazahuate	s/c	s/c	Sí	36	20	14	2
	Pistacia mexicana	Lantrisco	s/c	NT	No	5	2	3	-
	Plumbago pulchella	Chililllo medicinal	s/c	s/c	Sí	43	11	-	32
	Porophyllum linaria	Chepiche	s/c	s/c	Sí	427	-	232	195
	Priva grandiflora	Pionillo	s/c	s/c	Sí	32	-	-	32
	Psacalium sinuatum	Calcomeca	s/c	s/c	Sí	7	-	-	7
	Purshia mexicana	Romerillo cimarrón	s/c	LC	Sí	66	-	57	9
	Quercus crassipes	Encino tesmolillo	s/c	LC	Sí	9	-	-	9
	Quercus eduardi	Encino manzano	s/c	LC	Sí	35	-	27	8
	Quercus laeta	Roble blanco	s/c	LC	Sí	17	-	8	9
	Quercus mexicana	Encino amarillo	s/c	LC	Sí	6	-	1	5
	Quercus obtusata	Encino blanco	s/c	LC	Sí	5	-	2	3
	Roldana heracleifolia	s/n	s/c	s/c	Sí	47	-	-	47
	Roldana sessilifolia	Cachán	s/c	s/c	Sí	8	-	-	8
	Salvia axillaris	Mirto pálido	s/c	s/c	Sí	21	-	17	4
	Salvia melissodora	Mirto uva	s/c	s/c	Sí	5	-	-	5
	Salvia mexicana	Tlacote	s/c	s/c	Sí	36	3	16	17
	Salvia prunelloides	Salvia consuelda	s/c	s/c	Sí	29	-	22	7
	Sedum griseum	Siempreviva gris	s/c	s/c	Sí	1	-	-	1
	Senna polyantha	Rompebota	s/c	LC	Sí	6	-	4	2
	Stenocactus phyllacanthus	Biznaga ondulada de espinas planas	s/c	DD	Sí	51	2	18	31
	Tagetes lunulata	Cinco llagas	s/c	s/c	Sí	320	190	117	13
	Trixis angustifolia	Hierba del aire	s/c	s/c	Sí	1	-	1	-
	Verbesina serrata	Vara blanca	s/c	s/c	Sí	112	-	57	55
	Verbesina tetraptera	s/n	s/c	s/c	Sí	45	-	16	29
	Villadia nisera	s/n	s/c	s/c	Sí	12	-	9	3
	Zaluzania augusta	Hierba blanca	s/c	s/c	Sí	1	-	-	1

CONSULTA PÚBLICA

En los **anexos de temporada de secas**: **Anexo 3.24 Listado de especies protegidas con ubicación**, **Anexo 3.25 Ubicación de las especies protegidas (PDF) y Anexo 3.26. Ubicación de las especies protegidas (KMZ)** se presentan los detalles de las especies protegidas y amenazadas según la NOM-059 y la Lista Roja que se reportaron en la **temporada de secas**.

Por otro lado, se incluyen los **anexos de la temporada de lluvias: Anexo 3.27 Listado de especies protegidas con ubicación**, **Anexo 3.28 Ubicación de las especies protegidas (NOM-059) (PDF), Anexo 3.29 Ubicación de las especies protegidas (Lista Roja) (PDF) y Anexo 3.30 Ubicación de las especies protegidas (KMZ)**, en los cuales se presentan los detalles de las especies protegidas y amenazadas según la NOM-059 y la Lista Roja reportadas en la **temporada de lluvias**.

Para comprobar la representatividad de los muestreos se adjuntan como anexos las curvas de acumulación de especies de cada área en el **Anexo 3.31 Curva de acumulación de especies – (secas) AP, AI y RE,** mientras que los correspondientes a la campaña de lluvias se encuentran en **Anexo 3.32 Curva de acumulación de especies – (lluvias) AP, AI y RE.**

Los listados florísticos de cada área **temporada de secas** se incluyen en los anexos **Anexo 3.33 Listado de especies identificadas en campo – AP, AI y RE (secas).**

Por su parte, los listados de la **temporada de lluvias** se pueden consultar en **Anexo 3.34. Listado de especies identificadas en campo – AP, AI y RE (lluvias).**

Se anexa de la misma manera una base de datos resumen de cada área, en la que se encuentran las especies con su respectiva familia botánica, nombre común, categoría de riesgo, endemismo y total de especímenes encontrados en los sitios de muestreo en **Anexo 3.35. Resumen y composición AP, AI y RE (secas) y Anexo 3.36. Resumen y composición AP, AI y RE (lluvias).**

Adicionalmente, se presenta en forma de anexo las bases de datos obtenidas con base en los muestreos de campo ordenadas por área y tipo de vegetación en temporada de **Secas** en, **Anexo 3.37. Bases de Datos por tipo de vegetación (secas):**

- **Anexo 3.38 Bases de Datos por tipo de vegetación del AP: Base de datos pastizal inducido (PI) AP**, **Base de datos selva baja caducifolia (SBC) AP.**
- **Anexo 3.39 Bases de datos por tipo de vegetación del AI: Base de datos bosque de encino (BQ) AI, Base de datos pastizal inducido (PI) AI**, **Base de datos selva baja caducifolia (SBC) AI, Base de datos vegetación riparia (VR) AI**.
- **Anexo 3.40 Bases de datos por tipo de vegetación del RE: Base de datos bosque de encino (BQ) RE**, **Base de datos pastizal inducido (PI) RE y Base de datos selva baja caducifolia (SBC) RE**.

Las correspondientes a la temporada de **lluvias** se encuentran en **Anexo 3.41 Base de datos por tipos de vegetación (lluvias):**

CONSULTA PÚBLICA

- **Anexo 3.42 Bases de Datos por tipo de vegetación del AP: Base de datos pastizal inducido (PI) AP, Base de datos selva baja caducifolia (SBC) AP.**
- **Anexo 3.43 Base de Datos por tipo de vegetación del AI: Bosque de encino (BQ) AI, Base de datos pastizal inducido (PI) AI, Base de datos selva baja caducifolia (SBC) AI.**
- **Anexo 3.44 Base de Datos por tipo de vegetación del RE: Base de datos bosque de encino (BQ) RE, Base de datos pastizal inducido (PI) RE y Base de datos selva baja caducifolia (SBC) RE.**

Finalmente, se compilan fotografías de las especies más representativas y los tipos de vegetación en el **Anexo 3.45 Reporte fotográfico**.

III.4.1.2. Fauna

En la siguiente tabla se muestran las especies de fauna registradas durante los muestreos de campo, las cuales se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registraron diez especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales cinco son aves, cuatro reptiles y un anfibio. En la categoría de Sujeta a Protección Especial se encuentran cuatro aves, tres reptiles y un anfibio, mientras que en la categoría de Amenazada se incluyen un ave y un reptil.

Tabla 3. Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas

Componente	Especie	Nombre Común	Categoría de riesgo		Endemismo	No. Ind.	Presencia		
			NOM-059	UICN			AP	AI	RE
Fauna	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	LC	-	9	-	9	-
	Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	LC	-	1	-	1	-
	Sceloporus spinosus	Lagartija espinosa mexicana	-	LC	Endémica	7	-	5	2
	Thamnophis cyrtopsis	Culebra lineada de bosque	A	LC	-	1	1	-	-
	Crotalus molossus	Cascabel cola negra	Pr	LC	-	1	-	-	1
	Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	LC	Endémica	3	-	3	-
	Anas diazi	Pato de collar	A	-	-	32	-	1	31
	Cyrtonyx montezumae	Codorniz de Moctezuma	Pr	LC	-	2	-	1	1
	Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul	-	LC	Semiendémica	2	-	2	-
	Selasphorus calliope	Zumbador garganta rayada	-	LC	Semiendémica	1	-	1	-
	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho norteño	-	LC	Semiendémica	5	3	-	2
	Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	-	LC	Semiendémica	4	-	1	2
	Accipiter striatus	Gavilán pecho canela	Pr	LC	-	1	-	1	-
	Astur cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	LC	-	1	1	-	-

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Especie	Nombre Común	Categoría de riesgo		Endemismo	No. Ind.	Presencia		
			NOM-059	UICN			AP	AI	RE
	Empidonax difficilis	Papamoscas amarillo norteño	-	LC	Semiendémica	1	-	1	-
	Tyrannus vociferans	Tirano chibiú	-	LC	Semiendémica	19	6	12	11
	Ptiliogonys cinereus	Capulinero gris	-	LC	Cuasiendémica	8	-	4	4
	Melanotis caerulescens	Mulato azul	-	LC	Endémica	9	-	-	9
	Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr	LC	-	1	-	1	-
	Junco phaeonotus	Junco ojos de lumbre	-	LC	Cuasiendémica	8	-	4	4
	Melozone kieneri	Rascador nuca canela	-	LC	Endémica	1	-	1	-
	Setophaga nigrescens	Chipe negrogrís	-	LC	Semiendémica	2	1	1	-
	Basileuterus rufifrons	Chipe gorra canela común	-	LC	Cuasiendémica	7	-	2	5
	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	LC	Semiendémica	4	-	1	3
	Sporophila torqueola	Semillero rabadilla canela	-	LC	Endémica	2	-	-	2

NOM-059: NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a Protección Especial, A: Amenazada, UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, LC: Preocupación Menor, AP: Área de Proyecto, AI: Área de Influencia, RE: Región Ecológica

En los anexos **Anexo 3.46 Especies NOM-059 y endemismos fauna: Anexo 3.47 Listado de especies NOM-059 y endémicas de fauna, Anexo 3.48 Planos con especies de fauna en NOM-059, Anexo 3.49 Planos con endemismos de fauna** y **Anexo 3.50 KMZ de las especies en NOM-059 y endémicas de fauna**, se desglosa el listado de especies endémicas o protegidas así como su ubicación dentro del área de proyecto, a la vez se puede consultar su distribución en el **Anexo 3.51 Mapas de distribución potencial de las especies de fauna en NOM-059 y Anexo 3.52 Mapas de distribución potencial de las especies endémicas de fauna**.

Valor de importancia de la especie en la Región Ecológica

Mediante este análisis se identifica cuáles especies tienen mayor importancia ecológica dentro de la Región Ecológica, considerando su grado de protección, distribución, relación con la vegetación y el endemismo, asimismo permite priorizar acciones de conservación y evaluar los posibles impactos ambientales que podrían tener las especies más relevantes y/o vulnerables. La metodología y resultados del análisis del Valor de Importancia de las Especies se desglosa en **Anexo 3.13 Metodología del muestreo de fauna y Anexo 3.21 VIES e Importancia del Hábitat (IH)**.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. Parámetros evaluados y valor correspondiente

Abreviatura	Parámetro evaluado	Puntaje	Abreviatura	Parámetro evaluado	Puntaje
Pr	Sujeta a Protección especial	1	D-R	Distribución restringida en el país	3
A	Amenazada	2	D-P	Distribución pequeña en el país	2
P	En Peligro de Extinción	3	D-A	Distribución amplia en el país	1
NT	Casi Amenazado	1	TVG 1	Un tipo de vegetación	3
VU	Vulnerable	2	TVG 2	Dos tipos de vegetación	2
EN	En Peligro	3	TVG +3	Tres tipos de vegetación	1
CR	En Peligro Crítico de Extinción	4	SE	Servicios ecosistémicos	1
Ap1	Apéndice 1 de la CITES	3	M	Especie migratoria	1
Ap2	Apéndice 2 de la CITES	2	DT	Depredador tope	1
Ap3	Apéndice 3 de la CITES	1	A	Especie acuática	2
E	Especie endémica	4	SEMA	Especie semiacuática	1
SE	Especie cuasiendémica	2	V	Vulnerabilidad ante el cambio	1
CE	Especie semiendémica	2	SOM	Especie sombrilla	1

El valor más alto obtenido (VIES) se dividió en tres rangos, especies Alta Importancia (9-12); especies Mediana Importancia (5-8) y especies de Baja Importancia (0-4). De acuerdo con lo anterior, se obtuvieron cinco especies en el rango Alta Importancia, 42 especies con Mediana Importancia y 62 con Baja Importancia.

Tabla 5. Especies de Alta Importancia

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	UICN	CITES	Endemismo	VIES
Reptiles	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon integrum*	Tortuga pecho quebrado mexicana	Pr	LC	-	-	12
Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul	-	LC	Apéndice II	Semiendémica	9
			Selasphorus calliope	Zumbador garganta rayada	-	LC	Apéndice II	Semiendémica	10
			Selasphorus rufus	Zumbador canelo	-	NT	Apéndice II	-	9
	Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	LC	Apéndice II	-	9

NOM-059: NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr: Sujeta a Protección Especial, , UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, LC: Preocupación Menor, NT: Casi Amenazado, CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CONSULTA PÚBLICA

III.5. Índices de diversidad biológica

Flora

A continuación, se presenta el resultado del cálculo de diversidad en cada área para los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo, epífito y herbáceo de los diferentes tipos de vegetación para la campaña realizada en la temporada de secas.

Tabla 3. 9. índices de diversidad y equitatividad por área y tipo de vegetación en la temporada de secas

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre de índice (Shannon-Wiener, Simpson, IVI)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	R	
Flora – temporada de secas	Bosque de encino	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.58	1.28	Diversidad baja con equitatividad media-alta. Lo anterior refiere a una riqueza reducida, sobre todo en el AI, y una composición homogénea de la comunidad.
			Pielou	Equitatividad	-	0.70	0.72	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	1.26	1.86	La diversidad es baja en el AI y media en la RE, la equitatividad es media-alta en ambos casos, ligeramente mayor en la RE, indicando una mayor complejidad en este.
			Pielou	Equitatividad	-	0.70	0.81	
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.27	0.93	Tanto la diversidad como la equitatividad del estrato cactáceo resultaron ser bajas en el AI, lo que sugiere comunidades de muy pocas especies, coincidiendo con la riqueza observada de dos, y una gran dominancia de una de ellas. La diversidad en la RE es más
			Pielou	Equitatividad	-	0.39	0.85	

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre de índice (Shannon-Wiener, Simpson, IVI)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
								elevada que en el AI, pero aún considerada baja, y por el contrario, la comunidad está distribuida de manera más bien homogénea en esta área.
		Trepador/ Epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.02	0.16	Diversidad y equidad muy bajas, de forma marcada en el AI. Dichos resultados se explican a partir de una riqueza de tan solo dos especies en cada zona, con abundancias elevadas de *Tillandsia recurvata.*
			Pielou	Equitatividad	-	0.02	0.22	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	2.46	2.34	La diversidad de herbáceas es alta en las áreas donde se presentan los BQ, por su parte los resultados de equidad reflejan que las comunidades de este estrato tienden moderadamente a la homogeneidad. Se tiene un sistema relativamente complejo y estable.
			Pielou	Equitatividad	-	0.81	0.75	
	Selva baja caducifolia	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.51	1.13	1.12	El AI presenta diversidad más alta entre las áreas, seguida de la RE y el AP, sin embargo, todas cuentan con una diversidad baja. El mismo patrón se observa respecto a la equidad, siendo el AI, la única que tiende más hacia la homogeneidad que a la heterogeneidad.
			Pielou	Equitatividad	0.37	0.63	0.46	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	2.18	1.97	2.03	Las tres áreas presentan diversidades y equidades muy similares en este estrato. El AP es la de mayor diversidad, alcanzando un nivel medio diversidad respecto a uno bajo de las otras dos. En cuanto a la equidad las tres comunidades se muestran moderadamente homogéneas.
			Pielou	Equitatividad	0.73	0.75	0.66	
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.72	1.15	1.43	La diversidad es baja en todas las áreas. La RE conserva la mayor diversidad, pues mantiene una mayor riqueza y un buen nivel de homogeneidad, por su parte, aunque el AP y el AI tienen cuatro especies cada una, el AP resultó ser estructuralmente menos homogéneo y complejo, reduciendo su valor de diversidad.
			Pielou	Equitatividad	0.52	0.83	0.80	
		Trepador/ Epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	0.61	0.47	0.56	Diversidad y equidad bajas, mayormente en el AI. Se tiene una baja riqueza y alta dominancia.
			Pielou	Equitatividad	0.55	0.29	0.41	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	2.01	2.29	2.58	El AP muestra los valores más bajos de ambos índices, con una diversidad media y equidad moderada. El AI y la RE presentan una diversidad alta en este estrato, con poca dominancia.
			Pielou	Equitatividad	0.61	0.73	0.74	
	Pastizal inducido	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.85	1.01	1.18	Diversidad baja, con equidad media para el AP y AI y equidad media-alta para la RE. La comunidad de la RE se encuentra en mejor equilibrio.
			Pielou	Equitatividad	0.48	0.48	0.73	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	1.44	2.20	2.25	

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre de índice (Shannon-Wiener, Simpson, IVI)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
			Pielou	Equitatividad	0.54	0.78	0.76	El AP muestra los valores más bajos de ambos índices, con una diversidad media y equidad moderada. El AI y la RE presentan una diversidad alta, con una homogeneidad moderada.
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.53	1.68	1.69	El AP muestra los valores más bajos de ambos índices, con una diversidad baja y equidad moderada. El AI y la RE presentan una diversidad media en este estrato, con poca dominancia.
			Pielou	Equitatividad	0.48	0.81	0.81	
		Trepador/ Epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	0.58	0.77	0.49	Diversidad baja por la presencia de poca riqueza. Equidad baja en la RE, donde encontró alta dominancia; media en el AP y media-alta en el AI.
			Pielou	Equitatividad	0.53	0.70	0.30	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	1.96	2.10	2.41	Diversidad media en el AP y alta en el AI y la RE. Equidad con una tendencia de baja a moderada hacia la homogeneidad, principalmente en la RE, que es el área con mayor complejidad y equilibrio respecto a las comunidades de herbáceas de los pastizales naturales.
			Pielou	Equitatividad	0.65	0.61	0.71	
	Vegetación riparia	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	1.35	-	Solo se presenta esta vegetación en el AI. Cuenta con una diversidad baja y equidad moderada.
			Pielou	Equitatividad	-	0.54	-	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	2.38	-	Diversidad alta, con un valor de equidad que indica una distribución similar de la frecuencia de las especies de integran este estrato.
			Pielou	Equitatividad	-	0.76	-	
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.68	-	Diversidad baja, pero una equidad muy elevada, lo que siguiere un sistema altamente equilibrado, aunque con poca riqueza.
			Pielou	Equitatividad	-	0.98	-	
		Trepador/ Epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.47	-	Diversidad baja y equidad moderada. Dichos resultados se explican a partir de una riqueza de tan solo tres especies en el área, con abundancias elevadas de *Tillandsia recurvata.*
			Pielou	Equitatividad	-	0.43	-	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	1.73	-	La diversidad de esta comunidad es media, y su equidad media-alta.
			Pielou	Equitatividad	-	0.67	-	

Por su parte, también se presenta el resultado del cálculo de diversidad en cada área para los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo, epífito y herbáceo de los diferentes tipos de vegetación para la campaña realizada en la temporada de lluvias.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3. 10. índices de diversidad y equitatividad por área y tipo de vegetación en la temporada de lluvias

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre de índice (Shannon-Wiener, Simpson, IVI)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
Flora - temporada de lluvias	Bosque de encino	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	1.35	1.47	En este tipo de vegetación, el estrato arbóreo presenta valores de diversidad bajos, muy cercanos a medios, y una equitatividad media, muy cercana al alta. Estos resultados son típicos de este tipo de vegetación en la que el estrato arbóreo es dominado por *Quercus*, presentando en ambos polígonos una distribución relativamente equilibrada.
			Pielou	Equitatividad	-	0.75	0.76	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	1.80	2.53	El estrato arbustivo presenta diversidad y equitatividad medias. Estos resultados son propios del BQ y sugieren que la riqueza presente se distribuye de manera equitativa.
			Pielou	Equitatividad	-	0.78	0.88	
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.00	1.19	El estrato cactáceo en el AI únicamente cuenta con una especie, por lo que no se pueden estimar los índices de diversidad. Por su parte, en la RE este presenta valores de diversidad bajos con equitatividad media, indicando que las especies se encuentran distribuidas de una manera relativamente equilibrada.
			Pielou	Equitatividad	-	-	0.74	
		Trepador/ epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	-	0.04	0.16	Los valores correspondientes al estrato trepador/epifito sugieren una diversidad y equitatividad muy bajos, en los que existe una dominancia muy marcada por una o pocas especies, y, por lo tanto, su distribución no es equitativa.
			Pielou	Equitatividad	-	0.03	0.12	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	2.81	3.31	El estrato herbáceo alcanza los mayores valores de diversidad en el bosque de encino (medios-altos) con una equitatividad alta. Los resultados sugieren que la alta riqueza de este estrato se distribuye de manera equilibrada en este tipo de vegetación.
			Pielou	Equitatividad	-	0.80	0.78	
	Pastizal inducido	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.00	0.74	0.62	En este tipo de vegetación, el estrato arbóreo presenta una diversidad y equitatividad nulas en el AP debido a que solo se registró una especie, mientras que en el AI y la RE tienen una diversidad baja y equitatividad media y alta, respectivamente. Esto sugiere que pocas especies dominan el estrato y que se distribuyen de manera relativamente equitativa a equitativa en este ecosistema.
			Pielou	Equitatividad	-	0.67	0.90	

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre de índice (Shannon-Wiener, Simpson, IVI)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	1.20	1.69	0.11	El AP y la RE cuentan con valores de diversidad bajos en el estrato arbustivo, con equitatividad media y baja respectivamente, evidenciando dominancia de parte de una o pocas especies que tienen una distribución relativamente equilibrada a no equilibrada. Por su parte, el AI cuenta con una diversidad y equitatividad medias, sugiriendo que la riqueza se encuentra distribuida de una manera relativamente equilibrada.
			Pielou	Equitatividad	0.67	0.66	0.17	
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	-	1.02	1.24	El estrato cactáceo tiene una diversidad baja en el AI y la RE, con una equitatividad media y alta, respectivamente. Esto sugiere que las pocas especies presentes se distribuyen de manera equilibrada en este tipo de vegetación.
			Pielou	Equitatividad	-	0.63	0.90	
		Trepador/ epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	0.35	0.00	0.00	El estrato trepador/epifito únicamente se encuentra presente en la AP, donde cuenta con una diversidad baja y equitatividad media. Al ser un tipo de vegetación que presenta pocos árboles, es esperado que cuente con una diversidad baja en este estrato.
			Pielou	Equitatividad	0.50	-	-	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.87	2.15	2.45	En el AP, el estrato herbáceo presenta niveles de diversidad bajos y equitatividad media, sugiriendo que la baja riqueza se distribuye de manera relativamente equilibrada. Por su parte, en el AI y la RE, los valores de diversidad son medios, al igual que la equitatividad, propio de este tipo de vegetación donde la perturbación favorece a la aparición de hierbas oportunistas durante la temporada lluviosa.
			Pielou	Equitatividad	0.63	0.59	0.77	
	Selva baja caducifolia	Arbóreo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.53	1.47	1.34	El estrato arbóreo en la SBC cuenta con diversidad baja en general, así como con una equitatividad de baja a media, siendo más alta en la AI. Esto sugiere que existe dominancia de parte de una o pocas especies y que estas se distribuyen de manera no equilibrada a relativamente equilibrada.
			Pielou	Equitatividad	0.27	0.76	0.61	
		Arbustivo	Shannon-Wiener	Diversidad	0.87	2.53	1.84	El estrato arbustivo de la SBC presenta valores de diversidad bajos en el AP y equitatividad media, sugiriendo que hay dominancia de una o pocas especies. Por su parte, la diversidad en el AI y RE es media con equitatividad alta en la AI y media en la RE, mostrando que no hay una dominancia muy evidente y que las
			Pielou	Equitatividad	0.59	0.88	0.63	

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Tipo de vegetación	Estrato	Nombre de índice (Shannon-Wiener, Simpson, IVI)	Parámetro	Valor del índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
					AP	AI	RE	
								especies se distribuyen de manera relativamente equilibrada.
		Cactáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	1.32	1.19	1.81	En todos los polígonos se desarrolla una diversidad moderada, encontrándose más equitativamente distribuidas en la RE y de manera relativamente equilibrada en el AP y AI.
			Pielou	Equitatividad	0.74	0.74	0.83	
		Trepador/ epífito	Shannon-Wiener	Diversidad	1.11	0.46	0.39	En todos los polígonos se desarrolla una diversidad baja con equitatividad baja excepto en la AP, donde es media. Esto indica que hay una dominancia muy marcada por parte de una especie, y que no se encuentran distribuidas de una manera equitativa.
			Pielou	Equitatividad	0.69	0.1	0.19	
		Herbáceo	Shannon-Wiener	Diversidad	2.71	3.31	3.03	El estrato herbáceo del AP presenta una diversidad media, cercana al alta. Por su parte, tanto el AI como la RE, cuentan con diversidad alta y equitatividad media. En todos los polígonos la equitatividad es media, lo que indica que la distribución de la riqueza de hierbas en este tipo de vegetación es relativamente equitativa.
			Pielou	Equitatividad	0.69	0.78	0.71	

La condición secundaria de una vegetación es dada por el nivel de disturbio que se observa en su composición y estructura. Por ello, en el presente documento las vegetaciones secundarias se caracterizaron como parte de su vegetación clímax correspondiente. Así, la caracterización de los tipos de vegetación refleja el estado del ecosistema y se define si su condición es primaria o secundaria.

Conclusión

En la RE se presentan tres tipos de vegetación, los cuales son: bosque de encino, pastizal inducido y selva baja caducifolia, además de presentarse en estado secundario el bosque de encino y la selva baja caducifolia. Esta diversidad de vegetaciones se debe en gran parte por factores bióticos como abióticos, tales como la topografía del área, los microclimas, el tipo de suelo, los nutrientes de la tierra y la erosión del suelo. Dentro del AP se presentan cuatro tipos de vegetación: bosque de encino, pastizal inducido, selva baja caducifolia y vegetación riparia, en estado secundario solo se registró la selva baja caducifolia. En el AP la vegetación que se observa corresponde al pastizal inducido y selva baja caducifolia, de igual manera se registró en estado secundario a la selva baja caducifolia. Generalmente en la RE se registran mayor número de tipos de vegetación, en este caso el AI presento un tipo de vegetación diferente, esto debido a los microclimas que se presentan en algunas zonas de esta área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

En la temporada de secas, la riqueza florística de la RE del proyecto incluye 38 familias, 81 géneros y 103 especies de plantas; para el AI se registraron 36 familias, 88 géneros y 116 especies; y finalmente, para el AP se reportaron 30 familias, 60 géneros y 74 especies. Las familias mejor representadas en todos los polígonos son Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. La mayor diversidad florística la presenta el AI, seguido por la RE y la AP. La alta presencia de microclimas y hábitats específicos permite la ocurrencia de especies raras en el AI, cuando en AP y SA, estos sitios se encuentran ausentes o son muy escasos.

Por su parte, en la temporada de lluvias, la riqueza de especies en la RE fue de 47 familias, 128 géneros y 186 especies; en el AI se encontraron 44 familias, 111 géneros y 156 especies; por último, en el AP se registraron 31 familias, 64 género y 83 especies. Las familias con una mayor representación fueron las mismas que en la campaña de secas: Asteraceae, Poaceae y Fabaceae, siguiendo el patrón de riqueza que ocurre con frecuencia en el territorio mexicano.

Dentro de los sitios de muestreo realizados durante la campaña de secas se registró la presencia de una especie enlistada en la NOM-059: *Erythrina americana* la cual solo se presenta en la RE. Así mismo, ocurren cuatro especies más categorizadas bajo amenaza en la Lista Roja: *Pistacia mexicana*, *Forestiera tomentosa*, *Bursera cuneata* y *Pinus greggii*.

En la campaña de muestreo correspondiente a la temporada de lluvias se logró registrar dos especies incluidas en la NOM-059: *Cedrela dugesii* (Pr) y *Mammillaria rettigiana* (Pr). En cuanto a las especies presentes en la Lista Roja, fueron observadas cuatro especies: *Bursera cuneata* (NT), *Cedrela dugesii* (CR), *Mammillaria rettigiana* (EN) y *Pistacia mexicana* (NT).

Estructuralmente, la vegetación se organiza en cinco formas biológicas, donde los estratos arbustivo y herbáceo son los componentes dominantes. La abundancia de especies de afinidad tropical y la presencia de algunas áreas de afinidad templada definen la identidad propia de las áreas colindantes con la zona de transición mexicana. En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que, aunque en algunas zonas se muestran signos de alta perturbación, el ecosistema aún presenta elementos clave de la composición original y mantiene sus funciones ecológicas. En concreto, se puede concluir que la vegetación del AP no se compromete, debido a que no se realizará ninguna obra de cambio de uso de suelo y, por ende, la vegetación no se desmontará.

Fauna

Para la evaluación de la diversidad en la comunidad de fauna se utilizaron los índices de Gini-Simpson y de Shannon-Wiener, los cuales se obtienen a partir de la relación entre el número de especies registradas, es decir la riqueza, y la abundancia de cada una de esas especies. Estos dos índices se complementan debido a que, aunque se obtienen a partir de los mismos datos, el índice de Gini-Simpson hace énfasis en la dominancia mientras que el de Shanon-Wiener hace énfasis en la equitatividad.

CONSULTA PÚBLICA

Una descripción detallada de cada índice, la justificación y metodología que se utilizaron se incluye para su consulta en el **Anexo 3.53 Índices de diversidad fauna: Anexo 3.54 Justificación y metodología de los índices de diversidad para fauna, Anexo 3.55 Análisis estadístico Gini-Simpson** y **Anexo 3.56 Análisis estadístico Shannon**.

Tabla 3. 11. Índices de diversidad de la fauna por grupo taxonómico en el AP, AI y RE

Componente	Clase	Nombre de Índice (Shannon-Wiener, Simpson, de Valor de Importancia, entre otros)	Parámetro	Valor del Índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
Fauna	Anfibios	Índice de Gini-Simpson	Diversidad (1-D)	NA	0.1023	NA	La única área que contó con el registro de este grupo fue el AI donde obtuvo un índice de diversidad bajo, asociado a la baja riqueza de especies.
		Índice de Shannon-Wiener	Diversidad (H')	NA	0.2103	NA	En el AP y la RE obtuvieron una diversidad nula, mientras que en el AI se observó una diversidad baja, esto debido a la baja presencia de anfibios en los muestreos.
	Reptiles	Índice de Gini-Simpson	Diversidad (1-D)	0	0.6942	0.4444	Se registró una diversidad baja en el AP aumentando en el AI y la RE, indicando una comunidad con una distribución más uniforme en las especies en estas dos áreas.
		Índice de Shannon-Wiener	Diversidad (H')	NA	1.3667	0.6365	Se registró una diversidad baja tanto en el AI como en la RE, mientras que en el AP se presentó una diversidad nula, asociada a la escasez de registros de este grupo.
	Aves	Índice de Gini-Simpson	Diversidad (1-D)	0.9384	0.9693	0.9635	Se registró una diversidad alta en las tres áreas evaluadas, lo cual reflejan comunidades muy diversas y con una distribución relativamente homogénea de los individuos de las especies registradas.
		Índice de Shannon-Wiener	Diversidad (H')	3.0690	3.7704	3.6081	Las tres áreas presentaron una diversidad alta sugiriendo una distribución relativamente homogénea de los individuos, así como una comunidad con alta riqueza de especies, lo cual es consistente con la capacidad de las aves para utilizar una amplia variedad de hábitats
	Mamíferos	Índice de Gini-Simpson	Diversidad (1-D)	0.2653	0.7788	0.6875	Se obtuvo una diversidad baja en el AP, media en la RE, y alta en el AI indicando que la comunidad fue más diversa en el AI que en la RE y el AP.

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Clase	Nombre de Índice (Shannon-Wiener, Simpson, de Valor de Importancia, entre otros)	Parámetro	Valor del Índice			Análisis y conclusiones de los resultados de los índices
				AP	AI	RE	
		Índice de Shannon-Wiener	Diversidad (H')	1.5367	1.6287	1.4672	El AP y la RE obtuvieron una diversidad baja, sin embargo, en la AI se registró una diversidad media. Esta diferencia podría deberse a una mayor disponibilidad de hábitats para ostentar vida silvestre en el AI.

Conclusiones

Durante los trabajos de campo se registraron 109 especies de vertebrados, siendo el grupo mejor representado el de las aves con 89 especies, seguido de los mamíferos con once, reptiles con siete y anfibios con dos.

El área con mayor riqueza fue el Área de Influencia con 87 especies, siguiéndole la Región Ecológica con 69 y el Área e Proyecto con 37, esta variación en los resultados es atribuida a la disponibilidad y variación de hábitats y rangos altitudinales presentes en el AI, así como los accesos a las diferentes áreas de estudio generando un diferente número de sitios muestreados en cada zona.

Se registraron diez especies en alguna categoría de riesgo enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas el 9% de las especies documentadas durante los trabajos de campo, con representantes de los cuatro grupos taxonómicos muestreados. Además, se identificaron 15 especies con algún grado de endemismo, equivalentes al 14% de las especies documentadas.

Se identificaron cinco especies de alta importancia, destacadas por presentar algún estatus de riesgo de acuerdo con la SEMARNAT, la UICN y el CITES, así como por desempeñar funciones ecológicas relevantes. Entre estas se encuentra la tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*) especie endémica de los cuerpos de agua mexicanos, las tres especies de colibríes (*Lampornis clemenciae*, *Selasphorus calliope* y *Selasphorus rufus*) que contribuyen a la polinización de diversas especies de plantas, y el gavilán de Cooper (*Astur cooperii*) fungiendo como depredador tope al llegar a su adultez.

Los índices de diversidad mostraron que el grupo de aves presentó los valores de diversidad más elevados y consistentes entre el AP, AI y RE, indicando una comunidad con alta riqueza y una distribución relativamente homogénea de los individuos. Los anfibios que estuvieron presentes solamente en el AI obtuvieron valores bajos en el índice de diversidad acordes a la baja riqueza de especies registradas en los trabajos de campo, mientras que los reptiles presentaron valores bajos y medios pudiéndose deber también a la baja riqueza de especies y número de individuos documentados. Por su parte los mamíferos presentaron una mayor diversidad en el AI con respecto a la RE y el AP, esta diferencia podría estar relacionada con la disponibilidad de hábitats aptos para la fauna silvestre en el AI. En conjunto, el

CONSULTA PÚBLICA

AI presentó los valores de diversidad más elevados para varios de los grupos taxonómicos evaluados, mientras que la RE destacó particularmente por la diversidad de aves.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el área de estudio presenta una alta diversidad de vertebrados, con cerca del 25 % de las especies potenciales para el municipio de Guanajuato. Asimismo, se registró la presencia de especies de relevancia ecológica debido a su estatus de conservación y/o grado de endemismo. Lo anterior se presentó aun cuando existe una fuerte alteración, de la vegetación por las actividades antropogénicas en la Región Ecológica, a pesar de ello la importancia del hábitat para la fauna silvestre es alta en su mayoría debido a que gran cantidad de las especies son generalistas en la elección de hábitats.

CONSULTA PÚBLICA

III.6. Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

A continuación, en la Tabla 3. 12 se describe cada uno de los componentes que integran a la Región Ecológica delimitada para el Proyecto.

Tabla 3. 12. Componentes de la RE que interactúan con el Proyecto

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto		
Componentes	**Elemento**	**Descripción**
Biótico	Uso de Suelo y Vegetación INEGI Serie VII	Conforme al análisis geográfico de la Región Ecológica respecto a la carta USV Serie VII de INEGI, en la RE se identifican 7 usos de suelo distintos con predominancia de vegetaciones secundarias o inducidas, siendo los siguientes: Pastizal inducido (58.73%), Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (27.84%), Bosque de encino (8.85%), Agricultura de temporal anual (2.04%), Asentamientos humanos (1.16%), Pastizal natural (0.94%) y finalmente cuerpos de agua (0.4%). Una vez realizados los trabajo en campo se verificó los usos de suelo y vegetación actualmente presentes en el Área del Proyecto, lo que derivó en una clasificación espectral de la vegetación supervisada, determinando que los USV existentes son los siguientes 6 tipos: Matorral subtropical (30.47%), pastizal natural (31.53%), vegetación secundaria arbustiva de matorral subtropical (3.20%), caminos y carreteras (6.93%), mina (18.51%) y pastizal inducido (4.36%).
	Comparativa USV Serie VII INEGI vs levantamiento en campo	Al comparar los datos de la Serie VII de INEGI con los resultados obtenidos en el análisis de campo, se observan diferencias muy marcadas en la cobertura vegetal. La cartografía de INEGI describe un área con fuerte impacto humano, donde predomina el pastizal inducido (58.73%) y una cantidad importante de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (27.84%). En contraste, el análisis del polígono refleja un ecosistema mejor conservado y con mayor presencia de vegetación nativa. Aquí, la comunidad dominante es el matorral subtropical con casi la mitad de la superficie (47.64%), seguido por el pastizal natural (25.82%) y el bosque de encino en condiciones primarias (17.26%). Además, las zonas perturbadas o secundarias son mínimas en nuestros resultados: la vegetación secundaria de encino apenas representa el 1.55% y el pastizal inducido ni siquiera se identificó en el área. Esto demuestra que la realidad actual del sitio difiere significativamente de la generalización que presenta la Serie VII de INEGI.
	Fauna	Derivado del análisis de literatura en primera instancia, se integró un listado potencial de 440 especies potenciales de

CONSULTA PÚBLICA

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto		
Componentes	**Elemento**	**Descripción**
		fauna para el municipio de Guanajuato de las clases Amphibia, Reptilia, Aves y Mammalia, de las cuales, se pudo integrar un listado potencial de 101 especies de fauna de estos mismos grupos faunísticos dentro de la Región Ecológica. Con este antecedente se realizaron los trabajos de campo, a partir de los cuales se registró en la RE un total de 109 especies para las tres áreas de estudio que la conforman, lo que representa un 24.77% del listado potencial previsto. De estas especies, 69 se registraron en el área de la RE, 87 en el AI y 37 en el AP, las cuales se presentan en el **Listado general de fauna** que acompaña esta MIA. Durante los trabajos de campo para el Proyecto se obtuvieron diez registros de especies bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales ocho se encuentran bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial y dos Amenazadas. De estas especies solamente dos fueron registradas en el AP, siendo estas: la culebra lineada de bosque (*Thamnophis cyrtopsis*), y el gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*).
Abiótico	**Clima**	Dentro de la Región ecológica se encuentran dos tipos de clima: C(w0) clasificado como semiárido templado y el tipo C(W1) que es templado subhúmedo, dando como resultado que la temperatura media anual varie entre los 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre los -3°C y 18°C, además la precipitación en el mes más seco menor de 40 mm y presenta lluvias de verano.
	Temperatura	De acuerdo con los modelos realizados a continuación se presentan los rangos de temperatura obtenidos: • Mínima: 7.5 °C a 10.4 °C • Media: 15.5°C a 17.9°C • Maxima: 23°C a 25.5°C
	Precipitación	De acuerdo con el modelo realizado la precipitación dentro de la Región Ecológica va de los 450 mm a los 700 mm anuales.
	Viento	En la Región Ecológica se presentan vientos con velocidades que van de los 130 a los 160 kilómetros por hora, correspondientes a la Zona B según la delimitación de la Comisión Federal de Electricidad respecto a la velocidad de los vientos.
	Riesgos hidrometeorológicos	Los grados de peligro presentados a continuación son de los estados de Guanajuato y Silao de la Victoria: • Sequía: Medio • Tormentas eléctricas: Muy alto

CONSULTA PÚBLICA

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto		
Componentes	**Elemento**	**Descripción**
		• Tormentas con granizo: Bajo • Heladas: Bajo • Bajas temperaturas: Bajo • Ondas cálidas: Medio
	Polvos	El nivel de captura de polvos fugitivos en la Región Ecológica varía entre un nivel medio a alto. En cuanto a las fuentes permanentes de polvo son menos a comparación de las zonas con vegetación en al menos una temporada al año.
	Gases	La mayor parte de la superficie de la RE presenta una emisión nula de gases debido a que no se presentan actividades antrópicas en esas áreas.
	Ruido	Según la clasificación realizada la mayor parte de la Región Ecológica se presenta ruido natural, sin embargo, también se presentan otras clasificaciones según su uso de suelo: Zona minera: ruido artificial constante alto Localidades: artificial constante moderado Zonas agrícolas: ruido artificial esporádico alto
	Geomorfología	• La RE está ubicada en la provincia fisiográfica Mesa del Centro y de la subprovincia denominada Sierra de Guanajuato. • Litología: Basalto, Diorita, Tonalita y Volcanosedimentaria. • Las elevaciones van de los 1,947 a los 2,654. • Pendientes: de los 5° a los 41°. • Rumbo de pendientes: Varia en diferentes direcciones, pero predominan las orientadas al sur. • Topoformas: Sierra
	Riesgos geológicos	Sismicidad: nivel medio. Fallas y fracturas: no se presentan dentro de la RE. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos: se encuentra susceptible.
	Suelos	Predominan los siguientes tres tipos de suelo: p***linthosol, phaeozem, luvisol.***
	Degradación	Se presentan dos tipos de degradación: • Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial en grado moderado debido a la deforestación y remoción de la vegetación Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial en grado fuerte por causa de actividades agrícolas.
	Erosión	A continuación, se enlistan los tipos de erosión presentes: • Hídrica laminar en grado moderado. • Hídrica laminar en grado fuerte.

CONSULTA PÚBLICA

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto		
Componentes	**Elemento**	**Descripción**
		• Hídrica en surcos en grado moderado.
	Hidrología	**Contexto hidrológico:** • Región Hidrológica Administrativa: (VII) Lerma-Santiago-Pacífico (VII) • Región Hidrológica: Lerma Santiago (RH12) • Cuenca del Río Lerma-Salamanca (RH12B) • Subcuenca: Río Guanajuato ((RH12Bd)) **Hidrología superficial:** La Región Ecológica presenta corrientes intermitentes que se forman para drenar el agua de lluvia desde las partes altas, dichas corrientes van desde el primer orden hasta el quinto. Los cuerpos de agua presentes son en su mayoría pequeños bordos de agua utilizados como abrevaderos, a excepción de la Presa Corrales ubicada al sur del área de estudio.
	Geohidrología	La Region Ecológica se encuentra dentro de la limitación del Silao-Romita, el cual tiene un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones 105,046,121 m³ anuales. La unidad geohidrológica en el área es material consolidado con posibilidades bajas. La permeabilidad de la roca según CONABIO es baja a media (localizada)
	Paisaje	Unidades de paisaje presentes: • Unidad de Paisaje 1: Zonas con actividad minera • Unidad de Paisaje 2: Zonas con actividad antrópica • Unidad de Paisaje 3: Zonas con agricultura • Unidad de Paisaje 4: Zonas con pendientes bajas y vegetación dispersa • Unidad de Paisaje 5: Zonas con pendientes medias y vegetación abierta • Unidad de Paisaje 6: Zonas con pendientes altas y vegetación abierta • Unidad de Paisaje 7: Zonas con pendientes altas y vegetación cerrada. **Calidad visual:** Baja: Unidades de Paisaje 1, 2 y 3.

CONSULTA PÚBLICA

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto		
Componentes	**Elemento**	**Descripción**
		Moderada: Unidad de Paisaje 4. Muy alta: Unidades de Paisaje 5,6 y 7. **Fragilidad visual:** Baja: Unidad de Paisaje 1. Media: Unidades de Paisaje 2,3,4,5,6 y 7. **Visibilidad** El proyecto será visible en el 91% de la superficie de la Región Ecológica, mediante que en el otro 9% no lo será.
Socioeconómico	**Estatal**	En 2020, la población en Guanajuato fue de 6,265,796 habitantes, 3,212,290 mujeres y 3,053,506 hombres. Se reportaron 85,076 nacimientos y 41,065 defunciones para el estado de Guanajuato. Guanajuato ocupa el cuarto nivel a nivel nacional respecto a la migración. Población económicamente activa: 95,753 de las cuales 93,436 se encuentran ocupadas
	Municipal	El área de estudio se encuentra ubicada en dos municipios distintos: **Silao de la Victoria** La población de este municipio en 2020 fue de 203,556, 100,073hombres y 103,483 restante mujeres. En 2024 se reportaron 3,344 nacimientos y 889 defunciones. Intensidad migratoria: baja Población económicamente activa: 93,113, 58,020corresponden a hombres y 35,093 a mujeres. Educación: el 5.5% son analfabetas. Salud: 85% de la población esta filiada a alguna institución de seguridad social. Marginación social: bajo. Rezago social: muy bajo. **Guanajuato:** La población de este municipio en 2020 fue de 194,500, de estos 94,038 son hombres y 100,462 mujeres. Se reportaron en 2024 2,600 nacimientos y 8,214 defunciones. Intensidad migratoria: muy baja. Población económicamente activa: 95,753, 55,101 corresponden a hombres y 40,652 a mujeres. Educación: 3.3% de la población analfabeta Salud: 86% de la población esta filiada a alguna institución de seguridad social.

CONSULTA PÚBLICA

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto		
Componentes	**Elemento**	**Descripción**
		Marginación social: muy bajo. Rezago social: muy bajo.

Para mayor claridad y sustento del análisis, En el **Anexo 3.57 Análisis del componente abiótico al interior de la Región Ecológica** se describe el medio abiótico y socioeconómico de la Región Ecológica (RE), con el propósito de caracterizar las condiciones actuales del entorno donde se planea desarrollar el proyecto. Lo anterior permite comprender la dinámica territorial describir de manera integral sus condiciones ambientales, sociales y económicas como parte de una base técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales.

III.7. Diagnóstico ambiental

Para complementar la caracterización del medio biótico y abiótico dentro de la Región Ecológica, se elaboró un Diagnóstico Ambiental (DA), a través del cual se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto y donde tendrán una incidencia los impactos ambientales.

La descripción de los componentes ambientales en la RE del Proyecto son una recopilación de la información obtenida y la generada en el sitio con la que se ofrece una caracterización preoperacional del área donde se establecerá el Proyecto San Ignacio, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales, para el establecimiento de medidas de control, prevención, mitigación y compensación, y para los pronósticos ambientales.

El Diagnóstico Ambiental es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro de la Región Ecológica delimitada para el estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto, a través del cual, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia.

El objetivo que pretende el DA es plasmar tanto de forma descriptiva como en imágenes y planos georreferenciados un modelo de estimación del estado actual y de la calidad de los componentes ambientales con los que interactuará el Proyecto, de acuerdo con la metodología empleada y los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el desarrollo de esta MIA-P.

III.7.1. Metodología para la elaboración del DA

En el contexto ambiental demarcado por el Sistema Ambiental, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentes, de manera que se valorará la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconómico y Cultura, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó

CONSULTA PÚBLICA

su propio peso con base a la metodología de Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés *–Analytic Hierarchy Process*).

El AHP, es una metodología de análisis multicriterio desarrollada a fines de la década del 70 por Thomas L. Saaty (Saaty, 1994; Saaty & Vargas, 1994; Bhushan & Rai, 2004). A grandes rasgos, la metodología emplea matrices cuadradas de comparación por pares, para evaluar la importancia de un componente sobre otro en consideración de un criterio a la vez.

A fin de facilitar el procesamiento de la información, se ha realizado el análisis en un software de uso libre denominado "PriEsT – A Priority Estimation Tool" (Siraj, 2013), basado completamente en el Proceso Analítico Jerárquico.

Conforme a los resultados que arrojó el *PriEsT* una vez ejecutados todos los pasos de la metodología del AHP, se ha determinado un peso específico para cada uno de los componentes que conforman el Sistema Ambiental Regional, lo que representa su nivel de relevancia a la dinámica local del ecosistema respecto a los demás componentes. La ponderación de los componentes ambientales es la que se presenta en la Tabla 3. 13.

Tabla 3. 13. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en la RE

No.	Componente	Peso Ponderado (%)
1	Vegetación	20.1
2	Hidrología	19.7
3	Fauna	18.3
4	Atmósfera	11.2
5	Socioeconomía y Cultura	10.8
6	Suelo	10.2
7	Paisaje y Geoformas	9.7

Los componentes Vegetación, Fauna y Suelo, son los que representan mayor relevancia en el ambiente en consideración de los criterios considerados para la ponderación. En este orden sigue el componente Hidrología, Atmósfera, Paisaje y Socioeconómico y Cultura. Esta información además de ser de importancia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental se utilizará en la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto.

Se asignó un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios también fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participó en la elaboración de la presente MIA-R y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para la RE, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto. De esta manera, cada criterio constituye una capa (*Shp*) que será procesada en el SIG para la definición de los rangos de calidad ambiental estimados.

CONSULTA PÚBLICA

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo con nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado "Valor de Importancia", en una escala de 0 a *n*, siendo *n* el valor del criterio correspondiente, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado "Valor Ponderado". A continuación, en la aplicación de ArcMap del software ArcGIS, se asignaron los valores ponderados de los factores al vector(es) que los representa digital y geográficamente, por componente ambiental.

Para la obtención del Diagnóstico Individual de cada uno de los componentes, todos los shape que lo conforman fueron sobrepuestos y transformados en operaciones matemáticas (sumatorias) de los Grids (matrices representativas de píxel a 5 metros) en el SIG, resultando diversos valores que fueron clasificados en 5 rangos asociados a una etiqueta lingüística que describe el estado de calidad estimado del componente dentro de la Región Ecológica, los cuales van desde un rango bajo a un rango alto, pasando por valores intermedios (medio bajo, medio y medio alto). En otras palabras, el rango de calidad para la clasificación del área por componente resulta de la sumatoria del valor de las cualidades esperadas, o, por el contrario, la carencia de estas, correspondientes a los factores considerados.

La mayoría de los Criterios provienen de planos, modelos o metadatos presentados en la descripción de cada componente ambiental presentada en su respectiva sección del presente Capítulo de la MIA-R. Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente tabla:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 3. 14. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental

Componente Ambiental	Criterio	Plano insumo	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
Atmósfera 11.2	Actividades humanas 5	Capa que se hará (Zonificación de áreas)	Zonas sin afectación	1	5
			Caminos pavimentados	0.4	2
			Caminos no pavimentados	0.2	1
			Localidades urbanas y rurales	0.2	1
			Agostaderos y parcelas	0.2	1
			Actividades mineras	0.1	0.5
			Zonas incendiadas	0.3	0.4
	Captura de polvos fugitivos 1.2	Modelo de captura de polvos	Alto	1	1.2
			Medio	0.5	0.6
			Bajo	0.2	0.2
			Nulo	0.1	0.1
	Ruido 2	Modelo de ruido.	Esporádico moderado	0.1	0.2
			Esporádico alto	0.5	1
			Constante moderado	1	2
	Emisión de partículas 3	Modelo de Emisión de partículas	Alto	0.1	0.3
			Medio	0.3	0.9
			Bajo	0.7	2.1
			Nulo	1	3
Suelo 10.2	Actividades humanas 7.1	Capa que se hará	Zonas sin afectación	1	7.1
			Caminos pavimentados	0.1	0.7
			Caminos no pavimentados	0.4	2.8
			Localidades urbanas y rurales	0.3	2.1
			Agostaderos y parcelas	0.5	3.6
			Actividades mineras	0.1	0.7
			Zonas incendiadas	0.4	2.8
	Tipo de degradación del suelo 3.1	Modelo de tipos de degradación del suelo INEGI	Sin degradación aparente	1	3.1
			Degradación química (pérdida de fertilidad y de materia orgánica)	0.3	0.9
			Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	0.6	1.9
			Erosión hídrica con deformación del terreno	0.5	1.6
Hidrología 19.7	Presencia de cuerpos de agua 4.2	Hidrología del INEGI	Corrientes perenes	1	4.2
			Cuerpos lénticos	0.7	2.9
			Corrientes intermitentes	0.3	1.3
	Ordenes de corrientes 10.2	Modelo de ordenes de corrientes	(n°) 6° Orden (20 m)****	1	10.2
			5° Orden (15 m)	0.8	8.2
			4° Orden (10 m)	0.7	7.1
			3° Orden (5 m)	0.5	5.1
			2° Orden (5 m)	0.3	3.1
			1° Orden (5 m)	0.1	1
	Zonas con potencial de infiltración	Plano de unidades	Material NO consolidado con posibilidades altas	1	5.3
			Material NO consolidado con posibilidades medias	0.1	0.5

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Criterio	Plano insumo	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
	en función del material 5.3	hidrogeológicas*	Material NO consolidado con posibilidades bajas	0.8	4.2
			Material Consolidado con posibilidades bajas	0.5	2.7
Vegetación 20.1	Actividades humanas 5	Plano de Zonificación de áreas Capa nueva	Zonas sin afectación	1	5
			Caminos pavimentados	0.2	1
			Caminos no pavimentados	0.4	2
			Localidades urbanas y rurales	0.3	1.5
			Agostaderos y parcelas	0.5	2.5
			Actividades mineras	0.1	0.5
			Zonas incendiadas	0.5	2.5
	Tipos de vegetación 15.1	Clasificación Espectral de la Vegetación o Usos de Suelo y Vegetación INEGI	Bosque de encino	1	15.1
			Pastizal inducido	0.6	9.1
			Pastizal natural	0.8	12.1
			Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1	15.1
			Vegetación no aparente	0.1	1.5
			Zonas incendiadas	0.5	7.6
Fauna 18.3	Influencia de zonas de ahuyentamiento 18.3	Plano de Zonificación de áreas	Zonas sin afectación	1	18.3
			Caminos pavimentados	0.2	3.7
			Caminos no pavimentados	0.7	12.8
			Localidades urbanas y rurales	0.1	1.8
			Agostaderos y parcelas	0.4	7.3
			Actividades mineras	0.1	1.8
			Zonas incendiadas	0.3	5.5
Paisaje y geomorfología 9.7	Calidad visual del paisaje 4.4	Modelo de calidad visual	Excelente	1	4.4
			Muy Alta	0.7	3.1
			Alta	0.5	2.2
			Moderada	0.3	1.3
			Baja	0.1	0.4
	Fragilidad visual del paisaje 3.2	Modelo de fragilidad visual	Alta	1	3.2
			Media	0.5	1.6
			Baja	0.1	0.3
	Actividades humanas 2.1	Plano de Zonificación de áreas	Zonas sin afectación	1	2.1
			Caminos pavimentados	0.2	0.4
			Caminos no pavimentados	0.3	0.6
			Localidades urbanas y rurales	0.1	0.2
			Agostaderos y parcelas	0.5	1.1
			Actividades mineras	0.1	0.2
			Zonas incendiadas	0.3	0.6
Socioeconómico y cultural 10.8	Actividades económicas 4.2	Capa nueva	Zonas agrícolas	0.5	2.1
			Zonas sin presencia antrópica	0.1	0.4
			Localidades	1	4.2
			Muy bajo	1	2.1

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Criterio	Plano insumo	Factor	Valor de Importancia	Valor Ponderado
	Grado de rezago social por localidad 2.1	Grado de rezago social por localidad, 2010	Bajo	0.7	1.5
			Medio	0.5	1.1
			Alto	0.3	0.6
			Muy Alto	0.1	0.2
	Grados de marginación a nivel localidad CONABIO 1.1	Grados de marginación a nivel localidad, 2010	Muy bajo	1	1
			Bajo	0.7	0.8
			Medio	0.5	0.6
			Alto	0.3	0.3
			Muy Alto	0.1	0.1
	Servicios e infraestructura 3.4	Plano de Zonificación de áreas	Zonas sin afectación	0.1	0.3
			Caminos pavimentados	0.6	2
			Caminos no pavimentados	0.5	1.7
			Localidades urbanas y rurales	1	3.4
			Agostaderos y parcelas	0.4	1.4
			Actividades mineras	0.8	2.7
			Zonas incendiadas	0.1	0.3

Una vez generados los Diagnósticos Individuales de todos los componentes, fueron validados por el equipo antes de pasar al siguiente punto. Seguido de esto, se le asignó a cada uno en el SIG su correspondiente peso ponderado en la Tabla 3. 14 relativo a su relevancia dentro de la RE; y enseguida se integraron todos en un solo modelo, que se realizó sobreponiendo los archivos en formato *Shp* de los Diagnósticos Individuales, haciendo luego una sumatoria con los Grids y clasificando los valores resultantes en cinco rangos empleando el método de rupturas naturales[1], generando así el Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I) de la RE.

Con la finalidad de resumir y esquematizar la metodología empleada para la elaboración del DA-I, en la Figura 3. 4 se presenta el procedimiento seguido que dio origen a los Diagnósticos Individuales de los 7 componentes ambientales y finalmente al Diagnóstico Ambiental Integrado.

CONSULTA PÚBLICA

[1] Rupturas naturales (Jenks), es un método de clasificación estándar en ArcGIS donde las clases de cortes naturales se basan en las agrupaciones naturales inherentes a los datos. Los cortes de clase se caracterizan porque agrupan mejor los valores similares y maximizan las diferencias entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos dónde hay diferencias considerables entre los valores de los datos (Fuente: https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/mapping/symbols-and-styles/data-classification-methods.htm#, recuperada el 10/03/2017).

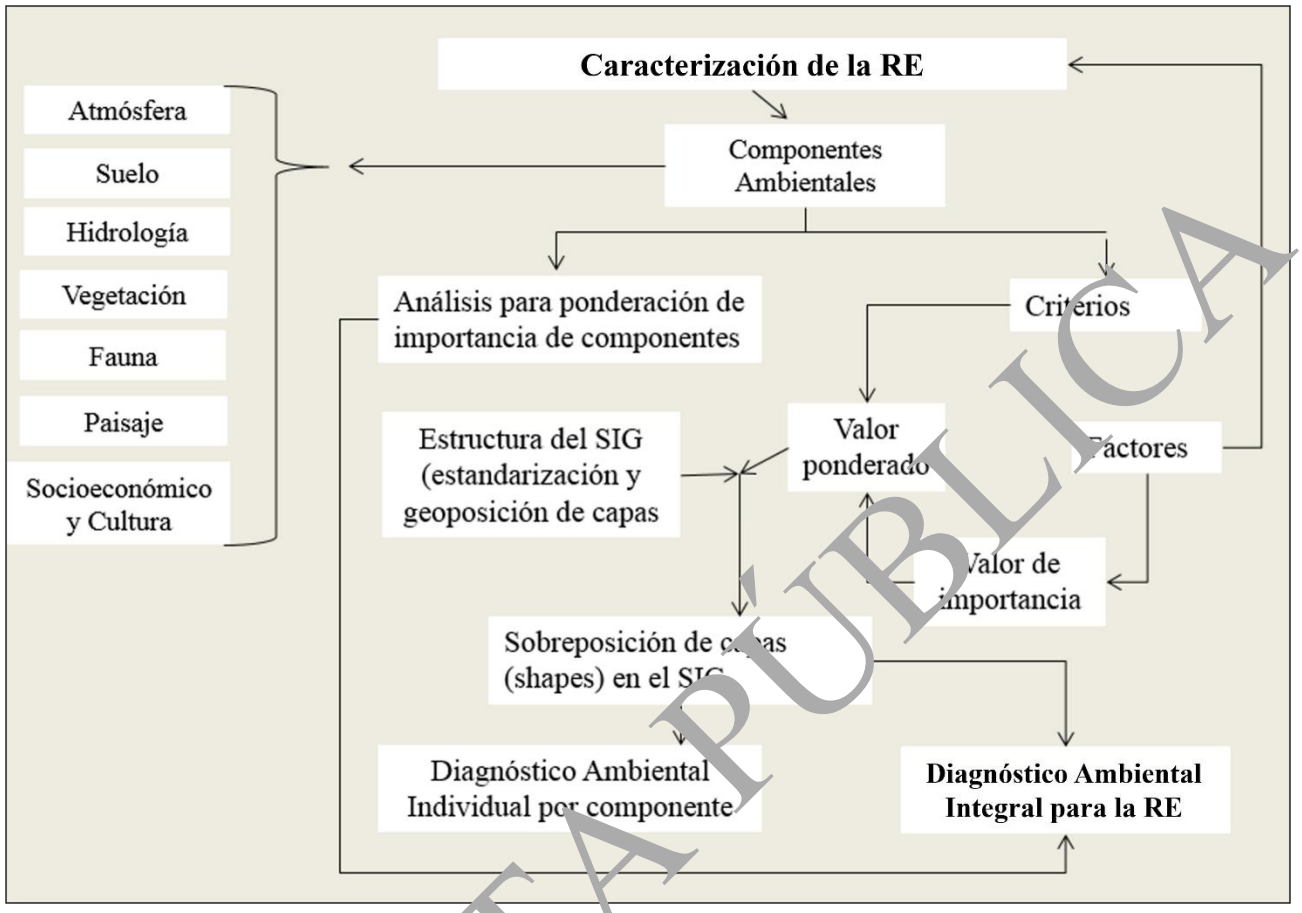


Figura 3. 4. Procedimiento para la generación del Diagnóstico Ambiental Integrado

A continuación, se describen los diagnósticos individuales de los componentes ambientales dentro de la RE; pero antes se presenta un mosaico con los modelos generados en el SIG para los diagnósticos individuales de cada componente. En esta imagen se muestran los valores resultantes del análisis en bruto, del mínimo al máximo valor obtenido y en una escala de grises, con el único fin de mostrar la gama de resultados y el nivel de detalle generado en los modelos conforme a la metodología empleada. La información contenida en estos modelos condujo a la generación de los Diagnósticos Individuales de cada componente (Atmósfera, Suelo, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje y Socioeconómico y cultura) presentados en sus respectivas secciones, que muestran los rangos de calidad resultantes a partir de una partición de rupturas naturales (Jenks) de los valores entre los cinco rangos propuestos, como anteriormente fue descrito, es decir, la escala de valores que resultó para cada componente se dividió en cinco categorías, y se asoció una etiqueta lingüística y un color específico a cada categoría, las cuales van de la Calidad Baja a la Calidad Alta, pasando por valor intermedios (Media Baja, Media y Media Alta).

CONSULTA PÚBLICA

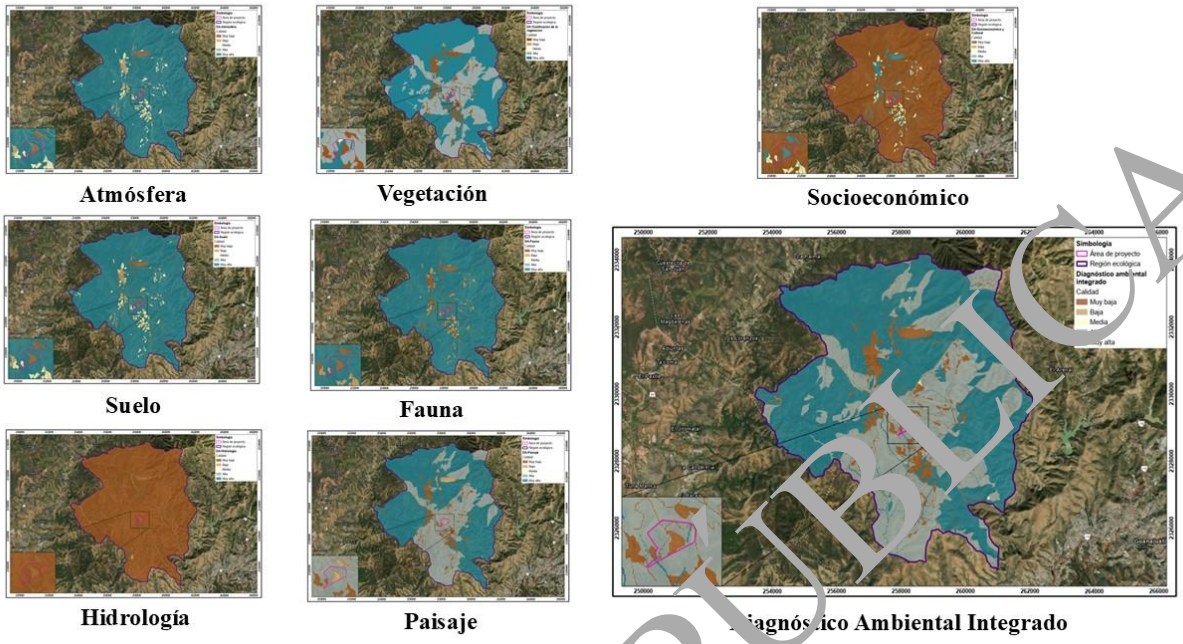


Figura 3. 5. Modelos para los diagnósticos individuales de los componentes sin categorizar

A continuación, se describe el Diagnóstico Individual de los componentes ambientales (Atmósfera, Suelo, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje y Socioeconómico y cultura) dentro de la Región Ecológica, y se presentan las imágenes generadas en el SIG que muestran la calidad de cada componente.

III.7.2. Diagnóstico Ambiental por componentes

III.7.2.1. Atmósfera

Los criterios con incidencia directa sobre la calidad atmosférica están determinados principalmente por las actividades antrópicas que generan ruido artificial, emisiones de partículas y altos niveles lumínicos. De igual manera, se contempló la capacidad propia del medio de absorber o contrarrestar las afectaciones generadas por estas actividades. Las áreas mejor conservadas, donde no se desarrollan actividades humanas, son clasificadas como áreas con ruido natural, lo cual no interfiere con la calidad del componente ambiental.

Conforme lo anterior, se consideró que las áreas donde se desarrollan actividades antrópicas, las de uso de suelo rural, los caminos, las parcelas y las carreteras, son sitios donde puntualmente hay contaminantes atmosféricos que se dispersan de forma variable, dependiendo de las condiciones climáticas, siendo el tipo de cobertura vegetal (abierta, cerrada o dispersa) una barrera física contra la dispersión de algunos contaminantes.

- La calidad atmosférica predominante en la RE fue clasificada como “muy alta” y está representada con el color azul en la mayoría de su superficie.

CONSULTA PÚBLICA

- Hay presencia antrópica y la cobertura vegetal se encuentra distribuida de manera uniforme en toda la RE; las zonas antrópicas en la porción central están representadas en color beige y marrón y corresponden a calidad "media" y "baja" respectivamente, indicando que estas son zonas donde se representan los sitios con mayor influencia y modificación antrópica, así como las áreas con menor (o nula) cobertura vegetal.
- La superficie del Proyecto se encuentra en un área con calidad que varía desde "muy alta" (la mayor parte del AP) hasta "muy baja" (zona sur del AP); lo anterior puede entenderse por la distribución actual de las obras y actividades de la Unidad Minera San Ignacio, siendo que las áreas con calidad muy alta para la atmósfera actualmente no presentan características que provoquen la disminución de la calidad de este componente.

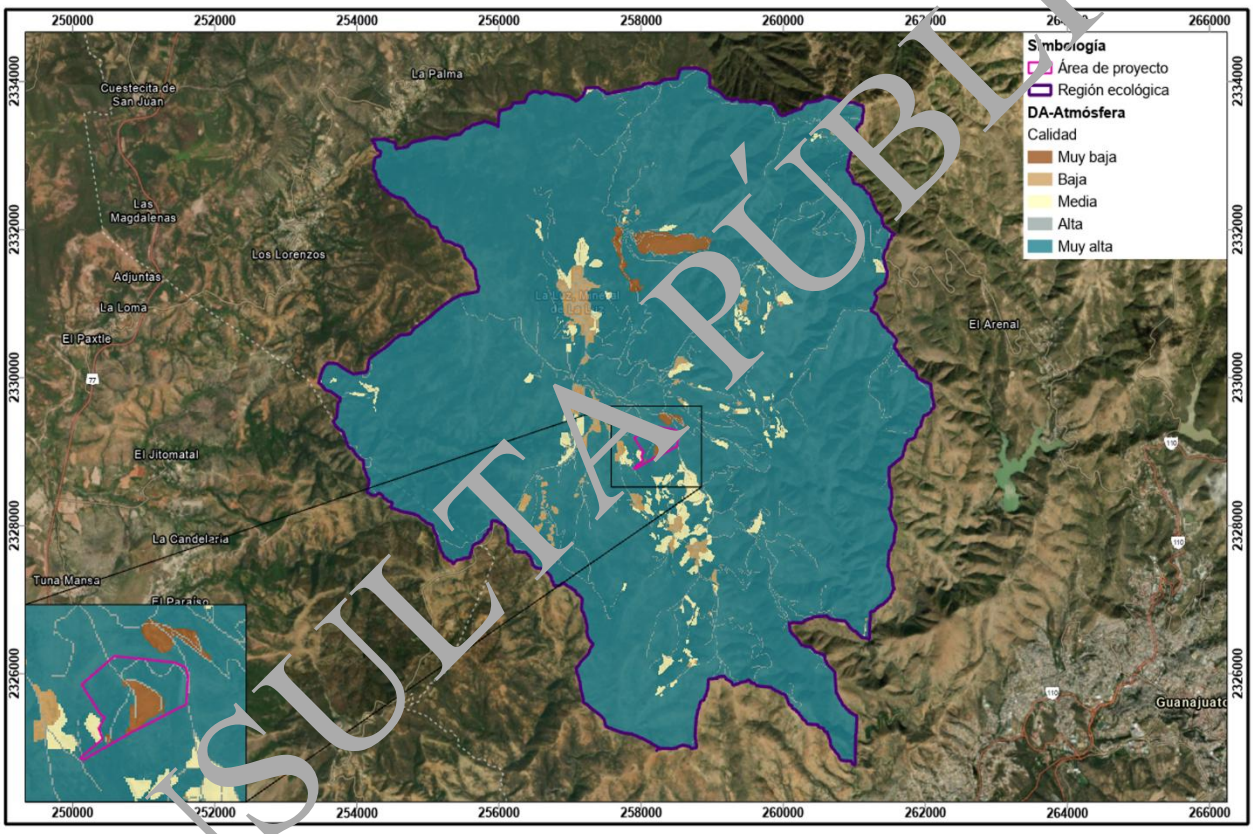


Figura 3. 6. Diagnóstico Individual para el componente Atmósfera

III.7.2.2. Suelo

Los criterios considerados para determinar la calidad del componte suelo fueron la degradación del suelo (obtenido de la información vectorial de INEGI) y actividades humanas, en donde se consideraron zonas sin afectación como aquellas zonas con un mayor valor, mientras que áreas como caminos pavimentados, actividades mineras o localidades urbanas y rurales resultaron en valores bajos.

CONSULTA PÚBLICA

- La calidad "muy alta" predomina en la RE, la cual presenta grados de erosión bajas producto de la alta cobertura vegetal y la alta conservación en la mayoría de su superficie (Figura 3. 7).
- Se encuentran zonas con calidad "media" distribuidas de manera esporádica en la superficie de la RE, ocupando una mayor superficie a nivel Área de Influencia; dichas áreas representan aquellas zonas de la RE donde se pueden encontrar actividades mineras y antrópicas, mismas que han aumentado la degradación del suelo, y que a su vez se caracterizan por ser zonas con presencia de erosión hídrica y eólica moderada.
- La calidad "baja" y "muy baja" con pérdida del suelo superficial se encuentra solamente en áreas con presencia de actividades mineras al norte del AP.
- El proyecto se sitúa en una zona con calidad de suelo que oscila entre "alta" a "baja", donde la zona norte presenta una calidad alta y la zona sur (Unidad Minera San Jerónimo) tiene una calidad "baja", al poseer un baja degradación del suelo y presentar una alta influencia de actividades antrópicas.

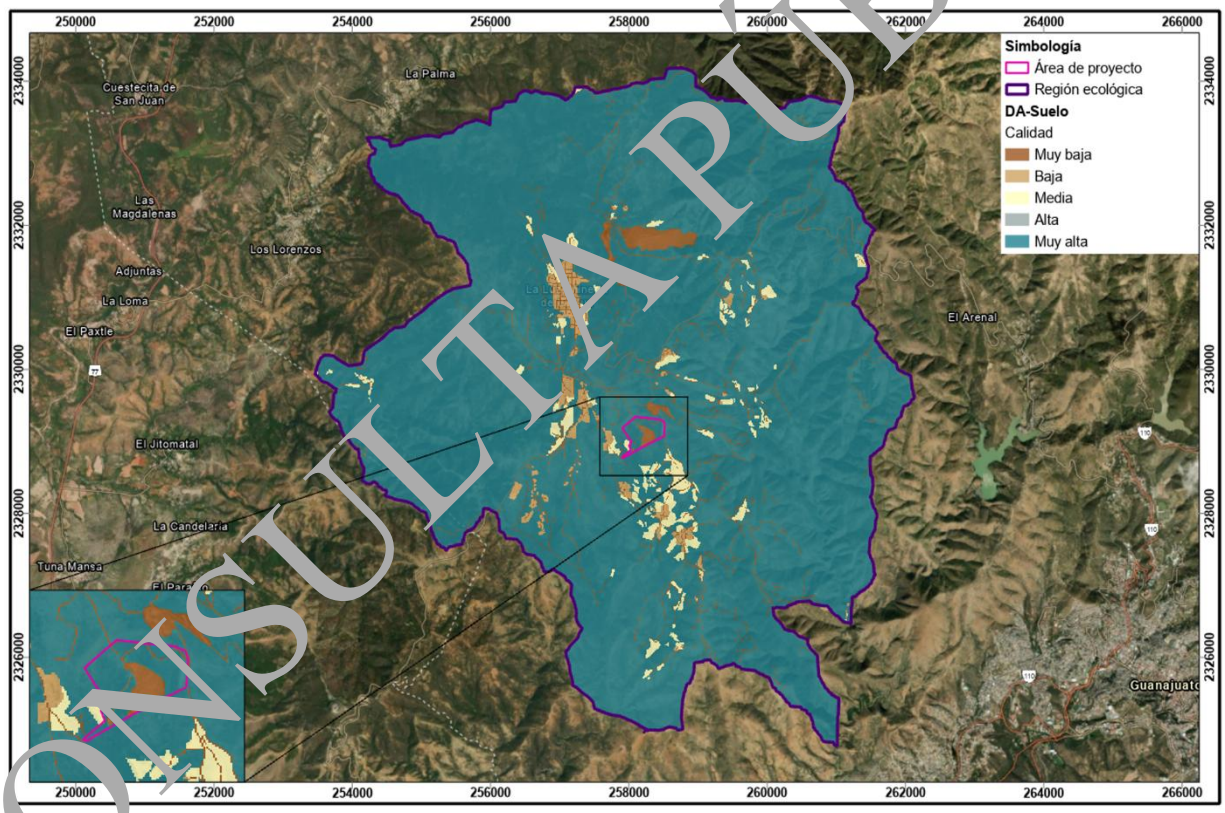


Figura 3. 7. Diagnóstico Individual para el componente Suelo

III 7.2.3. Hidrología

Los criterios considerados para presentar el diagnóstico de calidad del componente de hidrología fueron los cuerpos de agua, los órdenes de corriente, la infiltración, escurrimiento y la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación.

CONSULTA PÚBLICA

Como resultado se obtuvo el modelo de la Figura 3. 8, el cual muestra lo siguiente:

- La mayor parte de la RE presenta una calidad hidrológica "muy baja", caracterizada por presentar pocos o nulos escurrimientos y cuerpos de agua, así como un grado de infiltración bajo.
- Las zonas con mayor modificación e influencia antrópica presentan una calidad "muy baja", ya que, el remover la masa vegetal en su totalidad, ocasionar la pérdida de suelo y pavimentar el área trae consigo consecuencias como: disminución de la infiltración, desviación y modificación de cauces, menor retención de agua y un mayor grado de escurrimiento.
- El área donde será desarrollado el Proyecto se encuentra en una zona con calidad "muy baja" en su totalidad.

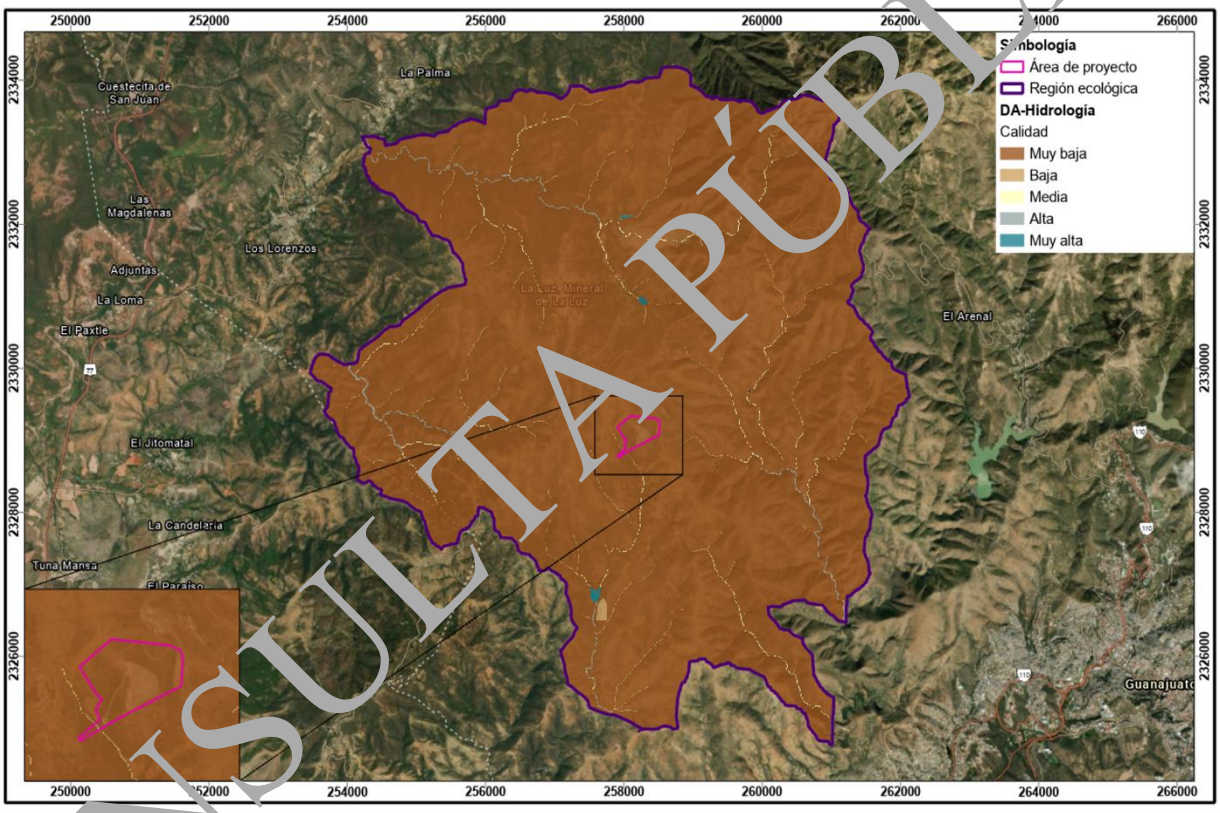


Figura 3. 8. Diagnóstico Individual para el componente Hidrología

III.7.2.4. Vegetación

Las distintas actividades antrópicas y la capacidad de regeneración de la vegetación fueron los criterios incorporados para el diagnóstico de la vegetación. La Figura 3. 9 muestra que la calidad "muy alta" y "alta" predominan en la RE. La regeneración de la vegetación es de baja y media capacidad y la influencia por actividades antrópicas presentes en el área se da principalmente por las actividades antrópicas (mineras) dentro de la misma.

CONSULTA PÚBLICA

- Las áreas con calidad "baja" y "muy baja" corresponden a las zonas donde las actividades antrópicas han dominado por completo, ya sea con localidades rurales, caminos pavimentados, no pavimentados o zonas destinadas a actividades económicas (minería, agricultura u otras actividades).
- El área donde será desarrollado el Proyecto presenta una calidad ambiental predominantemente alta en sus porciones este y oeste, mientras que en la zona central de la misma (ubicación de la UM San Ignacio) presenta una calidad muy baja. Lo anterior se debe a las actividades mineras previas presentes en la Región y que son una característica dominante en la misma, ocasionando así una regeneración lenta de las comunidades vegetales presentes.

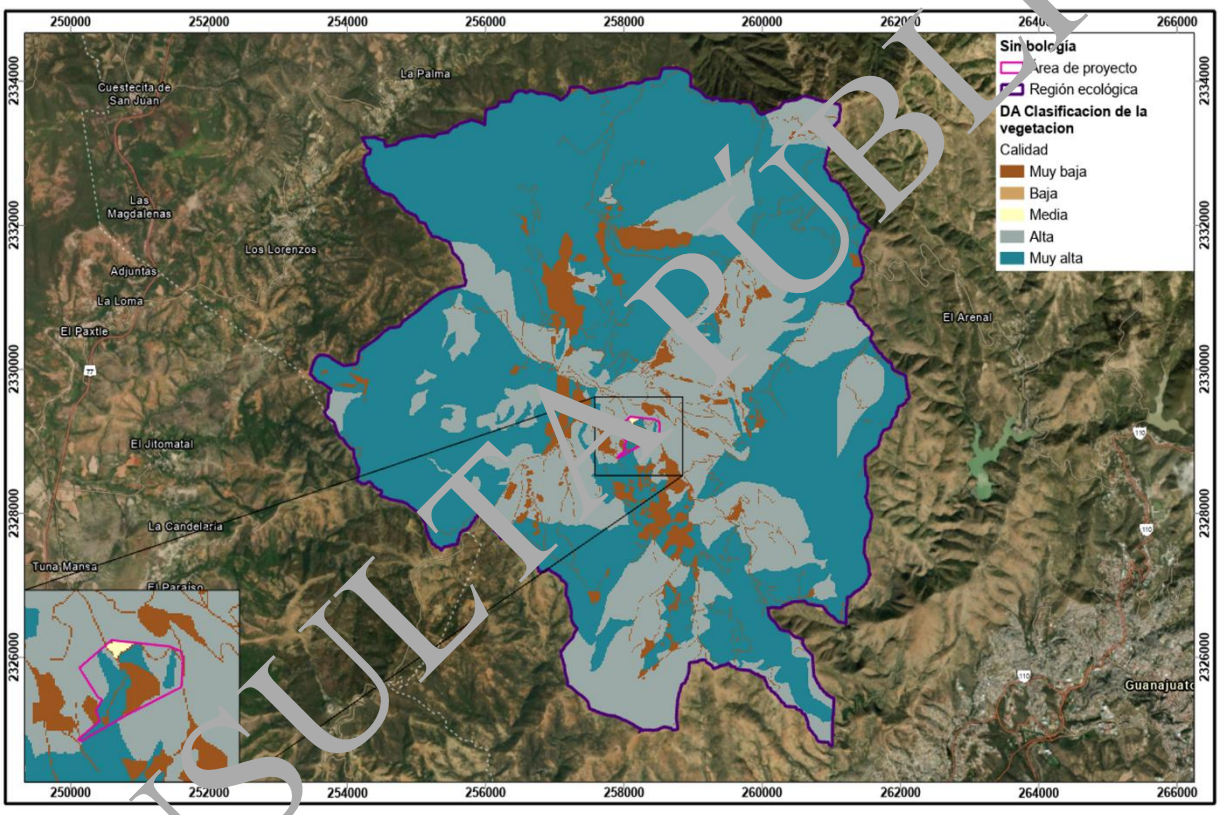


Figura 3. 9. Diagnóstico Individual para el componente Vegetación

III.7.2.6 Fauna

Alrededor de la mitad de la superficie de la RE se observa una calidad de hábitat alta, lo cual se atribuye principalmente a la presencia de vegetación clímax. Sin embargo, las presiones continúas generadas por actividades humanas, tales como la agricultura, ganadería, minería, construcción de caminos y crecimiento poblacional, han tenido efectos negativos sobre la calidad del suelo, agua y aire, lo que ha provocado una degradación significativa de la integridad del hábitat, especialmente de manera localizada. En particular, la minería ha ejercido una presión considerable sobre este entorno, contribuyendo al deterioro de los hábitats para la fauna.

CONSULTA PÚBLICA

A pesar de ello, es relevante señalar que, a medida que nos alejamos de las zonas urbanas y del polígono minero, la calidad del hábitat mejora notablemente. Este cambio positivo se debe a la reducción de la presión antropogénica sobre el medio ambiente, lo que facilita el desarrollo y la recuperación más eficaz de los ecosistemas naturales. La restauración gradual de estos hábitats es esencial para la conservación de la fauna silvestre y el mantenimiento de la biodiversidad en la región, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de mitigación, restauración y compensación que no contribuyan a la degradación ambiental.

Los sitios clasificados con calidad "Alta" corresponden a áreas que cuentan con las condiciones óptimas para la presencia y desarrollo de fauna, así como para la realización de los procesos ecológicos más importantes. Estas zonas suelen presentar una mayor cobertura vegetal y una baja o nula presencia de actividades antrópicas. En contraste, las áreas de calidad "Baja" son aquellas donde predominan las actividades humanas, las cuales actúan como factores de disuasión para la fauna, y se caracterizan por una escasa o nula cobertura vegetal.

El Área del Proyecto se encuentra dentro de una zona de calidad "Baja", debido a que a lo largo de los años se ha generado un gran impacto por actividades antrópicas, particularmente la actividad minera ocasionando modificaciones en las condiciones ambientales y una disminución en la calidad del hábitat para la fauna silvestre.

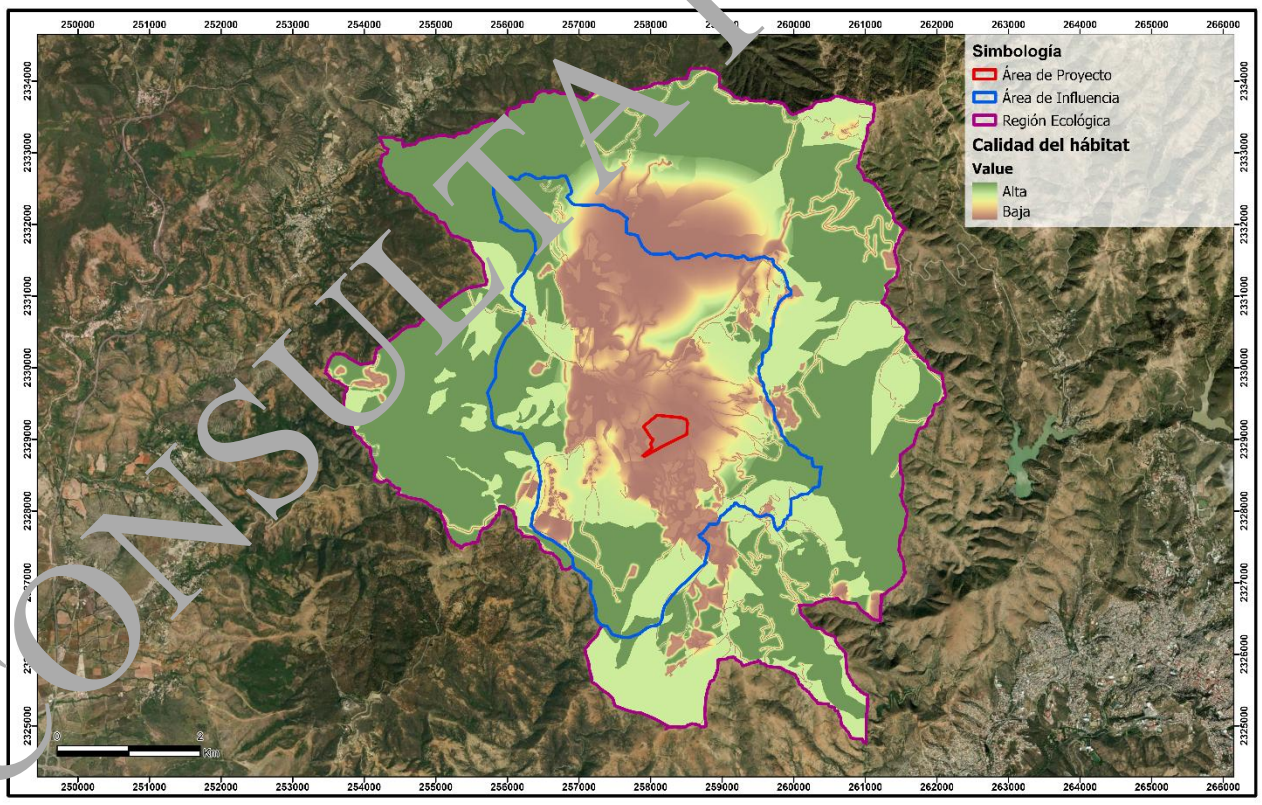


Figura 3. 10. Calidad del Hábitat para la fauna silvestre (Diagnóstico Ambiental)

En los anexos **Anexo 3.58 Diagnóstico ambiental de fauna (InVEST): Anexo 3.59 Justificación y metodología del diagnóstico ambiental de fauna (InVEST)** y **Anexo 3.60 Base**

CONSULTA PÚBLICA

de datos cálculos de InVEST se describe a detalle el procedimiento y resultados de los análisis de diagnóstico ambiental.

III.7.2.7. Paisaje

Para definir la calidad del componente Paisaje, se consideraron dos criterios, los cuales son modelos generados previamente para la caracterización y descripción del paisaje a través de su calidad visual y de su fragilidad visual.

De acuerdo con la valoración realizada de calidad del componente paisaje, la porción norte, oeste, sur se categorizaron con calidad "Alta", "Media alta" a "Media", sitios que se presentan con estructura morfológica con pendientes mayores a 30%, combinaciones de color intensas y variadas, contrastes evidentes entre el suelo, vegetación y rocas, presencia de fauna nativa y áreas de nidificación, reproducción y libre a casi libre de acciones antrópicas estéticamente no deseables.

- En la parte norte, este y oeste de la RE se presentan zonas con calidad muy alta, en donde se presentan pendientes mayores a 70%, alta cobertura vegetal, nula influencia antrópica y alta presencia de fauna nativa.
- Los sitios catalogados con calidad "Baja", se presentan en las estructuras morfológicas con zonas planas, poca combinación de color, baja o nula presencia de fauna nativa y alta influencia de acciones antrópicas estéticamente no deseables; tal es el caso del área del Proyecto y zonas de índole minera al norte de la RE.
- El área donde se desarrollará el Proyecto tiene una calidad del paisaje que varía desde alta a baja debido a su ubicación dentro de actividades antrópicas mineras, donde los elementos visuales se encuentran disminuidos (Figura 3. 11).

CONSULTA PÚBLICA

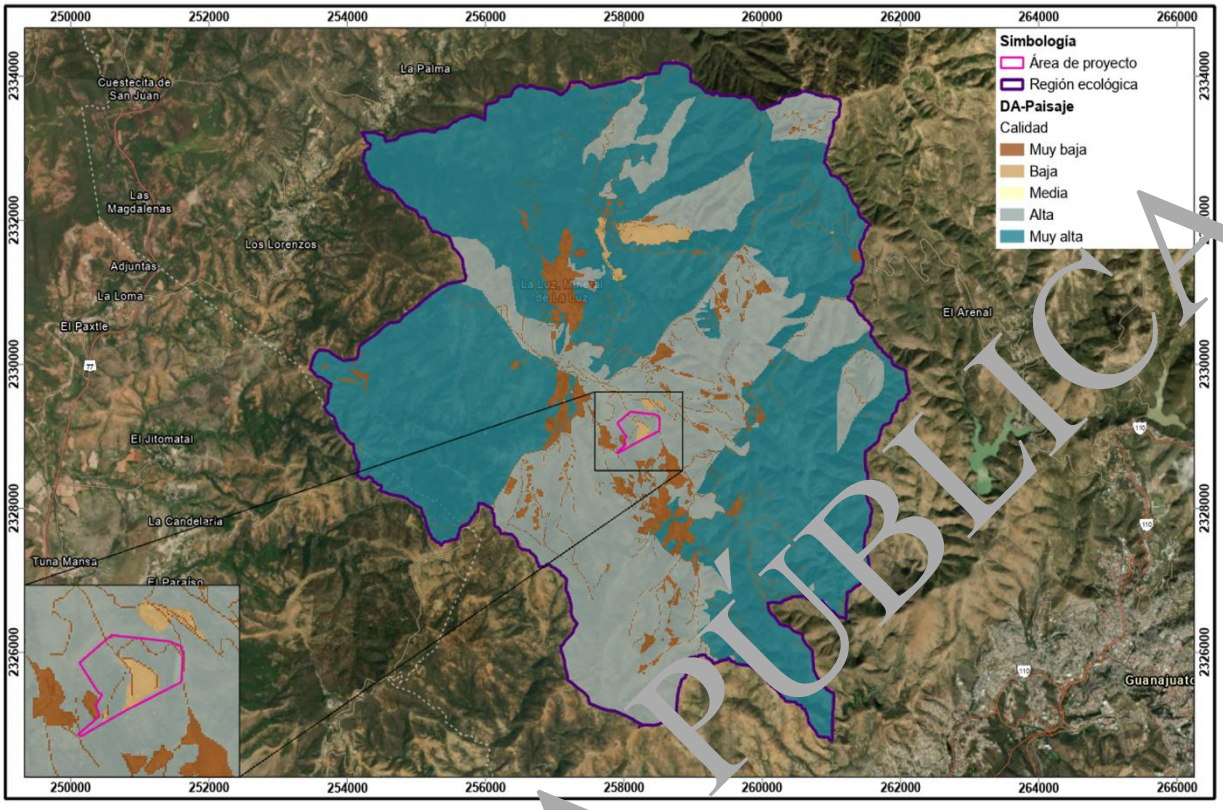


Figura 3. 11. Diagnóstico Individual para el componente Paisaje

III.7.2.8. Socioeconómico y cultura

Para este componente se consideraron las actividades productivas, los servicios y la infraestructura existente en la RE. Asimismo, se integraron al diagnóstico el grado de rezago social y de marginación por localidad (información vectorial de CONABIO).

Los factores evaluados para el diagnóstico socioeconómico y cultura que incrementan conceptualmente la calidad del componente son las localidades rurales, los caminos y actividades antrópicas. De igual manera, se consideró la disponibilidad de servicios y urbanización de áreas como elementos que favorecen la calidad del componente.

Las áreas con calidad "Alta" corresponden a zonas que ofrecen potencial para usos productivos, y donde actualmente se desarrollan actividades económicas las cuales cuentan con infraestructura y servicios. En estas zonas se produce el 100% del capital económico dentro de la RE (comercio local, agricultura y minería). Si bien estas zonas presentan un grado de calidad negativa para los componentes ambientales evaluados anteriormente, al considerar su importancia en términos de desarrollo social y económico (los tres pilares de la sustentabilidad) resultan ser los de mejor calidad y mayor aporte al componente socioeconómico-cultural.

CONSULTA PÚBLICA

- Las zonas con calidad “muy baja” corresponden a las zonas con nula o muy baja presencia antrópica en las cuales no se desarrolla ninguna actividad económica ni reside ninguna comunidad, con un alta cobertura vegetal (Figura 3. 12).
- La superficie del Proyecto donde se pretende realizar el Proyecto presenta una calidad predominantemente “muy alta”, para el área de la Unidad Minera, y baja para las zonas que actualmente no presentan afectación de ningún tipo; con la implementación del proyecto y la nueva infraestructura y servicios, esto aumentará la calidad.

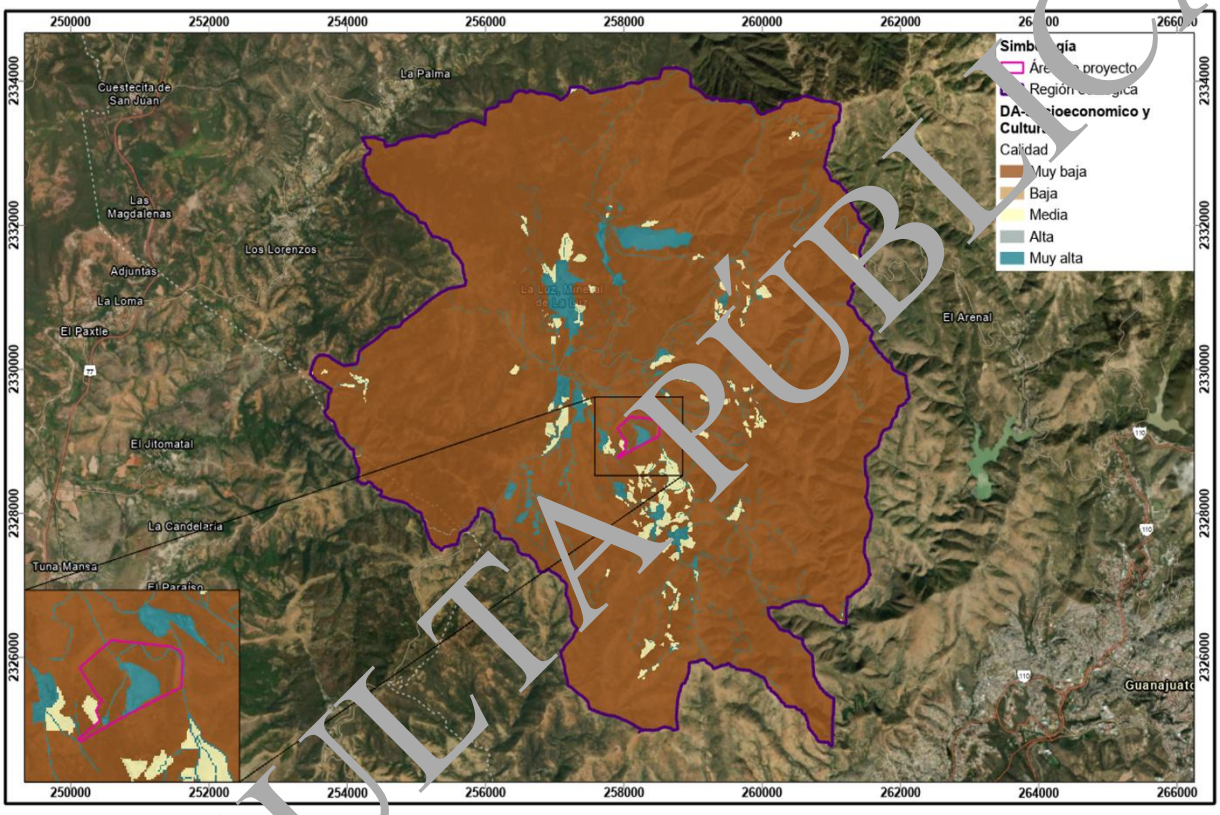


Figura 3. 12. Diagnóstico Individual para el componente Socioeconomía y Cultura

III.7.3. Diagnóstico Ambiental Integrado (DA-I)

Una vez generado el DA-I, se utilizó nuevamente la separación por rupturas naturales y se le añadieron las etiquetas lingüísticas para su clasificación. El resultado final consiste en un diagnóstico del estado (estimado o modelado) del medio ambiente en la RE. Este mismo puede servir de referencia para la proyección de escenarios futuros, a partir de la estimación de los impactos ambientales generados por el Proyecto una vez que esté en desarrollo, y con la aplicación de las medidas de prevención, control, mitigación y compensación.

En seguida se describen las características y el estado actual de cada una de las categorías ilustradas en el DA-I:

CONSULTA PÚBLICA

Calidad Muy Alta:

Esta zona está representada por el color azul obscuro, la clasificación predominante en la RE está descrita por las áreas con:

- Muy Alta calidad del componente atmósfera: al ser una zona con baja y media baja influencia antrópica, la emisión de partículas contaminantes, niveles lumínicos y sonoros artificiales es prácticamente nula. Asimismo, las partículas que pudieran ser emitidas por fuentes móviles son captadas por la densa vegetación del sitio y evitan su dispersión y suspensión en el aire.
- Muy Alta calidad del componente suelo: presenta baja erosión hídrica y eólica y casi nula degradación del suelo, debido a las características intrínsecas de del suelo y por la alta cobertura vegetal en el sitio lo que fomenta la retención de suelo aun cuando se presentan pendientes mayores a 70%.
- Muy Alta calidad del componente hidrología: zona que presenta alta infiltración, bajo y medio escurrimiento debido a la baja o nula influencia antrópica y las características hidrogeológicas, edafológicas y cobertura vegetal. También se presenta alta vulnerabilidad a la contaminación del acuífero.
- Muy Alta calidad del componente vegetación: la vegetación de este tipo de zona cuenta con una capacidad de regeneración media, es decir, en caso de que se degradara la calidad de este sitio, a pesar de ser zonas con cobertura vegetal densa y nula o baja actividad antrópica, el tiempo que tardaría el medio en regenerarse y regresar a una calidad muy alta sería prolongado por el tipo de vegetación y sus características.
- Muy Alta calidad del componente fauna: área con baja o nula presencia antrópica y alta cobertura vegetal, presenta las características adecuadas para un hábitat que propicia el desarrollo y la presencia de fauna.
- Muy Alta y media calidad del componente paisaje: zona con calidad alta del debido a la baja o nula modificación que presenta por actividades antrópicas y una alta fragilidad ya que presenta pendientes mayores al 70%, estos sitios son considerados altamente frágiles al ser expuestas a cambios por acciones antrópicas, por lo tanto, son sitios prioritarios de conservación de calidad.
- Muy Alta calidad del componente socioeconómico y cultural: al ser un área con alta presencia e influencia antrópica, se desarrollan actividades económicas que propician el continuo desarrollo de la región, elevando el valor cultural al sitio.

Calidad Media Alta:

Esta zona está representada por el color gris, está la clasificación se localiza a lo largo de la RE y está descrita por las zonas con:

- Alta y media calidad del componente atmósfera: mismas características que las zonas con calidad Muy Alta.
- Alta y Media calidad del componente suelo: presenta erosión hídrica y eólica moderada con pérdida de suelo superficial y degradación del suelo. Esto se debe a las características intrínsecas de del suelo y del sitio. La alta y muy alta cobertura vegetal en el sitio evita que la pérdida de suelo aumente.

CONSULTA PÚBLICA

- Alta y media calidad del componente hidrología: es un área que en general presenta infiltración y escurrimiento medio debido a la baja influencia antrópica y las características hidrogeológicas, edafológicas y cobertura vegetal. Se identifica como una zona con vulnerabilidad moderada a la contaminación del acuífero.
- Alta calidad del componente vegetación: mismas características que las zonas con calidad Muy Alta.
- Alta calidad del componente fauna: mismas características que las zonas con calidad Muy Alta.
- Alta y media calidad del componente paisaje: mismas características que las zonas con calidad Muy Alta.

Calidad Media:

Esta zona está representada por el color amarillo claro, siendo la que se encuentra presente en menor proporción en la RE, y está descrita por las áreas con las siguientes características:

- Media calidad del componente atmósfera: al ser una zona con media influencia antrópica, la emisión de partículas contaminantes, niveles lumínicos y sonoros artificiales llega a influir en la calidad del componente. La vegetación presente en el sitio es de tipo secundaria y abierta y dispersa, por lo que no evita por completo la dispersión y suspensión de partículas en el aire emitidas y generadas por fuentes móviles.
- Media calidad del componente suelo: la vegetación en el sitio es de tipo secundaria, abierta y dispersa, por lo que, presenta erosión hídrica y eólica moderada con pérdida superficial y degradación del suelo.
- Media calidad del componente hidrología: es un área que presenta infiltración y escurrimiento medio debido a la baja influencia antrópica y las características hidrogeológicas, edafológicas y cobertura vegetal dispersa y abierta. Se identifica como una zona con vulnerabilidad moderada a la contaminación del acuífero.
- Media calidad del componente vegetación: la vegetación de esta zona cuenta con una capacidad de regeneración predominante media y alta, es decir, en caso de que se degradara la calidad de este sitio, el tiempo que tardaría el medio en regenerarse y regresar a una calidad alta o media podría prolongado por el tipo de vegetación y sus características.
- Media calidad del componente fauna: es una zona con influencia antrópica; sin embargo, debido a su cercanía con las localidades y vegetación de tipo dispersa y abierta, no presenta las características más favorables para un hábitat que propicie un alto desarrollo y la abundante presencia de fauna.
- Baja y Media calidad del componente paisaje: en esta zona se presenta una calidad media-baja debido al tipo de vegetación y la poca presencia de fauna nativa. De igual manera se cataloga con fragilidad media-baja, ya que, presenta pendientes menores al 20% y estos sitios no son considerados como frágiles a los cambios por acciones antrópicas.
- Baja y Media baja calidad del componente socioeconómico y cultural: mismas características que las zonas con calidad Muy Alta y Alta.

CONSULTA PÚBLICA

Calidad Baja:

La Región Ecológica delimitada para el presente Proyecto no cuenta con zonas con calidad "baja" dentro de la misma, de acuerdo con lo presentado en la Figura 3. 13.

Calidad Muy Baja:

Esta zona está representada en color marrón y se encuentra distribuida a lo largo de la RE, principalmente en la región central donde se encuentran áreas con las siguientes características:

- Muy baja calidad del componente atmósfera: al ser una zona con muy alta influencia antrópica, la emisión de partículas contaminantes, niveles lumínicos y sonoros artificiales por las actividades desarrolladas en estos sitios es muy alta. Asimismo, las partículas que son emitidas por fuentes móviles o fijas no pueden ser captadas, ya que la vegetación es muy baja (incluso nula), dispersa y abierta. Estas áreas consisten principalmente en localidades y una zona minera.
- Muy baja calidad del componente suelo: al ser terrenos modificados en su totalidad para el establecimiento y desarrollo de comunidades y actividad minera, el suelo ha sido removido en su totalidad.
- Muy baja calidad del componente hidrología: la infiltración en estas zonas es prácticamente nula, ya que, la pérdida de vegetación y suelo, y la impermeabilización de las localidades por acción del asfalto evitan la retención de agua y fomentan el escurrimiento. La vulnerabilidad del acuífero a la contaminación en estas zonas es media.
- Muy baja calidad del componente vegetación: la vegetación en estas zonas ha sido removida casi en su totalidad y fueron destinadas para el desarrollo de localidades rurales y actividad minera. Hay muy poca presencia de vegetación secundaria de forma dispersa y abierta.
- Muy baja calidad del componente fauna: al ser un área con alta influencia y presencia antrópica y muy baja o nula cobertura vegetal, no presenta las características adecuadas para un hábitat que propicia el desarrollo y la presencia de fauna nativa.
- Baja calidad del componente paisaje: es una zona con calidad y fragilidad baja debido a la completa modificación del entorno por influencia y acción de actividades antrópicas, principalmente localidades rurales y actividad minera.
- Alta y Muy alta calidad del componente socioeconómico y cultural: en estas zonas se desarrolla el comercio local, la actividad minera y el establecimiento de la población. Esto le da un valor muy alto a las características sociales, culturales y económicas, ya que, en estos sitios se genera el principal ingreso económico de la población del lugar.

Con lo expuesto anteriormente, enseguida se muestra el Diagnóstico Ambiental Integrado en la Figura 3. 13.

CONSULTA PÚBLICA

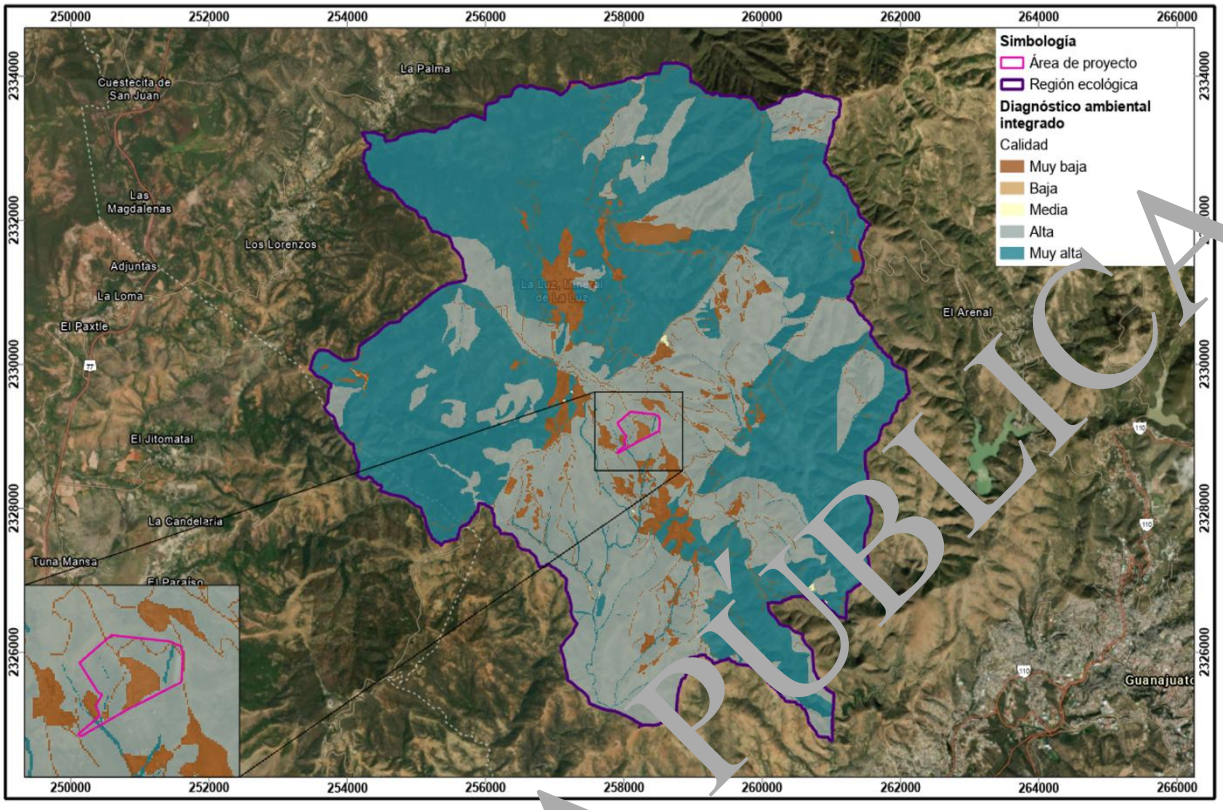


Figura 3. 13. Diagnóstico Ambiental Integrado

III.8. Problemáticas ambientales en la Región Ecológica

Al integrar los componentes ambientales que se encuentran en la superficie de la RE, se determinó la problemática ambiental que se presenta en dicha área.

La problemática ambiental detectada en la RE es generada por acciones antrópicas que al mismo tiempo potencian ligeramente el aceleramiento de la degradación del entorno (RE), a continuación, se describe la problemática detectada:

El área predominante en la huella del Proyecto presenta un grado de calidad "alta" a "muy alta". Predomina la calidad ambiental "alta" en los componentes atmósfera y suelo, "muy baja en hidrología" "muy alta" llegando a "alta" en el componente vegetación, "muy alta" a "alta" en el componente paisajístico, y finalmente muy baja predominantemente para el componente socioeconómico – cultural.

- La RE presenta una calidad sociocultural y económica predominantemente baja, lo cual se debe a la poca presencia de asentamientos humanos y actividades económico-productivas en esta misma, salvo por aquellas regiones que se encuentran dispersas a lo largo de la porción central y sur de la RE; el AI delimitada para el Proyecto presenta más de estas zonas con calidad media a alta.

CONSULTA PÚBLICA

- La calidad del paisaje en la zona central de la RE se encuentra actualmente afectada por la presencia de actividades de índole minera en su mayoría, así como por la presencia de asentamientos en estas mismas áreas; particularmente, las zonas con menor calidad visual y una fragilidad considerable se encuentran en la porción oeste del AI delimitada para el Proyecto.

- El hábitat y distribución de la fauna de la Región Ecológica es en general muy alta, al presentarse zonas sin perturbación en la mayor parte de su superficie. Existen, cerca del proyecto, zonas con calidad ambiental baja y muy baja para la fauna, resultado de la fragmentación del hábitat producto de asentamientos y actividades antrópicas.

- De manera general, la vegetación presenta una calidad alta en la RE, salvo por aquellas zonas desprovistas de esta misma producto de las actividades humanas presentes en su mayoría en la zona delimitada para el Área de Influencia del Proyecto, en la porción oeste y sur.

- La Hidrología de la RE presenta una calidad muy baja casi en su totalidad. Lo anterior se debe a la poca o nula presencia de cuerpos de agua superficiales, corrientes intermitentes o perennes, y la alta capacidad de erosión de esta misma.

- El suelo y atmósfera presentan características en su calidad ambiental similares, siendo que la RE muestra calidades altas para ambos componentes, a excepción de aquellas zonas con perturbaciones existentes, como zonas agrícolas, industriales mineras y en general con poca o nula cobertura vegetal, particularmente en la zona centro del área.

CONSULTA PÚBLICA

III.9. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI

A continuación, en la Tabla 3. 15 se presenta un resumen de las incidencias del Proyecto y su Área de Influencia respecto a los elementos que fueron presentados y descritos en el presente capítulo. Haciendo referencia al grado de incidencia de vegetación dentro del Área del Proyecto, esta se determinó haciendo uso la clasificación espectral de vegetación; por lo anterior, dichas incidencias se presentan como mera referencia, ya que actualmente, las obras descritas ya se encuentran en su etapa operativa.

Tabla 3. 15. Incidencias del Proyecto y su AI respecto a los elementos presentes en la RE

Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI				
Incidencia	**Elemento del Proyecto que incide (ha)**	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto a la superficie del Proyecto/AI**	
Proyecto (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
Pastizal inducido	Área de reforestación #2	0.1916	1.2885	%
	Contrapozo #8	0.04	0.2690	%
	Estacionamiento #1	0.017	0.1143	%
	Área de reforestación #1	0.3544	2.3834	%
	Zona de reubicación de cactáceas	0.1906	1.2818	%
	Contrapozo #5	0.0006	0.0040	%
	Camino área reforestación #3	0.0032	0.0215	%
	Camino #1 Camino principal a caseta	0.01	0.0673	%
	Área de reforestación #3	0.4394	2.9550	%
	Tepetatera #4	0.594	3.9947	%
	Área de maniobras Tepetatera #3	0.0219	0.1473	%
Selva baja caducifolia	Área de reforestación #2	2.0376	13.7030	%
	Tepetatera #3	0.5111	3.4372	%
	Estacionamiento #1	0.0068	0.0457	%
	Tepetatera #1	0.0419	0.2818	%
	Estacionamiento #4 (vehículos pesados)	0.0039	0.0262	%
	Zona de reubicación de cactáceas	0.0656	0.4412	%
	Contrapozo #5	0.0523	0.3517	%
	Bocamina y patio de maniobras	0.0161	0.1083	%

CONSULTA PÚBLICA

Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI				
Incidencia	**Elemento del Proyecto que incide (ha)**	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto a la superficie del Proyecto/AI**	
Proyecto (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
	Acometida #1	0.028	0.1903	%
	Oficina de pueble	0.0323	0.2172	%
	Camino a contrapozo #4	0.04	0.2287	%
	Camino #3 Caseta a Bocamina	0.0258	0.1735	%
	Camino #2 Central de caseta a oficinas	0.0026	0.0175	%
	Camino #1 Camino principal a caseta	0.0153	0.1029	%
	Contrapozo #2	0.003	0.0202	%
	Tepetatera #2	0.0358	0.2408	%
	Contrapozo #4	0.0144	0.0968	%
	Área de reforestación #3	0.0034	0.0229	%
	Tepetatera #4	1.2079	8.1232	%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Área de reforestación #2	0.539	3.6248	%
	Tepetatera #3	0.0251	0.1688	%
	Área de reforestación #1	1.4055	9.4521	%
	Contrapozo #5	0.008	0.0538	%
	Contrapozo #1	0.0049	0.0330	%
	Pileta de agua de laboreo	0.0189	0.1271	%
	Camino peatonal a Bocamina	0.035	0.2354	%
	Acometida #1	0.0187	0.1258	%
	Fosa séptica # 1	0.0043	0.0289	%
	Camino #3 Caseta a Bocamina	0.0026	0.0175	%
	Camino #2 Central de caseta a oficinas	0.012	0.0807	%
	Camino #1 Camino principal a caseta	0.0279	0.1876	%
	Tepetatera #2	0.0597	0.4015	%
	Área de reubicación	0.0046	0.0309	%
	Fosa séptica #2	0.0028	0.0188	%

CONSULTA PÚBLICA

Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI				
Incidencia	**Elemento del Proyecto que incide (ha)**	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto a la superficie del Proyecto/AI**	
Proyecto (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
	Área de reforestación #3	0.319	2.1487	%
	Tepetatera #4	0.7486	5.0344	%
Mina	Área de reforestación #2	0.0	0.0135	%
	Cuarto de control Ore Sorter	0.0095	0.0639	%
	Tepetatera #3	0.7159	4.8010	%
	Caseta principal	0.0011	0.0074	%
	Camino peatonal	0.0167	0.1123	%
	Almacén General	0.0447	0.3006	%
	Estacionamiento #1	0.0848	0.5703	%
	Tepetatera #1	0.1996	1.3423	%
	Estacionamiento #4 (vehículos pesados)	0.0531	0.3571	%
	Bocamina y patio de maniobras	0.0564	0.3793	%
	Compresor de aire #1	0.0082	0.0551	%
	Subestación Eléctrica	0.0092	0.0619	%
	Pileta de agua de laboreo	0.0051	0.0343	%
	34, Almacén temporal de residuos de manejo especial	0.0159	0.1069	%
	33, Almacén temporal de residuos peligrosos	0.0075	0.0504	%
	52, Cuarto de lavado	0.0081	0.0545	%
	53, Filtro de aceite (área de decantación)	0.0059	0.0397	%
	23, Taller de mantenimiento	0.0425	0.2858	%
	20, Estacionamiento #2	0.008	0.0538	%
	19, Estacionamiento #3	0.0175	0.1177	%
	26, Zona de logueo	0.0012	0.0081	%
	29, Área médica	0.0062	0.0417	%
	28, Área de contratistas	0.0372	0.2502	%

CONSULTA PÚBLICA

Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI				
Incidencia	**Elemento del Proyecto que incide (ha)**	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto a la superficie del Proyecto/AI**	
Proyecto (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
	27, Oficinas generales	0.049	0.3315	%
	43, Camino peatonal a Bocamina	0.002	0.0135	%
	30, Baños y vestidores	0.05[illegible]	0.3443	%
	51, Acometida #1	0.0068	0.0457	%
	44, Oficina de pueble	0.01[illegible]5	0.0975	%
	40, Fosa séptica # 1	0.0002	0.0013	%
	12, Área Reubicación #4 Oficinas	0.0061	0.0410	%
	49, Despachador de Diesel	0.0142	0.0955	%
	55, Ore Sorter	0.2507	1.6860	%
	31, Almacén de refacciones	0.0046	0.0309	%
	25, Fragua (cuarto de barras)	0.0049	0.0330	%
	50, Transformador	0.0058	0.0390	%
	15, Camino #3 Caseta a Bocamina	0.0033	0.0222	%
	14, Camino #2 Central de caseta a oficinas	0.1393	0.9368	%
	13, Camino #1 Camino principal a caseta	0.0111	0.0746	%
	37, Tepetatera #2	2.3211	15.6096	%
	3, Contrapozo #[illegible]	0.002	0.0135	%
	46, Área de reubicación [illegible]	0.0451	0.3033	%
	8, Compresor de aire #2	0.0057	0.0383	%
	41, Fosa séptica #2	0.0013	0.0087	%
	24, Oficina de Geología	0.0043	0.0289	%
	39, Tepetatera #4	0.0307	0.2065	%
	56,Área de maniobras tepetatera #3	0.0648	0.4358	%
Caminos y carreteras	10, Área de reforestación #2	0.0154	0.1036	%
	54, Cuarto de control Ore Sorter	0.003	0.0202	%
	38, Tepetatera #3	0.0132	0.0888	%

CONSULTA PÚBLICA

Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI				
Incidencia	**Elemento del Proyecto que incide (ha)**	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto a la superficie del Proyecto/AI**	
Proyecto (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
	35, Caseta principal	0.002	0.0168	%
	17, Camino peatonal	0.015	0.1009	%
	32, Almacén General	0.0	0.0269	%
	21, Estacionamiento #1	0.0182	0.1224	%
	36, Tepetatera #1	0.0879	0.5911	%
	22, Estacionamiento #4 (vehículos pesados)	0.0001	0.0007	%
	45, Zona de reubicación de cactáceas	0.0077	0.0518	%
	5, Contrapozo #5	0.0071	0.0477	%
	42, Bocamina y patio de maniobras	0.044	0.2959	%
	20, Estacionamiento #2	0.0021	0.0141	%
	19, Estacionamiento #3	0.0121	0.0814	%
	43, Camino peatonal a Bocamina	0.0008	0.0054	%
	30, Baños y vestidores	0.0007	0.0047	%
	51, Acometida #1	0	0.0000	%
	44, Oficina de pueblo	0.0008	0.0054	%
	55, Ore Sorter	0.0008	0.0054	%
	50, Transformador	0.0006	0.0040	%
	18, Camino a contrapozo #4	0.0018	0.0121	%
	16, Camino área reforestación #3	0.0601	0.4042	%
	15, Camino #3 Caseta a Bocamina	0.1691	1.1372	%
	14, Camino #2 Central de caseta a oficinas	0.1474	0.9913	%
	13, Camino #1 Camino principal a caseta	0.3313	2.2280	%
	3, Tepetatera #2	0.1621	1.0901	%
	3, Contrapozo #3	0.0015	0.0101	%
	46, Área de reubicación	0.0001	0.0007	%
	11, Área de reforestación #3	0.0391	0.2630	%

CONSULTA PÚBLICA

Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI				
Incidencia	**Elemento del Proyecto que incide (ha)**	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto a la superficie del Proyecto/AI**	
Proyecto (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
	39, Tepetatera #4	0.083	0.5629	%
	56 ,Área de maniobras tepetatera #3	0.0063	0.0424	%
Pastizal inducido	13, Camino #1 Camino principal a caseta	0	0.0000	%
	56 ,Área de maniobras tepetatera #3	0	0.0000	%
Áreas de importancia ambiental	No incide	0	0.0000	%
Corrientes y cuerpos de agua	No incide	0	0.0000	%
Ecosistemas relevantes	No incide	0	0.0000	%
Área de Influencia (De acuerdo con la clasificación espectral de vegetación)				
Pastizal inducido	Área de Influencia	599.9385	34.4950	%
Selva baja caducifolia	Área de Influencia	559.3154	32.1593	%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	Área de Influencia	158.9735	9.1406	%
Mina	Área de Influencia	10.5761	0.6081	%
Asentamiento humano	Área de Influencia	64.2023	3.6915	%
Agricultura	Área de Influencia	88.7839	5.1049	%
Bosque de encino	Área de Influencia	165.6083	9.5221	%
Cuerpo de agua	Área de Influencia	2.1267	0.1223	%
Sin vegetación aparente	Área de Influencia	0.1825	0.0105	%
Desprovisto de vegetación	Área de Influencia	0.9094	0.0523	%
Vegetación ripariana	Área de Influencia	16.146	0.9284	%
Caminos y carreteras	Área de Influencia	72.4406	4.1652	%
Áreas de importancia ambiental	No incide	0	0.00%	%
Ecosistemas relevantes	No incide	0	0.00%	%

CONSULTA PÚBLICA

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

En el Capítulo anterior se realizó una descripción de la situación actual de los recursos ambientales existentes dentro de la Región Ecológica donde se pretende desarrollar el Proyecto. En el presente Capítulo se identificarán los factores ambientales que podrían verse afectados y sus respectivos indicadores de calidad; posteriormente se evaluará el impacto ambiental de las obras y actividades del Proyecto.

IV.1. Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección

Para la determinación de impactos se utilizó la metodología de Vicente Conesa Fernández-Vitoria (1993), en la cual se identifican primeramente aquellos componentes ambientales que podrían ser afectados producto de la realización del Proyecto, mismos que después se clasifican en aquellos que pueden ser cuantificables o cualitativos. Posterior a la identificación de factores afectados, se procede a la determinación de los impactos a estos mismos mediante una matriz de importancia.

La Matriz de Leopold (1971) es una herramienta de evaluación de impacto ambiental causa-efecto que cruza acciones antrópicas con factores ambientales; hace uso de un sistema cualitativo y cuantitativo para valorar la magnitud e importancia de los impactos en las diferentes etapas de un Proyecto. Para determinar la importancia de cada impacto, se valoraron diez atributos o parámetros de referencia (intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad). En las matrices utilizadas las casillas de cruce están ocupadas por los valores correspondientes a los atributos.

En la identificación de los impactos se analizaron las actividades que se ejecutarán en el Proyecto y su relación con cada factor ambiental dentro del Área de Influencia, estableciendo su comportamiento en forma cualitativa según la opinión conjugada de los expertos de diversas disciplinas, es decir, la identificación y evaluación de impactos ambientales se hizo a través de un enfoque multidisciplinario, a través de un grupo de especialistas de entre los que se puede mencionar, un ingeniero forestal, biólogos especialistas en flora y fauna, edafología e ingeniería ambiental, quienes proporcionaron su juicio profesional para el análisis de cada impacto identificado.

La metodología empleada consiste en una secuencia de pasos que conducen progresivamente una revisión general para el análisis particular detallado, a través de la fragmentación y reagrupamiento en conjuntos cada vez más reducidos, de los elementos que interactúan e influyen en la estimación o previsión de los impactos, como lo son las obras/actividades del Proyecto, y los factores representativos de cada uno de los componentes ambientales.

CONSULTA PÚBLICA

IV.2. Descripción de la metodología para la identificación, jerarquización y determinación de los potenciales impactos ambientales a generar con el Proyecto

Para el análisis del medio, el ambiente fue dividido en dos Sistemas: Físico y Socioeconómico y cinco Subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual 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 4. 1).

Tabla 4. 1. Componentes del entorno

Sistema	Subsistema	Componente ambiental
Medio Físico	Medio Inerte	Atmósfera
		Geomorfología
		Hidrología
		Suelo
	Medio Biótico	Flora
		Fauna
	Medio Perceptual	Paisaje
Medio Socio-Económico	Medio Sociocultural	Infraestructura
		Cultura
	Medio Económico	Medio Económico

Posteriormente, de cada Componente Ambiental se identificaron y seleccionaron los principales factores ambientales que serán potencialmente afectados por las obras o actividades del Proyecto durante las etapas del Proyecto San Ignacio.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo con 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 con 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.

CONSULTA PÚBLICA

- 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.
- Insustituible: 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.
- Significancia: importancia para la zona del entorno.

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en la Tabla 4. 2.

Tabla 4. 2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente Ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire - Material Particulado (PST, PM-10) y
	Calidad del aire - Emisiones (NOx, SOx, COX)
	Niveles sonoros
	Niveles lumínicos
	Microclima
Geomorfología	Topografía
Hidrología	Escurrimientos
	Calidad del agua – Sedimentos
	Calidad del agua – Química
	Infiltración
Suelo	Profundidad efectiva del suelo
	Potencial de erosión
	Cobertura del suelo
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación
	Cobertura vegetal
	Especies protegidas, o de interés especial de vegetación
Fauna	Distribución espacial y temporal de fauna
	Hábitat para fauna
	Especies protegidas o de interés especial de fauna
Paisaje	Calidad Visual
	Continuidad paisajística y visibilidad
Infraestructura	Infraestructura
	Residuos
Cultura	Capacitación, educación y programas
Medio Económico	Desarrollo económico

CONSULTA PÚBLICA

Componente Ambiental	Factor ambiental
	Uso del territorio para actividades productivas
	Vocación del suelo

Una vez identificados los factores del medio susceptibles a ser impactados por las obras y actividades del Proyecto San Ignacio, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

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 se llevó a cabo con base en 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 fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

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 4. 3. Indicadores ambientales

Factores Impactados	Indicadores Ambientales
Calidad del Aire - Material Particulado (PST, PM-10) y Emisiones (NOX, SOX, COX)	Número de unidades móviles, tamaño de unidades móviles, cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras, turnos laborados, equipos utilizados
Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados, utilización de explosivos, presencia humana
Niveles lumínicos	Turnos nocturnos, instalaciones y edificaciones, tráfico nocturno y presencia humana
Topografía	Pendiente, curvas de nivel, modificación de la topografía, relleno, cortes.
Escurrimientos	Geomorfología del cauce, escorrentía (relleno, desviación, cortes), zona federal
Calidad del Agua	Cantidad de SST y SDT, parámetros físico-químicos (drenaje acido y lixiviación de metales) Parámetros físico-químicos, profundidad de nivel de agua, volúmenes disponibles, demanda, concesión de explotación

CONSULTA PÚBLICA

Factores Impactados	Indicadores Ambientales
Infiltración	Área de captación por nanocuencas, pendiente, permeabilidad, textura de suelo
Profundidad Efectiva del Suelo	Tipo y profundidad efectiva
Potencial de Erosión	Superficies estables, superficies con potencial, superficies erosionadas
Cobertura del suelo	Extensión de cobertura de tipos de suelos
Distribución Espacial y Temporal de la vegetación	Clasificación, estatus de la vegetación.
Cobertura Vegetal	Tipo y cantidad de cobertura
Especies Protegidas y/o de Interés Especial de la vegetación	Listados de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de interés comercial y/o cultural
Distribución Espacial y Temporal de la fauna	Localización potencial de fauna silvestre
Hábitat para fauna	Integridad estimada de hábitat
Especies Protegidas y/o de Interés Especial de la fauna	Listados de especies en NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies de interés internacional (CITES), migratorias
Calidad Visual	Estimación de calidades escénicas de sitio o zona
Continuidad Paisajística y visibilidad	Estimación cualitativa - cuenca visual
Infraestructura	Infraestructura únicamente para proyecto
Residuos	Generación de diferentes tipos de residuos sólidos urbanos o peligrosos
Capacitación, Educación y Programas	Programas, apoyos, educación, talleres
Desarrollo Económico	Empleos directos, empleos indirectos, derrama económica, recaudación
Uso del Territorio para Actividades Productivas	Actividad e intensidad
Vocación del Suelo	Uso potencial al final de etapa industrial

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

El procedimiento seleccionado para la identificación y evaluación de los impactos ambientales consiste en el acotamiento del universo de análisis, es decir, la delimitación espacial del entorno, en el cual se definieron los factores ambientales para el análisis de cada Componente, así como los Indicadores de impacto para cada Factor. A partir de ello, y tomando como referencia las obras y actividades propias del Proyecto clasificadas por etapa en que se desarrollarán (Preparación, Construcción, Operación y mantenimiento), se identificaron de manera cualitativa los impactos ambientales y se determinaron cuáles de los factores serían los más afectados, sumado a las obras y actividades con respecto a su impacto ambiental.

Posteriormente, se procedió a determinar la importancia y magnitud de cada uno de los impactos identificados, mediante utilización de matrices de causa – efecto para cada etapa del Proyecto, mediante las cuales se efectúa una evaluación cuantitativa y más refinada de los impactos. Finalmente, se realizó una valoración de los impactos ponderando su valor de importancia y el peso

CONSULTA PÚBLICA

relativo de los componentes afectados en el AI, para ello fue generada una sola matriz para la etapa evaluada para del Proyecto, para proceder a la interpretación y descripción de los principales impactos que generará el Proyecto.

En la Figura 4. 1 se presenta un diagrama que esquematiza los insumos, productos y procedimiento de la metodología empleada para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales que se prevén para el Proyecto.

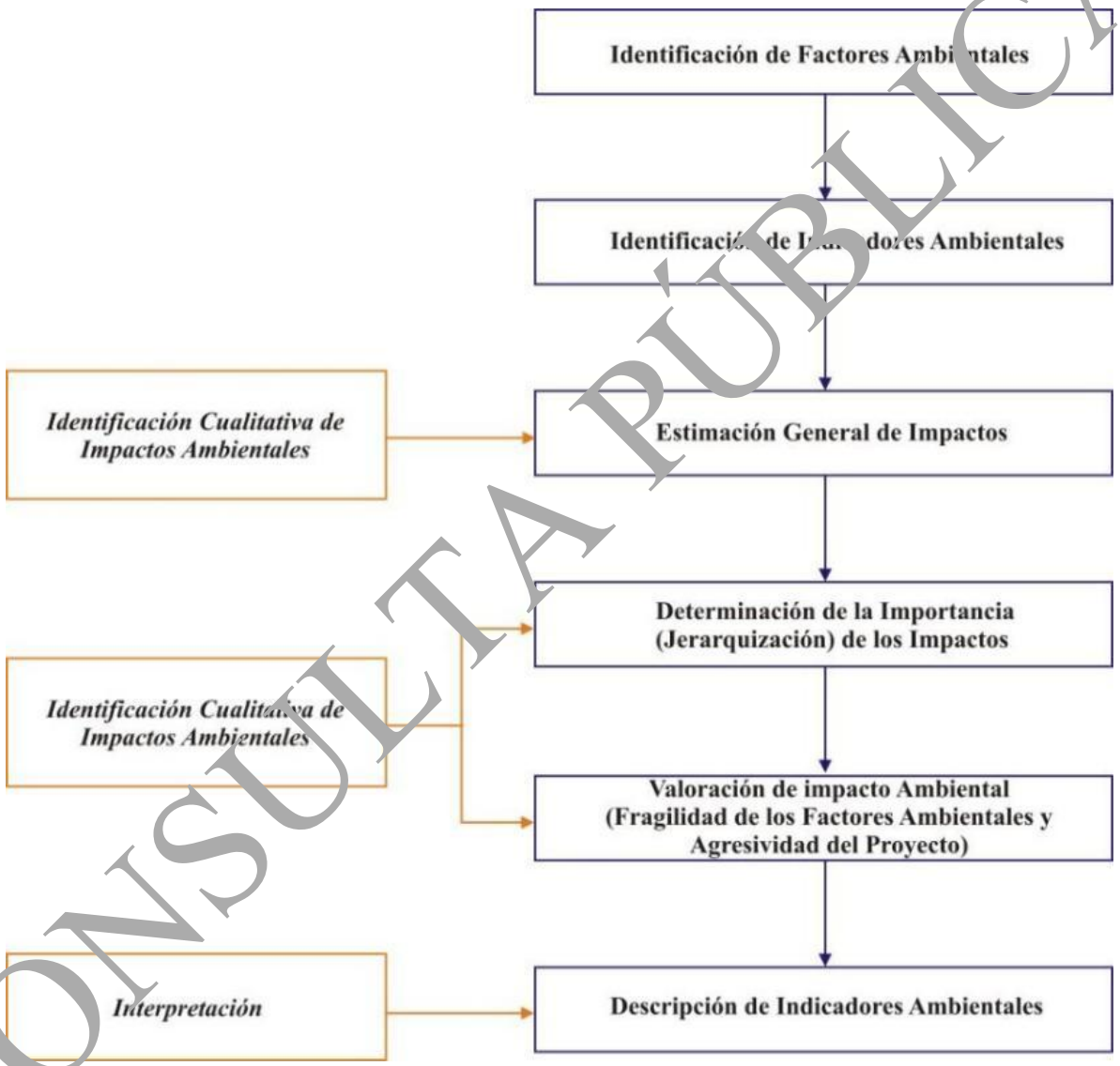


Figura 4. 1. Procedimiento general utilizado para la identificación y evaluación de impactos

CONSULTA PÚBLICA

IV.3. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto

Previo a la determinación de impactos ambientales ocasionados por la realización del Proyecto, se consultó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEA), la cual es una plataforma digital de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) cuyo objetivo central es cruzar la ubicación exacta de diversos Proyectos con bases de datos espaciales para verificar si inciden en Áreas Naturales Protegidas u otras zonas de importancia ecológica. Posteriormente, se procedió a realizar la determinación de los impactos existentes en la Región Ecológica, donde, primeramente, se realizó un análisis cualitativo de la posible alteración a los componentes ambientales dentro de la RE, según los siguientes criterios:

- Tipo:
  - Sinérgico: El efecto combinado de múltiples impactos o actividades supera la suma de sus impactos individuales.
  - Acumulativo: Impactos de una acción específica combinados con aquellos ocurridos en el pasado.
  - Residual: persiste en el medio ambiente después de aplicar todas las medidas de prevención, mitigación o compensación posibles.

- Duración:
  - Temporal: Impacto que permitirá a un componente determinado volver a su estado natural una vez que cese la actividad causante del mismo.
  - Permanente: El impacto encontrado tendrá una duración indefinida dentro de la Región Ecológica.

- 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 esta.
  - Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población.
  - Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de gente.

- Importancia del impacto:

CONSULTA PÚBLICA

- Importancia 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.
- Importancia 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.
- Importancia 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:

  - Signo positivo (+): Cuando los impactos son favorables.
  - Signo negativo (-): Cuando los impactos son desfavorables.
  - Signo cero (0): Cuando los impactos sean nulos.

La Tabla 4. 4 que se presenta a continuación, muestra de forma generalizada los impactos existentes dentro de la RE sobre cada componente ambiental enlistados por el componente afectado, tipo de impacto, y las consideraciones de la metodología antes mencionadas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. 4. Matriz de estimación general de impactos existentes en la Región Ecológica

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
Proyecto de exploración y camino de acceso bolañitos.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración, barrenación y conformación de caminos de acceso.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura		-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
San Ignacio.	Mina subterránea de vetas epitermales de alta ley.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Media	Regional	Alta	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Mayor	Local	Media	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo, aumento del potencial de erosión	Sinérgico	Permanente	Mayor	Local	Alta	-
		Flora	Distribución espacial de la flora, perdida de cobertura forestal	Acumulativo	Permanente	Mayor	Puntual	Alta	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre, alteración a la distribución temporal y espacial de la fauna.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua superficial y subterránea, aumento en el potencial de erosión.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística, perdida de la calidad y fragilidad visual del paisaje.	Acumulativo	Permanente	Media	Regional	Alta	-
		Infraestructura	Generación de infraestructura industrial de uso minero.	Acumulativo	Temporal	Media	Regional	Alta	+
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Permanente	Menor	Local	Alta	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Permanente	Mayor	Regional	Alta	+
Proyecto de exploración minera directa en la zona de san Ignacio, fase IV-A, ubicada en el municipio de Guanajuato, Gto. Para realizar	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-

CONSULTA PÚBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
exploración minera en 18 diferentes puntos de barrenación.		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Proyecto de exploración minera la joya sur-Gertrudiz en la localidades de mineral de la luz y tajo de adjuntas, ambos en el municipio de Guanajuato, Gto.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Proyecto minero ampliación presa de jales bolañitos fase II.	Ampliación y posterior operación de un depósito de Jales	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Mayor	Local	Alta	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo, aumento del potencial de erosión	Sinérgico	Permanente	Mayor	Puntual	Alta	-
		Flora	Distribución espacial de la flora, perdida de cobertura forestal	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre, alteración a la distribución temporal y espacial de la fauna.	Acumulativo	Temporal	Media	Puntual	Media	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua superficial y subterránea, aumento en el potencial de erosión.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-

CONSULTA PÚBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística, perdida de la calidad y fragilidad visual del paisaje.	Acumulativo	Permanente	Baja	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	Generación de infraestructura industrial de uso minero.	Acumulativo	Temporal	Baja	Local	Media	+
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Permanente	Menor	Local	Alta	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Permanente	Media	Local	Media	+
Informe preventivo de impacto ambiental para el proyecto de exploración minera el puertecito ubicado en el municipio de Guanajuato, Gto.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Exploración minera directa en la zona de san proyecto de exploración minera directa en la zona de San Ignacio, fase IV-A, ubicado en el municipio de Guanajuato, Gto.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Proyecto para la construcción de Robbins I veta la luz, mina bolañitos, Guanajuato, Gto.	Obra de apoyo para la explotación y beneficio de minerales (sistema de ventilación de mina subterránea)	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Mayor	Local	Alta	-
		Geomorfología	-	-	-	-	-	-	0

CONSULTA PÚBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Distribución temporal y espacial de la fauna	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	Generación de infraestructura industrial de uso minero.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	+
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Menor	Puntual	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Menor	Puntual	Media	+
Proyecto de exploración minera Karina.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Proyecto de exploración minera la cuesta.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+

CONSULTA PÚBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
La luz.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración, barrenación y conformación de caminos de acceso.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura		-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
San Antonio de los tiros.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Exploración minera directa zona de San José de Gracia y sangre de cristo fase I.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-

CONSULTA PUBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-		-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Exploración minera directa con barrenación de diamante en san Ignacio fase IX.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Exploración minera directa zona de san Ignacio fase X.	No requerimiento de Impacto Ambiental para actividades de exploración y Barrenación.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo	Sinérgico	Permanente	Menor	Puntual	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Menor	Puntual	Baja	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua subterránea	Acumulativo	Temporal	Menor	Local	Baja	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística	Acumulativo	Permanente	Menor	Puntual	Baja	-
		Infraestructura	-	-	-	-	-	-	0
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Temporal	Mayor	Local	Media	+
Presa la tranquilidad en el municipio de Guanajuato, estado de Guanajuato.	Construcción de una presa para la captación de agua potable.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Alta	Regional	Media	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Mayor	Local	Alta	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo, aumento del potencial de erosión	Acumulativo	Permanente	Mayor	Local	Alta	-

CONSULTA PÚBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
		Flora	Distribución espacial de la flora, perdida de cobertura forestal	Acumulativo	Permanente	Mayor	Puntual	Alta	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre, alteración a la distribución temporal y espacial de la fauna.	Acumulativo	Temporal	Alta	Local	Media	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua superficial y subterránea, aumento en el potencial de erosión.	Acumulativo	Permanente	Alta	Regional	Alta	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística, perdida de la calidad y fragilidad visual del paisaje.	Acumulativo	Permanente	Media	Regional	Alta	-
		Infraestructura	Generación de infraestructura industrial	Acumulativo	Permanente	Alta	Regional	Alta	+
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Permanente	Menor	Local	Alta	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Permanente	Mayor	Regional	Alta	+
Operación, mantenimiento, cierre y abandono del recinto minero bolañitos.	Mina subterránea de Oro y Plata.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Media	Regional	Alta	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Mayor	Local	Media	-
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo, aumento del potencial de erosión	Sinérgico	Permanente	Mayor	Local	Alta	-
		Flora	Distribución espacial de la flora, perdida de cobertura forestal	Acumulativo	Permanente	Mayor	Puntual	Alta	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre, alteración a la distribución temporal y espacial de la fauna.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-
		Hidrología	Disminución de la calidad de agua superficial y subterránea, aumento en el potencial de erosión.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-
		Paisaje	Alteración a la continuidad paisajística, perdida de la calidad y fragilidad visual del paisaje.	Acumulativo	Permanente	Media	Regional	Alta	-
		Infraestructura	Generación de infraestructura industrial de uso minero.	Acumulativo	Temporal	Media	Regional	Alta	+
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Permanente	Menor	Local	Alta	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Permanente	Mayor	Regional	Alta	+
Acueducto presa Solis para los municipios del corredor bajío del estado de Guanajuato.	Acueducto de 3,800 (l/s), planta potabilizadora de agua, y un tanque de almacenamiento.	Atmósfera	Alteración a la calidad del aire (levantamiento de polvos y emisión de partículas)	Acumulativo	Temporal	Media	Regional	Media	-
		Geomorfología	Alteración a la topografía	Acumulativo	Permanente	Media	Local	Alta	-

CONSULTA PÚBLICA

Nombre del Proyecto que incide dentro de la Región Ecológica	Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización					
				Tipo	Duración	Importancia	Amplitud	Intensidad	Signo
		Suelo	Remoción de la capa superficial del suelo, aumento del potencial de erosión	Acumulativo	Permanente	Mayor	Local	Media	-
		Flora	Distribución espacial de la flora, perdida de cobertura forestal	Acumulativo	Permanente	Media	Puntual	Alta	-
		Fauna	Pérdida del hábitat de fauna silvestre, alteración a la distribución temporal y espacial de la fauna.	Acumulativo	Temporal	Media	Local	Media	-
		Hidrología	Disminución de la calidad del agua superficial y subterránea, aumento en el potencial de erosión.	Acumulativo	Permanente	Alta	Regional	Alta	-
		Paisaje	Alteración de la continuidad paisajística, perdida de la calidad y fragilidad visual del paisaje.	Acumulativo	Permanente	Media	Regional	Media	-
		Infraestructura	Generación de infraestructura industrial	Acumulativo	Permanente	Alta	Regional	Alta	+
		Cultura	Capacitación, educación y programas	Sinérgico	Permanente	Menor	Local	Media	+
		Medio económico	Desarrollo económico	Sinérgico	Permanente	Media	Local	Media	+

De la tabla anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Los Proyectos autorizados en materia de Impacto Ambiental en la Región Ecológica son en su mayoría de ámbito minero, por lo que el presente Proyecto se apegará al tipo de actividades que ya se encuentran en la RE, suponiendo que los impactos analizados en el presente capitulo serán acordes a los detectados actualmente por dichos Proyectos.
- Dentro de la Región Ecológica, existen Proyectos del ámbito hidráulico, con impactos adversos hacia la hidrología y atmósfera de la región, mismos que se verán incrementados de manera acumulativa por los impactos que generará el presente Proyecto.
- Los impactos de mayor importancia dentro de la Región Ecológica recaen sobre los componentes flora, fauna, hidrología y suelo; debido a la naturaleza industrial de los Proyectos autorizados dentro de la misma, siendo que las actividades y obras actúan directamente sobre los componentes antes mencionados. Los factores presentan un grado de intensidad que varía según el tipo de Proyecto, desde baja a alta, siendo impactos de carácter adverso en su totalidad.
- Los impactos con importancia mayor en sentido positivo recaerán sobre los componentes Infraestructura, Cultura y Desarrollo económico respectivamente, pues se estima que los Proyectos existentes han resultado en la continua derrama económica de la región, así como el aumento de servicios e infraestructura producto de las obras y actividades de estos mismos.
- El componente atmósfera recibe actualmente impactos de intensidad predominantemente media, una amplitud local y una importancia del rango baja a alta en algunos casos como proyectos de apoyo para minería subterránea.
- Los componentes geomorfología e hidrología recibirán afectación de intensidad media a alta, amplitud local a regional e importancia media.
- Los componentes suelo, flora y fauna actualmente presentan alteraciones de intensidad media a alta, de importancia mayor para los tres componentes.
- Los componentes infraestructura, cultura y medio económico presentaran una intensidad alta positiva en todos los Proyectos existentes en la RE, con una amplitud e importancia variables respecto al tipo de Proyecto. Se espera que la realización del Presente Proyecto radiquen impactos positivos para los tres componentes.

CONSULTA PÚBLICA

IV.4. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración

IV.4.1. Descripción de los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades y Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto

A continuación, se presenta en la Tabla 4. 5 un resumen de la determinación de impactos ambientales identificados para la realización del proyecto, así como las medidas propuestas para cada uno de ellos. La descripción detallada de la caracterización y determinación de impactos ambientales y su evaluación, y la descripción detallada de las medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración, se detallan puntualmente en los Anexos 4.1 (Caracterización de los impactos ambientales del Proyecto) y 4.2 (Programa de Vigilancia Ambiental), respectivamente.

Tabla 4. 5. Impactos identificados para el Proyecto San Ignacio y medidas a implementar para cada una de sus etapas

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Atmósfera	**Atm-01**	Alteración en la calidad del aire (Material particulado y emisiones)	Adverso	Levantamiento topográfico, desmonte y despalme	Preparación del sitio, construcción y operación	Las actividades que comprenden las etapas del Proyecto causarán la emisión de contaminantes atmosféricos que alterarán los parámetros de calidad del aire en el sitio. Dichos contaminantes tendrán dos orígenes principales: la emisión de gases de combustión por la operación de la maquinaria y el uso de vehículos y la suspensión de polvo debido al paso de vehículos. El desmonte de la vegetación en el área de ocupación propiciará la generación de polvos. Así mismo, durante las etapas del Proyecto se liberarán emisiones por la maquinaria y vehículos de transporte del personal laborando en el área, aunado al movimiento de tierras derivado de las maniobras de operación de las obras del Proyecto. Los principales generadores de este impacto son las actividades del Cambio de Uso de Suelo de las tepetatera y los contrapozos, así como las obras como el equipo Ore Sorter y el cuarto de lavado, por su constante manejo de rocas mineralizadas y maquinaria que durante su operación generan partículas suspendidas en la zona respectivamente, así como el movimiento de tierras y el acarreo entre cada una de las áreas.	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Será una medida preventiva para que el personal que labore en él, principalmente para prevenir cualquier tipo de accidente y reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorecerá a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, localizados sobre el área de afectación directa.	**Cumplimiento:** Áreas delimitadas, Número de marcas, Formato de liberación de superficies por construir
				Instalación de estructuras, sellado, obras de construcción			**P2**	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	La maquinaria utilizada para las distintas actividades y obras del Proyecto deberá recibir de manera periódica mantenimiento preventivo y correctivo para verificar aspectos generales de su funcionalidad, especialmente en referencia a sus emisiones y posibles fugas de hidrocarburos.	**Cumplimiento:** − Aplicación de servicios requeridos a la maquinaria conforme a la programación del mantenimiento **Eficacia:** − 100% de la maquinaria y vehículos inspeccionados periódicamente conforme al plan de mantenimiento interno
				Operación de las obras			**P3**	Control de velocidad de los vehículos	Se instalarán todas las señales de tránsito que sean necesarias en vialidades y en las áreas que presenten un constante movimiento vehicular; además de la señalética restrictiva de velocidad, se instalarán otras señales de tránsito preventivas e informativas cuando sea necesario, por seguridad de todos los usuarios de los caminos.	**Cumplimiento:** − Capacitación del personal del proyecto − Número de señales instaladas **Eficacia:** − Porcentaje de personal capacitado mayor al 95% − Instalación de señalética

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
							P1	Riego de las áreas de movimiento y vialidades internas	A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades de preparación del sitio incluyendo el acarreo de suelo rescatado y el material vegetal desmontado, se humedecerá periódicamente el acceso al Proyecto. El humedecimiento se deberá hacer través del riego con agua de un camión pipa con capacidad igual o mayor a 10,000 lts, equipado con motobomba y aspersores. Durante la temporada de estiaje, el riego de estas zonas deberá realizarse por lo menos 2 veces por día el primer riego antes de iniciar actividades, mientras que en la temporada lluviosa se podrá evitar el humedecimiento siempre y cuando las áreas se encuentren húmedas.	**Cumplimiento:** Número y bitácora de riegos
	Atm-02	Alteración a los niveles sonoros	Adverso	Levantamiento topográfico, desmonte y despalme Instalación de estructuras, sellado, obras de construcción Operación de las obras	Preparación, construcción y operación	Durante las etapas del Proyecto se espera un incremento en los niveles sonoros producto de la implementación de obras y actividades como la delimitación, compactación y acondicionamiento de la superficie del Proyecto en la etapa de preparación (con un grado de importancia compatible), en las actividades de la etapa constructiva (cuarto de lavado, filtro de aceite, bodegas para el área de geología, cuarto de barras), y, por último, en la operación de las obras del Proyecto. Con lo anterior, no se espera que los niveles sonoros rebasen los límites máximos permisibles de acuerdo con la normatividad aplicable, puesto que se proponen medidas de prevención y mitigación para atenuar los impactos de persistencia fugaz que podrán presentarse en el Proyecto.	**P2**	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	La maquinaria utilizada para las distintas actividades y obras del Proyecto deberá recibir de manera periódica mantenimiento preventivo y correctivo para verificar aspectos generales de su funcionalidad, especialmente en referencia a sus emisiones y posibles fugas de hidrocarburos.	**Cumplimiento:** − Aplicación de servicios requeridos a la maquinaria conforme a la programación del mantenimiento **Eficacia:** − 100% de la maquinaria y vehículos inspeccionados periódicamente conforme al plan de mantenimiento interno
							P3	Control de velocidad de los vehículos	Se instalarán todas las señales de tránsito que sean necesarias en vialidades y en las áreas que presenten un constante movimiento vehicular; además de la señalética restrictiva de velocidad, se instalarán otras señales de tránsito preventivas e informativas cuando sea necesario, por seguridad de todos los usuarios de los caminos.	**Cumplimiento:** − Capacitación del personal del proyecto − Número de señales instaladas **Eficacia:** − Porcentaje de personal capacitado mayor al 95% − Instalación de señalética
							P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Para evitar el aumento de los niveles sonoros de manera innecesaria en el sitio, los cuales pueden ocasionar contaminación sonora y el aumento en el ahuyentamiento de especies de fauna que tengan incidencia con la huella del Proyecto, se contempla el prohibir el uso de distintos equipos que emitan sonidos fuertes tales como bocinas portátiles, elementos que alteren el sonido de manera gradual.	**Cumplimiento:** − Capacitación del personal del proyecto Bitácoras de inspección **Eficacia:** − Reporte de inspección sin incidentes

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Geomorfología	Geo-01	Modificaciones en las formas y elevaciones naturales del terreno	Adverso	Levantamiento topográfico, desmonte y despalme	Preparación y construcción	El impacto sobre la geomorfología podrá manifestarse desde la etapa de preparación del sitio, particularmente con la ejecución de las actividades de desmonte y despalme, así como mediante los trabajos de corte, relleno, nivelación y conformación del terreno. No obstante, será durante las etapas de construcción y operación cuando dicho impacto adquiera mayor relevancia debido a la modificación progresiva y permanente de las formas del relieve y demás curvas de nivel naturales del sitio, como consecuencia de las obras requeridas para el desarrollo de la nueva Tepetatera #4 y los contrapozos.	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Será una medida preventiva para que el personal que labore en él, principalmente para prevenir cualquier tipo de accidente y reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorecerá a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, localizados sobre el área de afectación directa.	**Cumplimiento:** Áreas delimitadas, Número de marcas, Formato de liberación de superficies por construir
				Trabajos de corte, relleno, nivelación y conformación del terreno			**P6**	Ocupación del terreno con base en fases operativas	La aplicación de esta medida asegura que las actividades sean llevadas a cabo de manera gradual conforme sea requerido a la fase operativa en curso, para minimizar los impactos identificados para los componentes ambientales	**Cumplimiento:** - Áreas delimitadas del proyecto con forme a las 3 fases de desarrollo **Eficacia:** - 100% de las áreas intervenidas conforme a la fase en cuestión
				Conformación de bordos, caminos, canales y demás obras complementarias			**P7**	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	La medida consiste en el suministro, armado, colocación y relleno de gaviones en las áreas de la tepetatera que presenten susceptibilidad a erosión, socavación o pérdida de material, con el propósito de mejorar la estabilidad superficial y proteger el depósito ante la acción de los escurrimientos de agua.	**Cumplimiento:** Colocación de gaviones en zonas de protección de taludes y/o escurrimientos. **Eficacia:** Inspección posterior a la instalación.
	Su-01	Remoción de la cobertura del suelo en su profundidad efectiva	Adverso	Trabajos de corte, relleno, nivelación y conformación del terreno	Preparación y construcción	Durante la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo las actividades de desmonte y despalme en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo, por lo que durante estas actividades se tendrá una remoción total del suelo orgánico existente en la superficie del Proyecto. Con esto, se estima que el impacto a la capa de suelo orgánico existente y su profundidad efectiva se vean alteradas, señalando que este tipo de impactos son fácilmente compensados mediante la aplicación de las medidas adecuadas, para minimizar el impacto al suelo y reducir su potencial de erosión tanto eólica como hídrica.	**P6**	Ocupación del terreno con base en fases operativas	La aplicación de esta medida asegura que las actividades sean llevadas a cabo de manera gradual conforme sea requerido a la fase operativa en curso, para minimizar los impactos identificados para los componentes ambientales	**Cumplimiento:** - Áreas delimitadas del proyecto con forme a las 3 fases de desarrollo **Eficacia:** - 100% de las áreas intervenidas conforme a la fase en cuestión
							P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	La medida consiste en el suministro, armado, colocación y relleno de gaviones en las áreas de la tepetatera que presenten susceptibilidad a erosión, socavación o pérdida de material, con el propósito de mejorar la estabilidad superficial y proteger el depósito ante la acción de los escurrimientos de agua.	**Cumplimiento:** Colocación de gaviones en zonas de protección de taludes y/o escurrimientos. **Eficacia:** Inspección posterior a la instalación.

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Flora	Fl-01	Pérdida de la Cobertura Vegetal en el Área del Proyecto	Adverso	Levantamiento topográfico, desmonte y despalme	Preparación	Este impacto es considerado como un impacto acumulativo debido a que el Proyecto dará continuidad a un Proyecto preexistente y aumentará su superficie. Considerando que el desmonte de vegetación dará paso a la construcción de las nuevas obras que conllevan Cambio de Uso de Suelo (Tepetatera #4 y contrapozos), el impacto será de efecto inmediato, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo y continuo de extensión puntual y mitigable, se estima como una modificación de media intensidad lo que se interpretó como un impacto de importancia moderada, que solo se presentara durante la primera etapa del Proyecto, ya que no se afectará áreas adicionales a partir de que se inicien las actividades constructivas ni operativas del Proyecto.	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Será una medida preventiva para que el personal que labore en él, principalmente para prevenir cualquier tipo de accidente y reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorecerá a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, localizados sobre el área de afectación directa.	**Cumplimiento:** Áreas delimitadas, Número de marcas, Formato de liberación de superficies por construir
							P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	La aplicación de esta medida asegura que las actividades sean llevadas a cabo de manera gradual conforme sea requerido a la fase operativa en curso, para minimizar los impactos identificados para los componentes ambientales	**Cumplimiento:** - Áreas delimitadas del proyecto con forme a las 3 fases de desarrollo **Eficacia:** - 100% de las áreas intervenidas conforme a la fase en cuestión
							P8	Rescate y reubicación de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés especial	Medida encaminada principalmente al rescate de la vegetación que se vería afectada durante la ejecución de las actividades de preparación del terreno del Proyecto y que pertenezcan a alguna de las especies que se encuentran enlistadas en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, además de considerar aquellos ejemplares de difícil regeneración o de importancia regional.	**Cumplimiento:** Número de individuos rescatados y reubicados Bitácoras de sobrevivencia de plantación
							P9	Capacitación	Para esta medida se propone la capacitación de todo el personal que participe en las actividades del Proyecto, en la que se incluirá información en materia de salud, seguridad y medio ambiente, incluyendo en ella las medidas que se habrán de ejecutar para prevenir y mitigar los impactos derivados del desarrollo del Proyecto.	**Cumplimiento:** - Número de personal Capacitado - Listados de asistencia y temáticas **Eficacia:** − Porcentaje del personal del proyecto capacitado mayor al 95%.

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Fauna	Fa-01	Afectación a la distribución espacial y temporal de fauna	Adverso	− Operación de las obras	Operación	Las actividades del Proyecto en cada una de las etapas ocasionarán efectos adversos sobre la distribución espacial y temporal de la fauna. Se estima que a partir de la realización de las obras y actividades, con el desmonte de la vegetación, la operación de maquinaria, modificaciones a la topografía significarán la pérdida puntual de espacios para el hábitat de especies de fauna, el incremento del personal en el sitio, así como el incremento de los niveles sonoros desde el inicio de obras y lumínicos a partir de la etapa de operación del proyecto, se afectará la distribución de la fauna silvestre, alejándolos del sitio, para lo cual se aplicarán medidas de prevención en el Programa de Vigilancia Ambiental, enfocadas a la protección de la fauna, como serán el ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares. Los impactos sobre este factor resultan de importancia moderada para las etapas de operación y de importancia compatible para la etapa de construcción. No se estima que se presente una alteración intensa que derive en un impacto de importancia mayor, pero el Proyecto ocasionará efectos adversos en las actividades propias de cada etapa. La presencia humana y de maquinaria operando en el sitio también provocará que la fauna menos tolerante al disturbio se aleje del sitio; sin embargo, se espera que este impacto en la primera etapa del Proyecto tenga una intensidad media, con una extensión parcial, de efecto inmediato, e indirecto; siendo además un impacto continuo, pero mitigable. Durante la etapa de Operación se mantendrá el personal y las actividades en el sitio, provocando que la alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna continúe. Este impacto presentará entonces una intensidad media, siendo de extensión parcial, inmediato, temporal, recuperable a corto plazo, acumulativo, indirecto y mitigable, por lo que en esta etapa este impacto resultará ser moderado. Adicionalmente, se tomó a consideración que el sitio se encuentra ya	**P6**	Ocupación del terreno con base en fases operativas	La aplicación de esta medida asegura que las actividades sean llevadas a cabo de manera gradual conforme sea requerido a la fase operativa en curso, para minimizar los impactos identificados para los componentes ambientales	**Cumplimiento:** - Áreas delimitadas del proyecto con forme a las 3 fases de desarrollo **Eficacia:** - 100% de las áreas intervenidas conforme a la fase en cuestión
							P9	Capacitación	Para esta medida se propone la capacitación de todo el personal que participe en las actividades del Proyecto, en la que se incluirá información en materia de salud, seguridad y medio ambiente, incluyendo en ella las medidas que se habrán de ejecutar para prevenir y mitigar los impactos derivados del desarrollo del Proyecto.	**Cumplimiento:** - Número de personal Capacitado - Listados de asistencia y temáticas **Eficacia:** − Porcentaje del personal del proyecto capacitado mayor al 95%.
							P10	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Una misma cuadrilla de personal técnico calificado realizará de manera previa los recorridos de ahuyentamiento para permitir que la fauna de alta movilidad se desplace fuera del sitio,	**Cumplimiento:** − Número de recorridos realizados -Formato de registros directos e indirectos de fauna -Formato de recorridos de ahuyentamiento **Eficacia:** − 95% de liberaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de capturas

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						perturbado producto de las actividades mineras y antrópicas que se realizan en la zona, por lo que se asume que las especies de fauna fueron desplazándose tiempo atrás, o que algunas especies menos vulnerables se han adaptado a la dinámica de las actividades dentro del área de influencia del Proyecto.	**P11**	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Durante las actividades de preparación del sitio y operación del Proyecto, se realizará el rescate de las especies de baja movilidad que puedan verse afectadas con dichas actividades, tomando las medidas necesarias para evitar daños tanto a la fauna como al personal encargado del rescate. Todas las especies, tanto de baja movilidad como aquellas de interés especial, serán reubicadas de manera adecuada en sitios con características ambientales similares a donde se encontraron o priorizando la zona destinada para las actividades de reubicación de fauna. Durante la etapa de Operación se mantendrá el personal y las actividades en el sitio, provocando que la alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna continúe. Este impacto presentará entonces una intensidad baja, siendo de extensión puntual, de mediano plazo, temporal, acumulativo, indirecto y mitigable, por lo que en esta etapa este impacto resultará ser moderado. Adicionalmente, se tomó a consideración que el sitio se encuentra ya perturbado producto de las actividades mineras y antrópicas que se realizan en la zona, por lo que se asume que las especies de fauna fueron desplazándose tiempo atrás, o que algunas especies menos vulnerables se han adaptado a la dinámica de las actividades dentro del área de influencia del Proyecto.	**Cumplimiento:** Número de recorridos realizados, Formato de registros directos e indirectos de fauna, Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento
Paisaje	Pa-01	Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad	Adverso	Levantamiento topográfico, desmonte y despalme Instalación de estructuras, sellado, obras de construcción Operación de las obras	Construcción y operación	El desarrollo del Proyecto generará una modificación en la continuidad y configuración visual del paisaje, debido principalmente a la incorporación de nuevas estructuras, superficies intervenidas y elementos artificiales dentro del entorno que presenta condiciones paisajísticas previamente establecidas. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de desmonte, despalme, movimiento de tierras, cortes, rellenos y nivelaciones modificarán progresivamente la configuración del terreno y la cobertura superficial, generando contrastes en las	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Será una medida preventiva para que el personal que labore en él, principalmente para prevenir cualquier tipo de accidente y reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorecerá a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, localizados sobre el área de afectación directa.	**Cumplimiento:** Áreas delimitadas, Número de marcas, Formato de liberación de superficies por construir
							P12			**Cumplimiento:**

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
						condiciones naturales y actuales del área. Asimismo, el tránsito y operación de maquinaria, vehículos y equipos de construcción constituirán elementos temporales que podrán incrementar la percepción de alteración visual del entorno.		Manejo integral de los residuos	Como medida preventiva contra una eventual contaminación del suelo y/o agua, así como una medida de compensación contra el impacto sobre la calidad visual que generará el Proyecto, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos que se generen durante el desarrollo del mismo.	− Evidencia fotográfica de la adecuación de los sitios para el almacenamiento temporal de los residuos − Listas de asistencia a las capacitaciones − Bitácoras − Manifiestos de entrega recepción de residuos **Eficacia:** − Bitácoras de entrega y recepción de los residuos generados (100% de los residuos generados y almacenados temporalmente deberá ser entregado a empresas especializadas y autorizadas para la recolección, transporte y/o disposición final, excepto el porcentaje que pueda ser reutilizado internamente)
Infraestructura	In-01	Generación de residuos	Adverso	−Levantamiento topográfico, desmonte y despalme -Instalación de estructuras, sellado, obras de construcción −Operación de las obras	Operación y Cierre	Este impacto se mantendrá desde el inicio del Proyecto y se incrementará durante la operación aumentando la intensidad de generación conforme avanza el proyecto, los tipos de residuos que se presentaran en las actividades de construcción (Residuos de manejo especial, Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos) y la operación integral del Proyecto (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial, Residuos Peligrosos y Residuos Mineros). Este impacto será mitigado conforme a la normatividad vigente con respecto al manejo integral de residuos y de acuerdo con los planes de manejo de residuos con los que cuente la Promovente.	**P12**	Manejo integral de los residuos	Como medida preventiva contra una eventual contaminación del suelo y/o agua, así como una medida de compensación contra el impacto sobre la calidad visual que generará el Proyecto, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos que se generen durante el desarrollo de este.	**Cumplimiento:** − Evidencia fotográfica de la adecuación de los sitios para el almacenamiento temporal de los residuos − Listas de asistencia a las capacitaciones − Bitácoras − Manifiestos de entrega recepción de residuos **Eficacia:** − Bitácoras de entrega y recepción de los residuos generados (100% de los residuos generados y almacenados temporalmente deberá ser entregado a empresas especializadas y autorizadas para la recolección, transporte y/o disposición final, excepto el porcentaje que pueda ser reutilizado internamente)
							C1			**Cumplimiento:**

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
								Restitución de sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	En la última etapa de desarrollo del Proyecto, así como al finalizar la vida útil del mismo, la huella del Proyecto podrá ser sometida a distintas obras y/o actividades de restitución con la finalidad de recuperar en medida de lo posible las características naturales del sitio anterior al desarrollo del Proyecto.	− Cantidad de suelo reintegrado a la huella del proyecto − Superficie de la huella del proyecto reforestado **Eficacia:** − Restitución del 100% de la superficie del proyecto
							C2	Reforestación	Se espera que esta medida favorezca en el largo plazo a compensar principalmente la pérdida de la cobertura vegetal de la tepetatera #3, con lo cual indirecta y consecuentemente se reducirá el potencial de erosión, se mejorará la calidad visual y continuidad paisajística, se posibilitará el regreso de especies de fauna silvestre al sitio y la progresiva regeneración del hábitat, además de que las condiciones del microclima cambiarían nuevamente a un estado más próximo al que actualmente mantiene la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto, por lo que esta reforestación se le considerará parte esencial en la mitigación de los efectos adversos generados por el Proyecto.	Cumplimiento: Número de individuos plantados, Superficie reforestada, Bitácoras de sobrevivencia, Eficacia: 80% de sobrevivencia de los individuos plantados en el primer año.
									La reforestación se realizará dentro de polígonos que se encuentran en el predio convenido por la promovente y donde pretende realizarse el proyecto por lo tanto presenta características ambientales similares a el área sujeta a desmonte	
Medio económico	Me-01	Desarrollo económico	Benéfico	Operación de las obras	Operación	El principal impacto benéfico se presentará a lo largo del desarrollo del Proyecto, por la generación, conservación, incremento de empleos directos e indirectos, temporales y permanentes, así como derrama económica por los bienes y servicios que demandará el personal contratado.	Al tener naturaleza benéfica, este impacto no considera la implementación de medidas en ninguna de sus actividades o etapas en las que incide.			

CONSULTA PÚBLICA

Descripción de impactos ambientales							Medidas propuestas			
Componente impactado	**Clave del impacto**	**Impacto ambiental**	**Naturaleza del Impacto**	**Actividad del Proyecto**	**Etapa en la que se presentará el impacto**	**Caracterización del impacto**	**ID de la medida**	**Medida**	**Descripción de la medida**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Socioeconomía y cultura	Cu-01	Capacitación, educación y programas	Benéfico	- Operación de las obras	Operación	Todo personal, tanto existente como nuevo que sea contratado para laborar en alguna de las obras, actividades y/o etapas del Proyecto, deberá recibir capacitación, ya sea por parte del promovente, o por parte de la empresa contratista responsable de su contratación. Además, durante todas las etapas se impartirán programas sociales en beneficio de la comunidad local y de la región.	Al tener naturaleza benéfica, este impacto no considera la implementación de medidas en ninguna de sus actividades o etapas en las que incide.			

CONSULTA PÚBLICA

IV.5. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la Región Ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas.

IV.5.1. Impactos principales

A continuación, se enlistan en la Tabla 4. 6 los impactos interpretados y definidos como principales que podría generar el desarrollo del Proyecto, a los cuales se les ha designado un código respecto al componente ambiental sobre el cual se presentarían.

Estos impactos se enlistan según el orden en el que aparecen dentro de las matrices de evaluación de impactos (Anexo 4.1), mismas que evalúan en primera instancia los componentes ambientales, abióticos y posteriormente los componentes bióticos y socioeconómicos.

Tabla 4. 6. Principales Impactos adversos potenciales identificados

Componente Ambiental	Código	Impacto Potencial	Importancia del Impacto
Atmósfera	*Atm-01*	Alteración en la calidad del aire (Material particulado y emisiones)	Moderado
	Atm-02	Alteración a los niveles sonoros	Compatible
Geomorfología	*Geo-01*	Modificaciones en las formas y elevaciones naturales del terreno	Moderado
Suelo	*Su-01*	Remoción de la Cobertura del Suelo en su Profundidad Efectiva	Moderado
Flora	*Fl-01*	Pérdida de la Cobertura Vegetal en el Área del Proyecto	Moderado
Fauna	*Fa-02*	Afectación a la distribución espacial y temporal de fauna	Moderado
Paisaje	*Pa-01*	Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad	Moderado
Infraestructura	*In-01*	Generación de residuos	Compatible

Aunado a lo presentado en dicha tabla, la descripción a detalle de los impactos principales del Proyecto por componente se encuentra en el **Anexo 4.1**.

IV.5.2. Impactos acumulativos

El Proyecto conlleva por su naturaleza impactos acumulativos; este tipo de impacto es aquel que puede ser acentuado o sumado a los impactos existentes de determinado Factor ambiental, ya sea entre las mismas obras pretendidas, obras y actividades existentes en el sitio o dentro del Área de Influencia e incluso por la dinámica natural y de uso de suelo de la zona.

Además de los efectos específicos del Proyecto, se tomaron en cuenta los impactos que pueden ser acumulativos por la interacción con las actuales operaciones de la mina San Ignacio. Un elemento de evaluación considerado durante el análisis de la importancia es la acumulación de cada impacto considerado sobre cada factor ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

El Proyecto incrementará el efecto acumulativo de la zona, lo cual se verá reflejado en los siguientes componentes:

- *Atmósfera:* Habrá acumulación de los niveles sonoros y de polvos generados por el acarreo y actividades de operación, así como por las actividades diarias propias de las actividades mineras cercanas (oficinas, talleres, tránsito de personal, vehículos y maquinaria, etc.), ya que el sitio se encuentra perturbado.
- *Fauna:* Recibirá impactos acumulables en los factores distribución espacial, ya que dentro del Área de Influencia ya existen alteraciones al componente fauna por el desarrollo de diversas actividades antropogénicas (industriales, agrícolas y desarrollo urbano). Adicionalmente a los impactos preexistentes en la vegetación por la presencia de algunas obras de la mina San Ignacio dentro del Área de Influencia, las actividades de cambio de uso de terrenos forestales generarán un impacto acumulativo por la remoción de vegetación para el desarrollo del Proyecto.

Acumulativos: Factores Socio Económicos

El Proyecto implica tanto la expansión de la plantilla de trabajadores, empleados y contratistas, generando empleos directos e indirectos adicionales a los existentes en la región, así como también la continuidad de su plantilla laboral durante el periodo de vida útil del Proyecto, conservando los empleos que hasta el momento produce, tanto directos como indirectos.

El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia, aunque el pico de empleados se dará en las etapas de construcción-operación. Este corresponderá al desarrollo de infraestructura a la mina en beneficio de la región; el Proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero del área, este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona.

Se podrá generar una mayor derrama económica a la ya existente en el sitio, impactando de manera benéfica a los pobladores cercanos a la mina y localidades aledañas, además de que puede aumentar la vida útil de la misma, ocasionando un mayor lapso de desarrollo económico.

IV.5.3. Impactos sinérgicos

Un impacto sinérgico supone un efecto ambiental que resulta de la interacción simultánea de dos o más impactos, cuyo efecto conjunto es mayor o distinto al que producirían de manera individual, es decir que la magnitud, duración o importancia del impacto combinado puede incrementarse debido a la acumulación e interacción de diversas actividades del Proyecto o incluso de otros proyectos/actividades preexistentes dentro de la Región Ecológica.

Considerando lo anterior, se espera que el Proyecto genere impactos sinérgicos en los componentes Atmósfera, suelo e Infraestructura, siendo en su mayoría impactos compatibles con la realización de este. En el Anexo 4.1. se presenta la descripción detallada de cada uno de los impactos que pueden presentar sinergia con uno o más impactos o actividades del Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

IV.5.4. Impactos residuales

Después de la determinación y descripción de las medidas propuestas para cada uno de los impactos detectados para las etapas del Proyecto, se realizó un análisis de la efectividad de cada medida, tomando como base los impactos ambientales máximos determinados para el presente Proyecto y la aplicación de las medidas en la medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales.

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan impactos residuales[2] para cada Componente Ambiental y como resultado de la ejecución del Proyecto. Derivado de dicho análisis, los impactos ambientales estimados presentarán disminución en su intensidad e importancia respecto a su realización sin la aplicación de dichas medidas, resultando en la erradicación de impactos ambientales o en la modificación en su importancia general.

Conforme a la evaluación de la efectividad de las medidas propuestas se describen los posibles impactos residuales del Proyecto:

Atmósfera

Dispersión fugitiva de partículas suspendidas durante la operación de las obras y áreas donde se tenga interacción con vehículos y maquinaria pesada. La dispersión de polvos podría ocurrir de manera intermitente y eventual, ocasionada por los vientos en la zona y su área estimada de influencia serían los sitios aledaños a esta misma.

Flora y fauna

Para la alteración de los patrones de distribución espacial y temporal de la fauna, se planean desarrollar diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto sobre el Factor fauna, está siempre se mantendrá al margen de las actividades del proyecto, es decir, el ruido, las vibraciones y sobre todo la presencia humana serán un Factor determinante en la presencia de este impacto residual, el cual será contrarrestado una vez finalizado el cierre y restitución del sitio.

Sin embargo, el impacto residual esperado se considera poco significativo, ya que se realizarán actividades de rescate y ahuyentamiento de fauna, propiciando que las especies de menor tolerancia a los disturbios puedan repoblar el sitio de manera gradual.

IV.6. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.

El Área de Influencia es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, se consideran tanto los efectos directos como indirectos, es decir, no solamente los

[2] Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, y cuya residualidad deriva de la persistencia e irreversibilidad del efecto (incluso después de la atenuación o mitigación).

CONSULTA PÚBLICA

elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan para conformar el ecosistema.

En concreto, el Área de Influencia considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para la RE se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto.

La delimitación del área de influencia se realizó considerando el comportamiento de las emisiones a la atmósfera, la topografía del sitio, el tipo de vegetación, la hidrología superficial, el modelo de ordenes de corriente, además de la influencia directa de las obras, entre otros criterios. Se utilizó para la delimitación espacial, las nanocuencas de incidencia directa sobre la superficie que se requiere para el Proyecto.

Para la delimitación del AI se utilizó el programa ArcGIS para procesar los insumos considerados, en la Figura 4. 2 se muestra un polígono en color amarillo que representa el AI delimitada para el Proyecto, el cual tiene una superficie de **1759.10 ha (Anexo 4.2**).

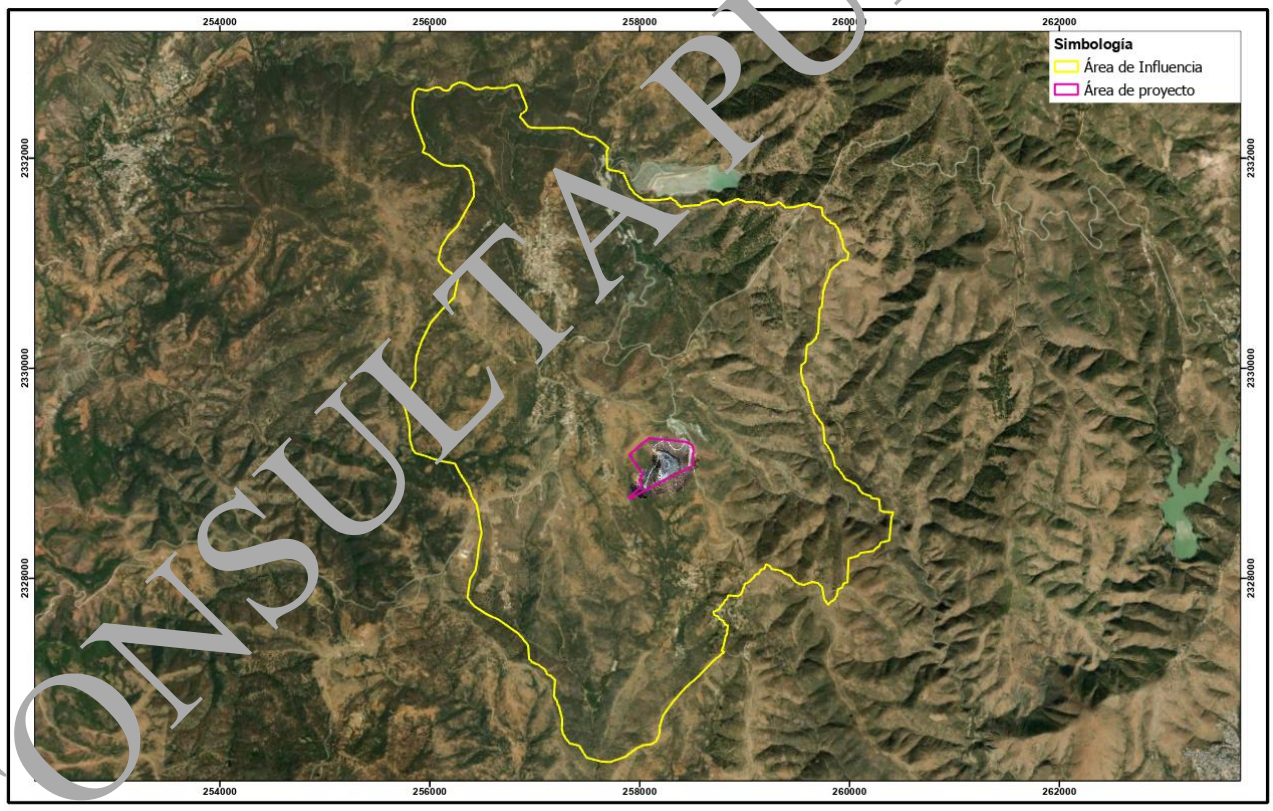


Figura 4. 2. Área de Influencia del Proyecto

En el Anexo 4.2 se presentan los archivos referentes a la delimitación del Área de Influencia del Proyecto; en concreto, se integran planos georreferenciados del polígono del AI, así como archivos en formato *Shp Kml*, y *CSV*.

CONSULTA PÚBLICA

IV.7. Medidas de compensación y/o restauración ambiental

A continuación, se enlistan en la Tabla 4. 7 las medidas aplicables para el apropiado control de los principales impactos ambientales derivados de la ejecución del Proyecto. En cada descripción se menciona el componente ambiental, el impacto y su clave, la clave de la medida y la medida, finalmente el tipo de medida y la etapa en la que su aplicación tendrá mayor relevancia, ya que algunas medidas se seguirán aplicando de manera continua durante todo el Proyecto. La descripción puntual de cada una de las medidas se encuentra en el Programa de Vigilancia Ambiental (Anexo 4.3) en donde se detalla el cronograma de aplicación de cada medida, así como los indicadores de realización y eficacia, entre otras consideraciones.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 4. 7. Medidas de compensación y/o restauración ambiental propuestas para el Proyecto

Medidas propuestas				
ID de la medida	**Medida**	**Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución**	**Ubicación**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	Será una medida preventiva para que el personal que labore en él, principalmente para prevenir cualquier tipo de accidente y reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorecerá a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, localizados sobre el área de afectación directa.	Área del Proyecto	**Cumplimiento:** Áreas delimitadas, Número de marcas, Formato de liberación de superficies por construir
P2	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	La maquinaria utilizada para las distintas actividades y obras del Proyecto deberá recibir de manera periódica mantenimiento preventivo y correctivo para verificar aspectos generales de su funcionalidad, especialmente en referencia a sus emisiones y posibles fugas de hidrocarburos.	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:** − Aplicación de servicios requeridos a la maquinaria conforme a la programación del mantenimiento **Eficacia:** − 100% de la maquinaria y vehículos inspeccionados periódicamente conforme al plan de mantenimiento interno
P3	Control de velocidad de los vehículos	Se instalarán todas las señales de tránsito que sean necesarias en vialidades y en las áreas que presenten un constante movimiento vehicular; además de la señalética restrictiva de velocidad, se instalarán otras señales de tránsito preventivas e informativas cuando sea necesario, por seguridad de todos los usuarios de los caminos.	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:** − Capacitación del personal del proyecto − Número de señales instaladas **Eficacia:** − Porcentaje de personal capacitado mayor al 95% − Instalación de señalética
P4	Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas	A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades de preparación del sitio incluyendo el acarreo de suelo rescatado y el material vegetal desmontado, se humedecerá periódicamente el acceso al Proyecto. El humedecimiento se deberá hacer través del riego con agua de un camión pipa, equipado con motobomba y aspersores. Durante la temporada de estiaje, el riego de estas zonas deberá realizarse por lo menos 2 veces por día el primer riego antes de iniciar actividades mientras que en la temporada lluviosa se podrá evitar el humedecimiento siempre y cuando las áreas se encuentren húmedas.	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:** Número y bitácora de riegos
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Para evitar el aumento de los niveles sonoros de manera innecesaria en el sitio, los cuales pueden ocasionar contaminación sonora y el aumento en el ahuyentamiento de especies de fauna que tengan incidencia con la huella del Proyecto, se contempla el prohibir el uso de distintos equipos que emitan sonidos fuertes tales como bocinas portátiles, elementos que alteren el sonido de manera gradual.	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:** − Capacitación del personal del proyecto Bitácoras de inspección **Eficacia:** − Reporte de inspección sin incidentes
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	La aplicación de esta medida asegura que las actividades sean llevadas a cabo de manera gradual conforme sea requerido a la fase operativa en curso, para minimizar los impactos identificados para los componentes ambientales	Área del Proyecto	**Cumplimiento:** - Áreas delimitadas del proyecto con forme a las 3 fases de desarrollo **Eficacia:** - 100% de las áreas intervenidas conforme a la fase en cuestión
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	La medida consiste en el suministro, armado, colocación y relleno de gaviones en las áreas de la tepetatera que presenten susceptibilidad a erosión, socavación o pérdida de material, con el propósito de mejorar la estabilidad superficial y proteger el depósito ante la acción de los	Áreas del Proyecto (Tepetatera)	**Cumplimiento:** -Colocación de gaviones en zonas de protección de taludes y/o escurrimientos.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas propuestas				
ID de la medida	**Medida**	**Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución**	**Ubicación**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
		escurrimientos de agua.		
				Eficacia:
				-Inspección posterior a la instalación.
P8	Rescate y reubicación de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés especial	Medida encaminada principalmente al rescate de la vegetación que se vería afectada durante ejecución de las actividades de preparación del terreno del Proyecto y que pertenezcan a alguna de las especies que se encuentran enlistadas en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, además de considerar aquellos ejemplares de difícil regeneración o de importancia region	Área del Proyecto	**Cumplimiento:** Número de individuos rescatados y reubicados
				Bitácoras de sobrevivencia de plantación
P9	Capacitación	Para esta medida se propone la capacitación de todo el personal que participe en las actividades del Proyecto, en la que se incluirá información en materia de salud, seguridad y medio ambiente, incluyendo en ella las medidas que se habrán de ejecutar para prevenir y mitigar los impactos derivados del desarrollo del Proyecto.	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:**
				- Número de personal Capacitado
				- Listados de asistencia y temáticas
				Eficacia:
				− Porcentaje del personal del proyecto capacitado mayor al 95%.
P10	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Una misma cuadrilla de personal técnico calificado realizará de manera previa los recorridos de ahuyentamiento para permitir que la fauna de alta movilidad se desplace fuera del sitio,	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:**
				− Número de recorridos realizados
				-Formato de registros directos e indirectos de fauna
				-Formato de recorridos de ahuyentamiento
				Eficacia:
				− 95% de liberaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de capturas
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se realizará el rescate de las especies de baja movilidad que puedan verse afectadas con dichas actividades, tomando las medidas necesarias para evitar daños tanto a la fauna como al personal encargado del rescate. Todas las especies, tanto de baja movilidad como aquellas de interés especial, serán reubicadas de manera adecuada en sitios con características ambientales similares a donde se encontraron o priorizando la zona destinada para las actividades de reubicación de fauna. Durante la etapa de Operación se mantendrá el personal y las actividades en el sitio, provocando que la alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna continúe.	Área del Proyecto	**Cumplimiento:** Número de recorridos realizados, Formato de registros directos e indirectos de fauna, Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento
P12	Manejo integral de los residuos	Como medida preventiva contra una eventual contaminación del suelo y/o agua, así como una medida de compensación contra el impacto sobre la calidad visual que generará el Proyecto, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos que se generen durante el desarrollo de este.	Unidad Minera San Ignacio	**Cumplimiento:**
				− Evidencia fotográfica de la adecuación de los sitios para el almacenamiento temporal de los residuos
				− Listas de asistencia a las capacitaciones
				− Bitácoras
				− Manifiestos de entrega recepción de residuos
				Eficacia:
				− Bitácoras de entrega y recepción de los residuos generados (100% de los residuos generados y almacenados temporalmente deberá ser entregado a empresas especializadas y autorizadas para la

CONSULTA PÚBLICA

Medidas propuestas				
ID de la medida	**Medida**	**Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución**	**Ubicación**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
				recolección, transporte y/o disposición final, excepto el porcentaje que pueda ser reutilizado internamente)
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	En la última etapa de desarrollo del Proyecto, así como al finalizar la vida útil del mismo, la huella del Proyecto podrá ser sometida a distintas obras y/o actividades de restitución con la finalidad de recuperar en medida de lo posible las características naturales del sitio anterior al desarrollo del Proyecto.	Área del Proyecto	**Cumplimiento:** − Cantidad de suelo reintegrado a la huella del proyecto − Superficie de la huella del proyecto reforestado **Eficacia:** − Restitución del 100% de la superficie del proyecto
C2	Reforestación	Se espera que esta medida favorezca en el largo plazo a compensar principalmente la pérdida de la cobertura vegetal de la tepetatera #4, con lo cual indirecta y consecuentemente se reducirá el potencial de erosión, se mejorará la calidad visual y continuidad paisajística, se posibilitará el regreso de especies de fauna silvestre al sitio y la progresiva regeneración del hábitat, además de que las condiciones del microclima cambiarían nuevamente a un estado más próximo al que actualmente mantiene la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto, por lo que esta reforestación se le considerará parte esencial en la mitigación de los efectos adversos generados por el Proyecto.	Áreas de mitigación	**Cumplimiento:** Número de individuos plantados Superficie reforestada
		La reforestación se realizará dentro de polígonos que se encuentran en el predio convenido por la promovente y donde pretende realizarse el proyecto por lo tanto presenta características ambientales similares a el área sujeta a desmonte.		Bitácoras de sobrevivencia **Eficacia:** 80% de sobrevivencia de los individuos plantados en el primer año

CONSULTA PÚBLICA

ANEXOS. IDENTIFICACIÓN, INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

A continuación, se presenta la lista de Anexos (planos, documentos, archivos digitales editables y memorias de cálculo) de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del Proyecto San Ignacio.

Listado de archivos editables y memorias de cálculo

Capítulo I

- Anexo 1.1. Planos georreferenciados y archivos digitales del Área del Proyecto
- Anexo 1.2. Planos georreferenciados y archivos digitales del Plan Maestro del Proyecto
- Anexo 1.3. Reporte fotográfico de las condiciones actuales de las obras
- Anexo 1.4. Estimación de costos para las medidas del Proyecto San Ignacio
- Anexo 1.5. Programa de trabajo del Proyecto
- Anexo 1.6. Memorias de cálculo de las características del Proyecto

Capítulo III

- Anexo 3.1. Planos georreferenciados y archivos digitales de la Región Ecológica delimitada para el Proyecto
- Anexo 3.2. Uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI
- Anexo 3.3. Tipos de vegetación bajo la clasificación supervisada de la vegetación
- Anexo 3.4. Superficies de uso de suelo y tipos de vegetación
- Anexo 3.5. Listado potencial de Fauna
- Anexo 3.6. Metodología Flora
- Anexo 3.7. Bibliografía Flora
- **Anexo 3.12 Metodología de muestreo de fauna:**
    - Anexo 3.13 Metodología del muestreo de fauna
    - Anexo 3.14 Coordenadas áreas de muestreo fauna
    - Anexo 3.15 Planos de los sitios de muestreo fauna
    - Anexo 3.16 KMZ de los sitios de muestreo fauna
- **Anexo 3.17 Resultados de los muestreos de fauna:**
    - Anexo 3.18 Resumen de resultados del muestreo de fauna
    - Anexo 3.19 Listado por sitios y con individuos de fauna
    - Anexo 3.20 Listado general de fauna
    - Anexo 3.21 VIES e Importancia del Hábitat (IH)
    - Anexo 3.22 Reporte fotográfico fauna
    - Anexo 3.23 Curva de rarefacción de fauna
- **Anexos Temporada de lluvias Flora:**
    - Anexo 3.10 Coordenadas de sitios en el AP, AI y RE (lluvias)
    - Anexo 3.11 Planos de sitios de muestreo realizados en la vegetación AP, AI y RE (lluvias)

CONSULTA PÚBLICA

- Anexo 3.27 Listado de especies protegidas con ubicación (lluvias)
- Anexo 3.28 Ubicación de las especies protegidas (NOM-059) (PDF) (lluvias)
- Anexo 3.29 Ubicación de las especies protegidas (Lista Roja) (PDF) (lluvias)
- Anexo 3.30 Ubicación de las especies protegidas (KMZ) (lluvias)
- Anexo 3.32 Curva de acumulación de especies AP, AI y RE (lluvias)
- Anexo 3.34 Listado de especies identificadas en campo – AP, AI y RE (lluvias)
- Anexo 3.36 Resumen y composición AP, AI y RE (lluvias)
- Anexo 3.41 Bases de datos por tipo de vegetación AP, AI y RE (lluvias):
    - Anexo 3.42 Bases de datos por tipo de vegetación AP
    - Anexo 3.43 Bases de datos por tipo de vegetación AI
    - Anexo 3.44 Bases de datos por tipo de vegetación RE

- **Anexos Temporada de secas Flora:**
    - Anexo 3.8 Coordenadas de sitios en AP, AI y RE (secas)
    - Anexo 3.9 Plano de sitios de muestreo realizados en la vegetación AP, AI y RE (secas)
    - Anexo 3.24 Listado de especies protegidas con ubicación (secas)
    - Anexo 3.25 Ubicación de las especies protegidas (secas)
    - Anexo 3.26 Ubicación de las especies protegidas (secas)
    - Anexo 3.31 Curva de acumulación de especies AP, AI y RE (secas)
    - Anexo 3.33 Listado de especies identificadas en campo AP, AI y RE (secas)
    - Anexo 3.35 Resumen y composición del AP, AI y RE (secas)
    - Anexo 3.37 Bases de datos por tipo de vegetación AP, AI y RE (secas):
        - Anexo 3.38 Base de datos por tipo de vegetación AP
        - Anexo 3.39 Base de datos por tipo de vegetación AI
        - Anexo 3.40 Base de datos por tipo de vegetación RE
- Anexo 3.45 Reporte fotográfico Flora
- **Anexo 3.46 Especies NOM-059 y endemismos fauna:**
    - Anexo 3.47 Listado de especies NOM-059 y endémicas de fauna
    - Anexo 3.48 Planos con especies de fauna en NOM-059
    - Anexo 3.49 Planos con endemismos de fauna
    - Anexo 3.50 KMZ de las especies en NOM-059 y endémicas de fauna
    - Anexo 3.51 Distribución potencial spp fauna en NOM-059
    - Anexo 3.52 Mapas de distribución potencial de las spp endémicas de fauna
- **Anexo 3.53 Índices de diversidad fauna:**
    - Anexo 3.54 Justificación y metodología diversidad fauna
    - Anexo 3.55 Análisis estadístico Gini-Simpson
    - Anexo 3.56 Análisis estadístico Shannon
- Anexo 3.57 Análisis del componente abiótico al interior de la Región Ecológica
- **Anexo 3.58 Diagnóstico ambiental de fauna (InVEST):**
    - Anexo 3.59 Justificación (InVEST)
    - Anexo 3.60 Base de datos cálculos de InVEST

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo IV

- Anexo 4.1. Determinación, Caracterización y Jerarquización de los Impactos Ambientales del Proyecto
- Anexo 4.2. Plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84 del Área de Influencia delimitada para el Proyecto, archivos Shp Kml, y CSV
- Anexo 4.3. Programa de Vigilancia Ambiental

Generales

- Anexo A. FF-SEMARNAT-141-04-003 San Ignacio 2026
- Anexo B. Documento con el que se acredita la personalidad jurídica
- Anexo C. Comprobante de pago de derechos en formato e5inco
- Anexo D. Formato de tabla A y B de acuerdo con la Ley Federal de Derechos
- Anexo E. Oficio N° PFPA/18.2/3S.1/0032/0052/24
- Anexo F. Carta protesta de decir verdad del responsable técnico
- Anexo G. Orden de inspección No. PFPA-18.1-3S.1-00028-26-OI Guanajuato

Documentación legal

1. Copia simple del Acta Constitutiva de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.
2. Registro Federal de Contribuyentes de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.
3. Copia certificada del poder del Representante Legal
4. Copia simple de la Identificación Oficial del Representante Legal
5. Copia simple de la Cédula Profesional del responsable técnico del estudio
6. Posesión legal de la tierra
7. Resolutivo CUSTF Tepetatera 3 Notif. 15022022

Estudios específicos

1. Títulos San Ignacio (Concesión Minera de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.) (Anexo 1.8)
2. Plan de Restitución y Cierre 2025 - Unidad Minera Valenciana (Anexo 1.7).
3. Resolutivo CUSTF Tepetatera 3 Notif. 15022022 (Anexo 7, Documentación legal).

CONSULTA PÚBLICA

Bibliografía y referencias

- Alanís-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., y Marroquín de la Fuente, J. S. (2020). Muestreo ecológico de la vegetación. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL, México.
- 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.
- Aranda-Sánchez, J.M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México, D.F. 255 pp.
- Bhushan, N., y Rai, K. (2004). Strategic decision making. Applying the analytic hierarchy process.
- Boarman, W. I. y M. Sazaki, 2005. A highway's road-effect kill for desert tortoises (Gopherus agasazii). Journal of Arid Environments 65, 94–101.
- Caballero, Deloya, M. (1977). Técnicas de muestreo usadas en México en Inventarios forestales, Desarrollo histórico. Ciencia Forestal, 2-30.
- Calderón de Rzedowski, G. (1985). Familias. Flora Fanerogámica del valle de México, 2, 77-85.
- Campbell, J. A., y W. W. Lamar. 2004. The Venomous reptiles of the Western Hemisphere. Ithaca, New York., Costock. 870 pp.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO-Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 986 pp.
- 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.
- Chao, A. (1984). Non parametric estimation of the classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics 11, 265-270. DOI: 10.2307/4615964.
- Chao, A., Chazdon, R.L., Colwell, R.K., y Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. Ecology Letters, 148-159. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x.
- CNAH (2012). The Center for North American Herpetology, en: http://www.cnah.org/
- Comisión Nacional Forestal. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. Guadalajara, Jal, México.: CONAFOR.
- CONABIO (2011). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, SEMARNAT, en: http://www.conabio.gob.mx.
- CONAFOR (2004). Protección, restauración y conservación de Suelos forestales. CONAFOR, México.
- CONAFOR. (2015). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Procedimientos de muestreo. México: CONAFOR.
- Cottam, G. y Curtis, J. T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37(3), 451-460. DOI: https://doi.org/10.2307/1930167.
- Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. Nueva York.1262 p.

CONSULTA PÚBLICA

- Duellman, W. E. 1961. The Amphibians and Reptiles of Michoacán, México, University of Kansas Publications, Museum of Natural History 15 (1):1-148.
- Duellman, W. E. 2001. The Hylid Frogs of Middle America. Revised and expanded edition. Ithaca, New Cork, Soc. Study. Amph. Rept. 1159 pp.
- Dunn, J y J.K Alderfer. 2017. National Geographic Field Guide to the Birds of North America, 7 editions. National Geographic Society, USA. 592 pp.
- Enciclovida.2024. COMISIÓN PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). http/enciclovida.mx.
- Espinosa, Organista, D., & Ocegueda, Cruz, S. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. Capital natural de México, I, 33-65.
- 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.
- Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 467-475.
- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (2ª ed. corr. y aumentada ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
- Gómez-López, A. M. y Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 78: 7-15. DOI: 10.17129/botsci.1717.
- Gómez-Pompa, A. (1996). Three levels of conservation by local people. In F. Di Castri & T. Younès (Eds.), Biodiversity, science and development: Towards a new partnership. (pp. 347-356). Cambridge, UK: CAB International & International union of biological sciences.
- González Márquez, J. J., & Montelongo Buenavista, I. (Septiembre-Diciembre de 1996). El ordenamiento ecológico del territorio como instrumento de política ambiental. Recuperado en Marzo de 2014, del sitio web de Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco:
- González, Villarreal, L. M. (1986). Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Jalisco. . Guadalajara, Jal.: Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara.
- 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.
- Heimes, P. 2016. Herpetofauna Mexicana Vol. 1. Snakes of Mexico. Edition Chimaira. Frankfurt am Main, Germany.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, USA. 1010 pp.
- Imaña, Encinas, J., Jiménez, Pérez, J. y Valeria, Rezende, A. (2014). Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos. Brasilia, Brasil / Linares, México: Universidad de Brasilia / Universidad Autónoma de Nuevo León.
- iNaturalist. (2026). iNaturalist. https://www.inaturalist.org.
- 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.

CONSULTA PÚBLICA

- INEGI. (2017). Uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000 [serie VII]. Ciudad de México.
- IUCN. (2026). The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de https://www.iucnredlist.org.
- Köhler, G. y P. Heimes. 2002. Stachelleguane. Lebensweise, Pflege, Zucht. Herpeton, Offenbach, Germany. 174 pp.
- Lara-Cabrera, S. I. (2011). Diversidad florística de México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Lemos-Espinal, J. A., G. R, Smith y R. Valdez-Lares. 2018. Amphibians and reptiles of Durango, Mexico. ECO Herpetological Publishing and Distribution. 414 pp.
- 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.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biologicos Alexnader von Humboldt.
- 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.
- Martínez–Gordillo, M., Jiménez, J., Ramírez, R. G., Durán, E. J., Arriaga, R. G., Cervantes, A., & Mejía, R. Hernández. 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. In Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot (Vol. 73, pp. 155-281).
- McVaugh, R. (1974). Flora novo-galiciana (Vol. 12). University Herbarium, University of Michigan.
- 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.
- Molina Freaner, F. E., & Van Devender, T. R. (Eds.). (2010). Diversidad biológica de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México / CONABIO.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., & Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. Revista Biologica Tropical, 59(1), 373-383.
- Moreno, N.P. (1984). Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (CECSA), Xalapa.
- Moreno-Ortega, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Pachuca, Hidalgo: UAEH.
- Moreno-Ortega, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82(4), 1249–1261. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.578.
- Morrone, J.J. (2017). Biogeographic regionalization of the Sierra Madre del Sur province, Mexico. Revista mexicana de biodiversidad, 88(3), 710-714. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.012.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: El País

CONSULTA PÚBLICA

- Orozco, L. y Brumér, C. (2002). Inventarios forestales para bosques de latifoliados en américa central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., & Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466.
- Parris, K. M. y A. Schneider, 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. Ecology and Society 14, 29.
- Plants of the World Online (POWO). (2026). Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. http://www.plantsoftheworldonline.org/.
- Ramírez-Albores, J. E., Martínez-Arce, A., & Gordillo-Martínez, A. (2016). Listado florístico y estado de conservación de la flora vascular de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre Oriental. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 850–862.
- Romahn, C. F. & Ramírez, H. (2010). Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. pp. 294
- Romin, L. A. y J. A. Bissonette, 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. Wildlife Society Bulletin 24, 276–283.
- Romin, L. A. y J. A. Bissonette, 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. Wildlife Society Bulletin 24, 276–283.
- Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). Plants of the World Online.
- Rzedowski, J. (1994). Vegetación de México (Sexta reimpresión ed.). D.F. México: Limusa.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504pp.
- Sánchez, Mejía, Z. M., Serrano-Grijalva, L., Peñuelas-Rubio, O., & Pérez, E. R. (2007). Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del desierto de Sonora y la selva baja caducifolia (Noroeste de México). Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 74-83.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2016). Lineamientos y criterios para el muestreo de vegetación en estudios de impacto ambiental. SEMARNAT.
- SEDESOL (2010), Secretaría de Desarrollo Social, en: http://www.sedesol.gob.mx/.
- SEMARNAT (2019). 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 (Modificación al Anexo Normativo III). Diario Oficial de la Federación.
- SIATL (2010) Simulador de Flujos de Agua de Cuencas hidrográficas, INEGI, en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#
- Sigala-Rodríguez, J. J., G. E. Quintero-Díaz, I. T. Ahumada-Carrillo & D. E. Carrillo-Lara. (2020a). Anfibios. En: Cruz-Angón A., D. López-Higareda, K. C. Nájera-Cordero, E. D. Melgarejo y D. Hernández-Ramírez. La biodiversidad en Zacatecas. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría del Agua y Medio Ambiente, Zacatecas. México. pp. 229-234.
- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. Bulletin of the U.S. National Museum 187:1-239.
- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. Bulletin of the U.S. National Museum 187:1-239.
- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibian of Mexico. Bulletin of the U.S. National Museum 194:1-117.

CONSULTA PÚBLICA

- Smith, M. H., y E. H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. Bulletin of the U.S. National Museum 199:1-253.
- Stuart Chapin III, Vitousek y Van Cleve 1986 Chapin, F. S., III, Vitousek, P. M., & Van Cleve, K. (1986). The nature of nutrient limitation in plant communities. The American Naturalist, 127(1), 48–58. https://doi.org/10.1086/284466.
- The Angiosperm Phylogeny Group. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181(1), 1–20. https://doi.org/10.1111/boj.12385.
- Van der Zande, A.N., TerKeurs, W.J., Van der Weijden, W.J., 1980. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat–evidence of a long distance effect. Biological Conservation 18, 299–321.
- Van Devender, T. R., Felger, R. S., Fishbein, M., Molina Freaner, F. E., Sánchez Escalante, J., & Reina Guerrero, A. L. (2010). Biodiversidad de las plantas vasculares. In F. E. Molina Freaner & T. R. Van Devender (Eds.), Diversidad biológica de Sonora (pp. 229–261). Universidad Nacional Autónoma de México / CONABIO.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa Inventarios de Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México = Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 559–902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017.
- Yang, K.-C. y Pulkki, R.E. (2002). Sample Size Determination and Probability Level Estimation. Taiwan Journal of Forest Science, 135-41.

CONSULTA PÚBLICA



Guanajuato Silver Co Ltd.

Simbología

Área de proyecto

Título:

Área del Proyecto

Proyecto:

San Ignacio

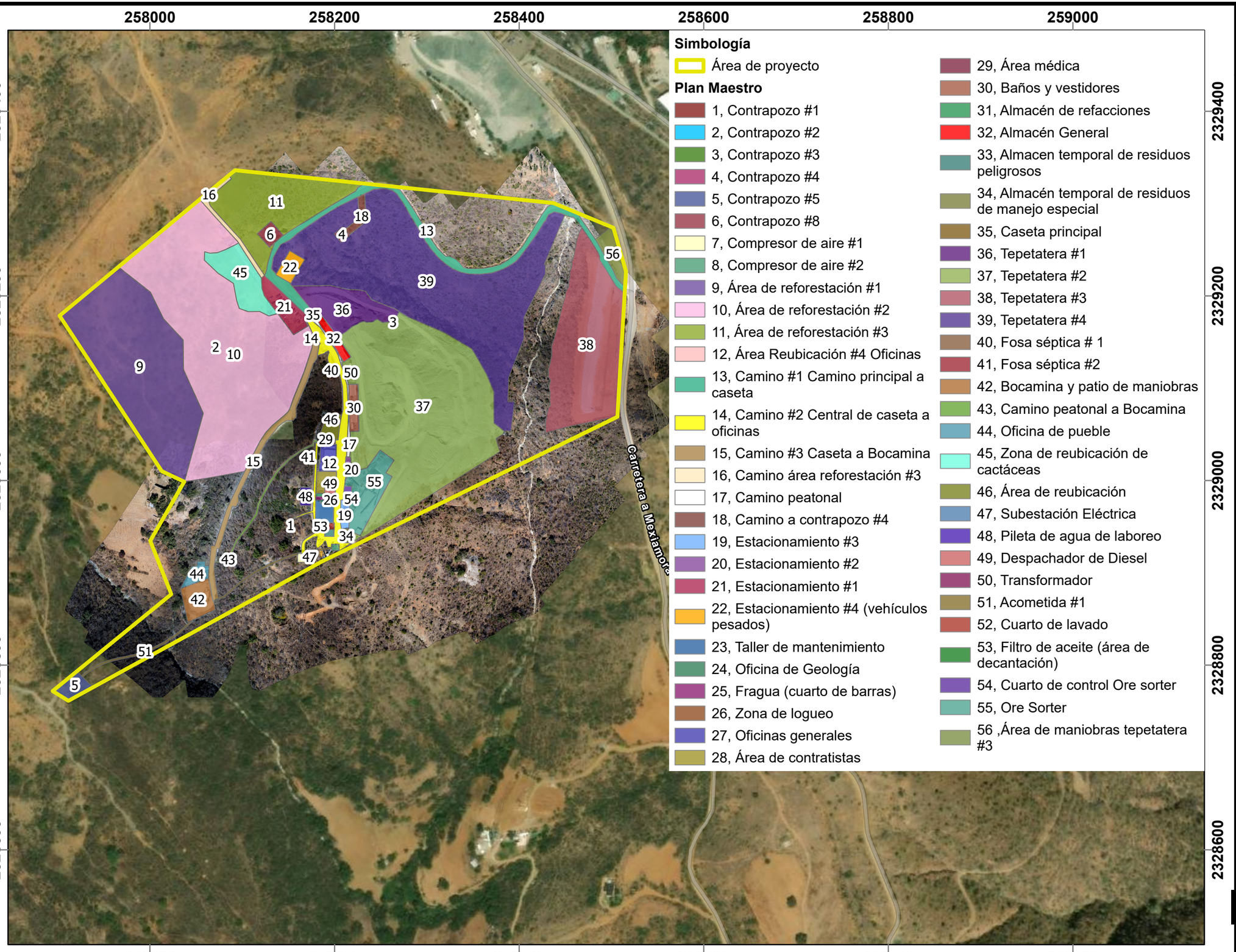
Promovente:

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:2,000	1.1	Septiembre/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	200 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.



Simbología

Área de proyecto

Plan Maestro

1, Contrapozo #1
2, Contrapozo #2
3, Contrapozo #3
4, Contrapozo #4
5, Contrapozo #5
6, Contrapozo #8
7, Compresor de aire #1
8, Compresor de aire #2
9, Área de reforestación #1
10, Área de reforestación #2
11, Área de reforestación #3
12, Área Reubicación #4 Oficinas
13, Camino #1 Camino principal a caseta
14, Camino #2 Central de caseta a oficinas
15, Camino #3 Caseta a Bocamina
16, Camino área reforestación #3
17, Camino peatonal
18, Camino a contrapozo #4
19, Estacionamiento #3
20, Estacionamiento #2
21, Estacionamiento #1
22, Estacionamiento #4 (vehículos pesados)
23, Taller de mantenimiento
24, Oficina de Geología
25, Fragua (cuarto de barras)
26, Zona de logueo
27, Oficinas generales
28, Área de contratistas
29, Área médica
30, Baños y vestidores
31, Almacén de refacciones
32, Almacén General
33, Almacen temporal de residuos peligrosos
34, Almacén temporal de residuos de manejo especial
35, Caseta principal
36, Tepetatera #1
37, Tepetatera #2
38, Tepetatera #3
39, Tepetatera #4
40, Fosa séptica # 1
41, Fosa séptica #2
42, Bocamina y patio de maniobras
43, Camino peatonal a Bocamina
44, Oficina de pueble
45, Zona de reubicación de cactáceas
46, Área de reubicación
47, Subestación Eléctrica
48, Pileta de agua de laboreo
49, Despachador de Diesel
50, Transformador
51, Acometida #1
52, Cuarto de lavado
53, Filtro de aceite (área de decantación)
54, Cuarto de control Ore sorter
55, Ore Sorter
56 ,Área de maniobras tepetatera #3

Guanajuato Silver Co Ltd.

Título:
Plan Maestro del Proyecto

Proyecto:
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:3,000	1.2	Septiembre/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	200 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

Guanajuato Silver CO LTD

MINERA MEXICANA EL ROSARIO S.A DE C.V
UNIDAD MINERA VALENCIANA

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO (15 años)

DIAGRAMA DE GANTT PROYECTO DE MINERIA SUBTERRANEA "SAN IGNACIO"

ETAPA DE OPERACIÓN DE MINA SAN I

CUSTF

ETAPA		ID	ACTIVIDAD	2026 OCT	2026 NOV	2026 DIC	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
PREPARACIÓN-CONSTRUCCION	PREPARACION	C1	Campamento de obra(temporal)																		
		C2	Delimitación(topografia y trazo)																		
		C3	Desmonte																		
		C4	Despalme y nivelación del terreno																		
		C5	Cercado																		
		C6	Caminos de acceso																		
	CONSTRUCCION	C7	Obras civiles y de infraestructura superficiales																		
		C8	Introducción y acometida de servicios basicos y de apoyo																		
OPERACIÓN		O1	Explotación minera subtérranea																		
		O2	Depositos superficiales de tepetates																		
		O3	Transporte de mineral																		
		O4	Mantenimiento de infraestructura de servicios y equipamiento de mina.																		
		O5	Manteniemento de caminos,estacionamientos y zona industrial.																		
		O6	Manteniento de almacenes de residuos y gestión de residuos.																		
		O7	Mantenimiento de areas de reforestación																		
CIERRE		A1	Plan de cierre																		
		A2	Descontaminación y estabilización de instalaciones y equipos																		
		A3	Rescate de materiales y equipos																		
		A4	Estabilizacion de obras mineras superficiales y subterraneas																		
		A5	Cierre de Rampas de Acceso ó Bocaminas																		
		A6	Demolicion de infraestructura																		
		A7	Disposicion de residuos peligrosos y no peligrosos																		
		A8	Estabilización de suelos (terreros y tepetateras)																		
		A9	Restauracion de areas superficiales																		
		A10	Informe de cierre																		



Camino a Reforestación #3



Contrapozo #3



Despachador de Diesel



Inicio Acometida



Tepetatera #3



Cuarto de lavado

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

Proyecto San Ignacio

Anexo 1.3

Reporte fotográfico de las condiciones actuales de las obras



Baños y vestidores



Fosa séptica



Subestación eléctrica



Baños portátiles



Camino Peatonal Bocamina



Vestidores

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

Proyecto San Ignacio

[redacted]

Anexo 1.3
Reporte fotográfico de las condiciones actuales de las obras



Compresor de aire

Anexo 1.7.
Plan de Restitución y Cierre 2025

Unidad La Valenciana

[redacted]

2025

Plan de Restitución y Cierre 2025

Unidad La Valenciana

Guanajuato, Guanajuato

Índice de contenido

Resumen Ejecutivo **1**
1.0 Introducción **10**
1.1 Localización de la Unidad La Valenciana 11
1.2 Visión general de cierre de mina en etapas finales de operación 13
2.0 Información de la Compañía **15**
2.1 Información de la Compañía promovente 15
2.2 Responsable de la elaboración del PRC 15
3.0 Antecedentes **18**
3.1 Histórico del desarrollo de mina 18
3.2 Uso de suelo y actividad minera 25
3.2 Dinámica y problemática de la región en materia ambiental 28
3.3 Antecedente legal y requerimientos de SEMARNAT 29
4.0 Objetivos, alcances y limitaciones **33**
4.1 Objetivos 33
4.2 Alcances del trabajo 34
4.3 Limitaciones 36
4.4 Cierre progresivo 36
4.5 Revisión de documentación 37
5.0 Descripción de las Obras y Actividades mineras **38**
5.1 Estatus actual de la Unidad La Valenciana (2025) 38
5.1 Estatus actual de la Unidad La Valenciana (2025) 38
5.2 Descripción del proceso general de la Unidad La Valenciana 39
5.3 Descripción de las instalaciones 42
5.4 Resumen de superficies involucradas 56
5.5 Programa de operación y cierre de mina 59
6.0 Principios de Cierre de obras mineras **60**
6.1 Principios de restitución 60
6.2 Estándar de gestión de cierre de Mina La Valenciana 64
6.3 Marco regulatorio nacional 65
6.4 Referencias y guías técnicas 67

7.0 Estabilidad del sitio 73
7.1 Estabilidad física 73
7.2 Estabilidad química 74
7.3 Estabilidad biológica 74
7.4 Estabilidad social 75
7.5 Terreros y tepetateras 75
7.6 Presas de Jales 79
8.0 Descripción del Plan de Restitución, Cierre, y Post-Cierre 2025 – Mina Valenciana 85
8.1 Metodología de elaboración de la propuesta de restitución y cierre 85
8.2 Etapas del proyecto y cierre 86
8.3 Consideraciones ambientales para cierre 87
8.4 Criterio de minería sustentable 91
8.5 Sitios sujetos a restauración 91
9.0 Maniobras para cierre de mina 93
9.1 Acercamiento para cierre de mina 93
9.2 Maniobras de restitución y cierre para la Unidad La Valenciana 95
9.3 Lagunas de información 112
9.4 Variaciones potenciales para restitución y cierre 113
9.5 Resumen de áreas, sitios y obras para cierre de Unidad Minera La Valenciana 113
10.0 Programa general de reforestación para fines de PRC 2025 115
10.1 Justificación, objetivos y metas 115
10.2 Terrenos a reforestar 116
10.3 Acciones para la reforestación 123
10.4 Soporte y mantenimiento 139
10.5 Procedimiento general e indicadores para monitoreo de sobrevivencia 139
10.6 Estimación de costos de rehabilitación forestal 142
11.0 Descripción del escenario modificado para el cierre de mina 143
11.1 Relieve topográfico y vegetación previa al desarrollo del Proyecto 143
11.2 Esquema conceptual de cierre de jales 148
11.3 Escenario modificado para cierre de tepetateras 150
11.4 Esquema conceptual para cierre de edificaciones e infraestructura de beneficio 153
11.5 Esquema conceptual para cierre de edificaciones e infraestructura de apoyo y servicios 154

11.6 Escenario modificado en función de los objetivos de cierre 156
11.7 Riesgos e incertidumbres del escenario modificado 159
12.0 TCFD (Task Force on Climate Rel Fin Disclosure) 161
12.1 Efectos del Cambio Climático con relación al Plan de Cierre 161
12.2 Índice de estabilidad climática (IEC) en el área de Proyecto 162
12.3 Variación climática en el Área del Proyecto (temperatura y precipitación) 165
12.4 Consideraciones generales con respecto al Proyecto 167
13.0 Monitoreo y mantenimiento Post-Cierre 169
13.1 Monitoreo de estabilidad física 170
13.2 Monitoreo de estabilidad química 173
13.3 Monitoreo de estabilidad biológica 175
13.4 Medidas generales 177
13.5 Identificación de áreas de oportunidad para el cierre de mina 178
14.0 Estimación de costos de restitución y cierre 179
14.1 Datos de entrada 180
14.2 Suposiciones, omisiones y limitaciones del modelo empleado 182
14.3 Información de las superficies implicadas para definición de intensidades de trabajo y presupuesto por unidad de superficie 184
14.4 Estimación de costos de restitución y cierre 188
14.5 Distribución en el tiempo de costos de restitución y cierre 194
15.0 Conclusiones 199
15.1 Conclusiones 199
15.2 Compromisos adquiridos por Minera Mexicana el Rosario S.A DE C.V. 200
15.3 Alteraciones potenciales al PRC-2025 201
16.0 Recomendaciones 203
16.1 Generales 203
16.2 Recomendaciones para el avance de actividades de restitución y cierre 205
16.3 Recomendaciones para el manejo y monitoreo de la restitución del sitio 205
17.0 Listado de anexos 209
18.0 Referencias bibliográficas 210

Resumen Ejecutivo

Unidad Minera La Valenciana está conformada por varias minas, tales como La Valenciana, Rayas, Cata, El Nopal que operan desde el siglo XVI, y de manera más reciente por la mina San Ignacio, estas se encuentran en la región central del distrito minero de Guanajuato, identificado por la legendaria Veta Madre, que caracteriza a esta región como una de las más argentíferas (abundantes en plata y minerales asociados) de todo México. La Unidad se dedica a la extracción de plata, y oro procesando un aproximado de 36,000 toneladas de mineral por mes.

Minera Mexicana el Rosario S.A de C.V. como parte de Guanajuato Silver Corp., opera actualmente la Unidad La Valenciana, que se encuentra inmersa al noreste de la ciudad de Guanajuato. La unidad está integrada por infraestructura industrial para el beneficio de minerales mediante el proceso de flotación (plata y oro), una zona de jales mineros y distintas zonas de mina subterránea que han sido explotadas aproximadamente desde el siglo XVI, así como varias zonas con obras mineras antiguas distribuidas a lo largo de la zona norte de la ciudad de Guanajuato, Guanajuato.

Las líneas de acción para llevar a cabo el cierre y abandono del sitio, descritas en el PRC 2025, se consideran conceptuales por la anticipación con la que se desarrollan; haciéndose con ello evidente y altamente recomendable la periódica actualización del Programa, necesaria para incluir ampliaciones o modificaciones futuras, así como para concretar y mejorar progresivamente las estrategias para la obtención de los resultados proyectados. Lo anterior, sin duda, favorecerá el manejo integral de todas las áreas de ocupación y/o afectación por las actividades minero-industriales y por la infraestructura de la Unidad.

En términos de sustentabilidad, se describen como objetivos primarios del cierre de la Unidad La Valenciana: promover el uso eficiente de los recursos; reducir y prevenir la contaminación; y evaluar y considerar el valor ecológico y aspectos de uso de suelo para el cierre de mina y lograr la estabilidad física, química y biológica del sitio.

El Plan de Restitución y Cierre 2025 ha sido elaborado por la empresa Clifton Associates Ltd. (MR) – Natural Environment S.C., para Minera Mexicana el Rosario S.A DE C.V. año 2025, en los cuales se recopiló la información que ha sido generada por distintas fuentes para el Proyecto: se realizó una investigación documental para estructurar un acervo de la información disponible del Proyecto, y se han llevado a cabo visitas de reconocimiento.

El Plan de Restitución y Cierre 2025, ha zonificado la unidad en función del uso actual y uso futuro propuesto para diversos componentes de esta, de tal manera que el PRC 2025 se focalizará sobre dichas zonas, discriminando áreas que no requerirán de la aplicación de las maniobras de cierre y abandono, manifestados en este documento.

Principios de Restitución y Cierre que soportan el PRC

Un componente estratégico de los proyectos mineros corresponde a la elaboración de un Plan de Restauración (restitución y cierre) de operaciones, una tarea de vital importancia tanto para la industria minera como para las comunidades aledañas a la operación. El proceso de planeación de

cierre debe incluir estrategias de restauración, así como la determinación de los recursos económicos necesarios para poner en práctica estas estrategias. Esto se traduce en una herramienta de revisión y objetivos firmes a ser acatada y revisada con base en los avances, mejoras y nuevas alternativas disponibles y cambios suscitados a partir de procesos de participación por parte de la comunidad y autoridades.

Existen una serie de procedimientos básicos de restauración que deben observarse independientemente de la actividad de cierre a llevarse a cabo. Estos procedimientos son:

- Movimiento de tierras.
- Control de erosión.
- Revegetación.
- Tratamiento de aguas (y/o materiales).
- Monitoreo.

Objetivos

El Plan de Restitución y Cierre (2025) se enfoca a asegurar que el paisaje posterior al uso minero sea seguro y estable desde el punto de vista físico, geoquímico y ecológico. Se debe asegurar que la calidad de los recursos de agua (posibles efluentes) en la zona sea protegida y que el plan de restauración sea bienvenido por las comunidades y autoridades.

Los objetivos principales que se procuran con el PRC 2025, 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 La Valenciana, 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 La Valenciana.
- 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.

Descripción de las instalaciones

Durante la elaboración del Plan de Restitución y Cierre 2025 de la Unidad La Valenciana, se ha mapeado toda la infraestructura que existe en los terrenos de la empresa, tomando como base las imágenes satelitales adquiridas (resolución de 30 cm), los análisis de sensores remotos realizados, vuelos dron realizados específicamente para planeación de cierre, los planos facilitados por la propia Minera Mexicana El Rosario y el levantamiento que se hizo en campo específicamente para este fin. Para facilitar el manejo de la información geográfica y la descripción de las instalaciones, se zonificó la unidad en referencia a la tenencia de la tierra, y se excluyeron los predios y propiedades en los que no hay ninguna obra o instalación operativa que se deba sujetar a los lineamientos o maniobras para su cierre y abandono.

La zonificación, se integra de tres zonas: Industrial, Mina, Apoyo y Servicios y Depósitos de Jales; cuya ocupación superficial en conjunto es de 106.0442 ha. Posteriormente, los componentes mapeados se clasificaron en estas tres categorías, atendiendo principalmente a su localización geográfica más que al tipo de obra de que se traten. Dichos componentes van desde edificios y estructuras, piletas y tanques, obras mineras, caminos, patios, áreas verdes, e incluso, áreas sin uso aparente y zonas degradadas, que en su mayoría caen dentro de los terrenos incluidos en los polígonos del PRC 2025, con excepción de algunas obras, adicional a las áreas que son consideradas como reservas territoriales de la Unidad La Valenciana.

Descripción del Plan de Restitución y Cierre

La metodología aplicada para el diseño del Plan de Restitución y Cierre 2025, se basa en el cumplimiento con los objetivos de estabilidad, restauración ecológica, sustentabilidad y viabilidad a largo plazo y la aplicación de estándares internacionales para el cierre de minas.

Los pasos o rubros considerados son:

- Ejecución de estudios de línea base (recopilación y consulta del inventario ambiental).
- Diseño conforme a criterios técnicos, económicos y ambientales.
- Mapeo preliminar, mapeo a detalle y verificación de cada zona y sitio para la ejecución de cuantificaciones de las áreas de afectación (incluyentes o excluyentes para el PRC 2025).
- Caracterización del tipo de obra y sus implicaciones ambientales.
- Integración de estudios, diseños y nuevas ingenierías, ya sea de ampliaciones en proceso, planeadas y en espacial, las ingenierías enfocadas al cierre de los depósitos de jales.
- Eliminación de obras, espacios, terrenos que se consideran apropiados para su exclusión de los alcances de planeación de restitución y cierre (terrenos con obras/infraestructura de utilidad social).
- Agrupamiento de zonas y tipos de actividades requeridas para categorías de infraestructura construida o planeada.
- Identificación y delimitación de superficies adicionales susceptibles de restauración y mejoramiento para la integración del proyecto al entorno, ya sea con fines de conservación o como parte de la zona de transición hacia la mancha urbana de Mineral dLa Valenciana.
- Estimación económica de las áreas de afectación directa y de las zonas adicionales de restauración ecológica, conforme a precios presentados a la operación, contratistas, presupuestos asignados y estadísticas de costos de la zona (Unidad La Valenciana) que deberán ser revisados de forma periódica; equipo básico que estará disponible durante las actividades de cierre, costos operativos, personal, estudios, labores de monitoreo y cumplimiento de normatividad aplicable (o estándares internacionales).
- Interpretación y extrapolado de precios y costos derivados de presupuesto 2025 para cierre de jales y movimientos de tierras de Unidad La Valenciana, 2025.

Sitios sujetos a restauración

A partir de la zonificación de la Unidad La Valenciana, se generaron las poligonales de los sitios sujetos a restauración, que, para fines de manejo y descripción de obras, actividades y

planeación de restitución y cierre, excluyen a las reservas territoriales y terrenos con utilidad social, quedando de la siguiente forma:

- Zona de Industrial.
- Zona de Mina y Servicios.
- Zona de Depósitos de Jales.

Para determinar las necesidades de restauración de las obras de la Unidad La Valenciana, las obras fueron evaluadas en la siguiente manera:

- Edificaciones mayores, naves industriales (planta de proceso, mantenimiento mayor).
- Edificaciones menores o de bajo impacto (almacenes, aulas, oficinas, casetas, etc.).
- Edificaciones de infraestructura minera (rampas, tiros, contrapozos, tepetateras, Depósitos de Jales, etc.).
- Vialidades para eliminar (caminos, brechas).
- Patios, áreas de maniobras (usos múltiples, patio industrial, patios de contratistas).
- Instalaciones de servicios (piletas, subestaciones, líneas, abastecimiento de agua etc.).
- Zonas degradadas, ya sea de forma directa o indirecta por las actividades para aplicación de actividades de reforestación.
- Poligonales identificadas dentro de terrenos de Minera La Valenciana para ejecución de reforestaciones adicionales y/o complementarias.
- Delimitación de áreas verdes, jardines y zonas con vegetación.
- Superficies de obras identificadas como apropiadas para permanecer en el sitio y que no se integran a las estimaciones de costos relacionados a PRC 2025 (áreas, infraestructura, edificaciones).

Las categorías establecidas van en función de la preparación del sitio para restitución y cierre, al eliminar toda aquella estructura o material que presente factibilidad de ser eliminada así como aquellos componentes que puedan representar un beneficio económico para Minera La Valenciana en términos de capitalización adicional para costos de cierre (subasta de equipo, venta de chatarra, reciclado), materiales utilizables para alguna estructura de cierre (cercos, rejas, sellos, relleno, etc.) o que pueda representar un apoyo y beneficio para terceros.

Maniobras de restitución y cierre para la Unidad La Valenciana

Las operaciones de restitución y cierre se denominan maniobras, las cuales han sido seleccionadas de tal forma que se pueda lograr el adecuado cumplimiento de los objetivos de estabilización física, química y biológica del terreno:

- Desmantelamiento de todo equipo, maquinaría, estructura recuperable para su salvamento, reubicación, venta, reutilización o reciclaje como chatarra.
- Desarmado diseñado y controlado de tanques, molinos y equipos de gran tamaño que impliquen maniobras más especializadas o intensivas (por tamaño, peso, cantidad de material).

- Demolición, tanto de edificaciones como de cimentaciones, incluyendo las planchas de revestimiento para patios y estacionamientos no propuestos para permanecer en el sitio en la etapa de abandono. Se selecciona todo material de cemento y concreto inerte (sin rastros de contaminantes) para su utilización como parte de relleno y sello de mina (rampas y tiros).
- Escarificado, el cual representa el rompimiento de la capa compactada de suelos en terrenos utilizados como patios, depósitos de materiales, edificaciones y como preparación física del terreno para la ejecución de obras de reforestación.
- Relleno y sellamiento de mina, considerando al tepetate como el principal banco de material para relleno de rampas, tiros y contrapozos (Robbins).
- Encapsulamiento y cubierta, maniobra específica para aislar obras mineras (Depósitos de Jales) y estabilizar terrenos, considerando dos capas principales, una de roca o tepetate (0.5 metros de espesor mínimo) y una capa de suelo como sustrato para establecer una adecuada masa vegetal.
- Reforestación de todos los sitios de restitución y cierre, así como de espacios adicionales propuestos para mejoramiento de calidad del sitio y como zonas de transición o amortiguamiento. La reforestación podrá y deberá ejecutarse con base a las condiciones y posibles limitantes del sitio, áreas verdes o jardines para zonas de mina, vegetación forestal para terrenos con mayor aptitud forestal y matorrales o especies tolerantes.
- Monitoreo, cada zona deberá considerar actividades generales y específicas de monitoreo, tales como calidad de agua, estabilidad física, control de erosión, desarrollo y sobrevivencia de la vegetación, presencia de fauna silvestre. Así mismo, se considera como parte del monitoreo a la ejecución de estudios adicionales que puedan ser necesarios para ejecutar maniobras de restitución, cierre, alternativas y eventual abandono del terreno.

Resumen de áreas de Mina La Valenciana

El PRC 2025 considera tres zonas que abarcan diferentes tipos de áreas, actividades, obras, estructuras y requerimientos para fines de restitución y cierre con un enfoque a la estabilización a largo plazo del sitio.

Las tres zonas (Industrial, Mina y Servicios y Depósitos de Jales) cubren una superficie total de aproximadamente 106.0442 ha, en las cuales se han identificado 239 componentes diferentes (presas, patios, estructuras, edificaciones, obras mineras, contrapozos, etc.) distribuidos en la totalidad de la Unidad La Valenciana con una huella total de ocupación directa de 59.7894 ha para restitución y cierre como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Resumen de las superficies utilizadas para PRC 2025 y ocupación directa

Zona	Superficie de la zona		Huella de afectación directa	
	ha	%	ha	%
Apoyo y Servicios	3.4766	3.278	3.0222	5.055
Mina	40.3365	38.037	13.0036	21.749
Industrial	10.7386	10.127	2.7952	4.675
Depósito de Jales	51.4925	48.558	40.9684	68.521

Zona	Superficie de la zona		Huella de afectación directa	
	ha	%	ha	%
Total	**106.0442**	**100**	**59.7894**	**100**

Las actividades de monitoreo deberán de estar enfocadas al cumplimiento y verificación de las actividades de restauración, con especial énfasis en estabilidad, calidad del agua, sobrevivencia y desarrollo de la vegetación en sitios restituidos, estado de la zona, así como el factor social en material de opinión pública y aceptación a los usos de suelo propuestos y las inherentes restricciones.

Los resultados adecuados del Plan de Restitución y Cierre 2025 no solo dependerán de las obras de ingeniería, sino de un acertado seguimiento del desarrollo de la zona restaurada y usos de suelo propuestos. Se considera que, dada la presencia de obras mineras como depósitos de jales, planta de beneficio, procesos químicos, etc. el periodo de monitoreo pueda ser de 5 a 10 años y con base en los resultados, se podrán cesar actividades de monitoreo o en caso de requerirse, llevar monitoreos adicionales, extender el periodo de monitoreo por un periodo adicional, variable y evaluado en su momento.

El monitoreo y seguimiento de los resultados de las maniobras de restauración de la Unidad La Valenciana están centrados en los objetivos originales del PRC 2025: la estabilización física y química del sitio, seguridad ambiental, comunidad, restitución de ecosistemas y usos de suelo compatibles.

Estimación de costos de restitución y cierre

El panorama completo de la estimación de costos para fines de restitución y cierre de Mina La Valenciana, que permitan la apropiada restauración ecológica del sitio y un eventual abandono responsable, se presentan de forma integral en la siguiente tabla:

Tabla 2. Integración de montos de ejecución, administración y contingencia (PRC-2025)

Dominio	Montos estimados		
	$ M.N	&	$ USD
Dominio 1: Zona Industrial	$7,024,658		$379,711
Dominio 2: Zona de Mina	$19,675,947		$1,063,565
Dominio 3: Zona de Jales	$24,604,552		$1,329,976
Dominio 4 : Servicios y Apoyo			
Dominio 5: Estudios, Peritajes e Investigaciones	$5,550,665		$300,036
Dominio 6: Mantenimiento y Monitoreo	$13,058,129		$705,845
Subtotal Dominios (Ejecución Técnica)	**$69,913,952**		**$3,779,133**
Monto por Contingencias	$12,697,319.43		$686,341.59
Integración de costos asociados	$7,953,116.12		$429,898.17
Estimacion Total de presupuesto de PRC - 2025 Mina Valenciana	**$90,564,387**		**$4,895,372**

Se estima un monto total para fines de Plan de Restitución y Cierre 2025, de $90,564,387 millones de pesos mexicanos.

- La ejecución técnica representa $69.913 millones en Moneda Nacional, o bien, $3.779 millones de dólares (considerando una paridad de 18.50 MX por USD) o el 77% de la estimación total del PRC 2025, los costos asociados se estimaron en $7.953 millones de pesos (9% del total) y la contingencia fue estimada en $12.697 millones de pesos (14 % del total) (Anexo 14.1).

    - El monto estimado para Dominio 1, Industrial es de $7,024,658 millones de pesos (10% de la ejecución técnica).
    - El monto estimado para Dominio 2, Mina es de $19,675,947 millones de pesos (28% de la ejecución técnica).
    - El monto estimado para Dominio 3, Depósitos de Jales es de $24,604,552 millones de pesos (35% de la ejecución técnica).
    - El monto estimado para Dominio 4, Servicios y Apoyo es de $0.0, lo que representa un 0%.
    - El Monto del Dominio 5, Estudios, peritajes e investigaciones es de $5,550,665 millones de pesos (8% de la ejecución técnica).
    - El monto estimado para Dominio 6, Mantenimiento y Monitoreo es de $13,058,129 millones de pesos (19% de la ejecución técnica).

En la siguiente Figura se presentan los resultados de montos estimados, por zona de Unidad La Valenciana y por concepto de modelo de estimación de costos del PRC 2025.

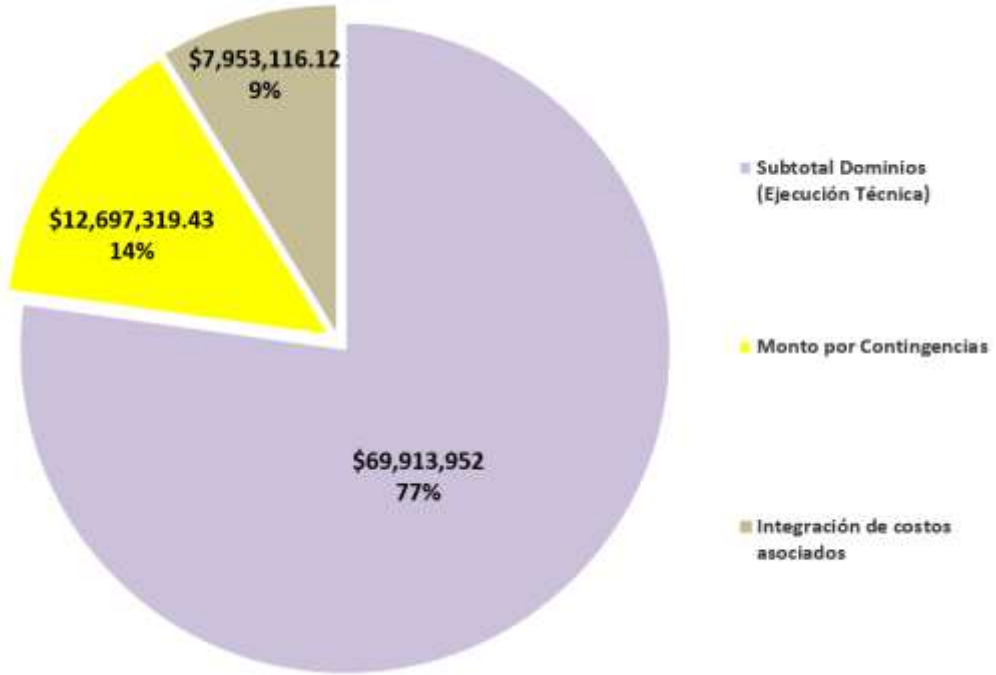


Figura 1 Distribución de costos estimados Total

La Unidad La Valenciana corresponde a una operación que abarca un mosaico variado de superficies, condiciones y dimensiones. Actualmente corresponde a terrenos minero-industriales, aunque a futuro y para fines de Restitución y Cierre se considera como una zona de transición entre terrenos agropecuarios y mancha urbana, estableciendo áreas verdes, zonas de conservación, aprovechamiento de infraestructura remanente.

Se anticipan dos variables principales a la duración total de la ejecución del PRC 2025:

- Variaciones en eficiencia y/o resultados no adecuados para abandonar el sitio y que implique la expansión del periodo de ejecución y monitoreo del sitio u obras en específico, especialmente en materia de establecer una cubierta vegetal auto sostenible.
- Avances de restitución y cierre durante la vida de la unidad minera, bajo el esquema de cierre progresivo y que invariablemente podría acortar tiempos y costos en la etapa de restitución y cierre final del proyecto.

En general, los mayores esfuerzos serán necesarios para la ejecución de las principales maniobras de restitución en los años 1 y 2, los cuales representan el 67.4% de la inversión del PRC 2025, el periodo de transición implica el 7.4% de la inversión y el monitoreo y mantenimiento de los 10 años restantes es de tan solo el 15.3%. El cierre progresivo, previo al arranque de cierre de mina, corresponden a cierre de obras que alcanzan capacidad, cierre progresivo y planeación, con un monto equivalente al 9.9% del total de la inversión estimada. Los montos totales por año y/o periodo se pueden apreciar en la siguiente Figura general de costos:

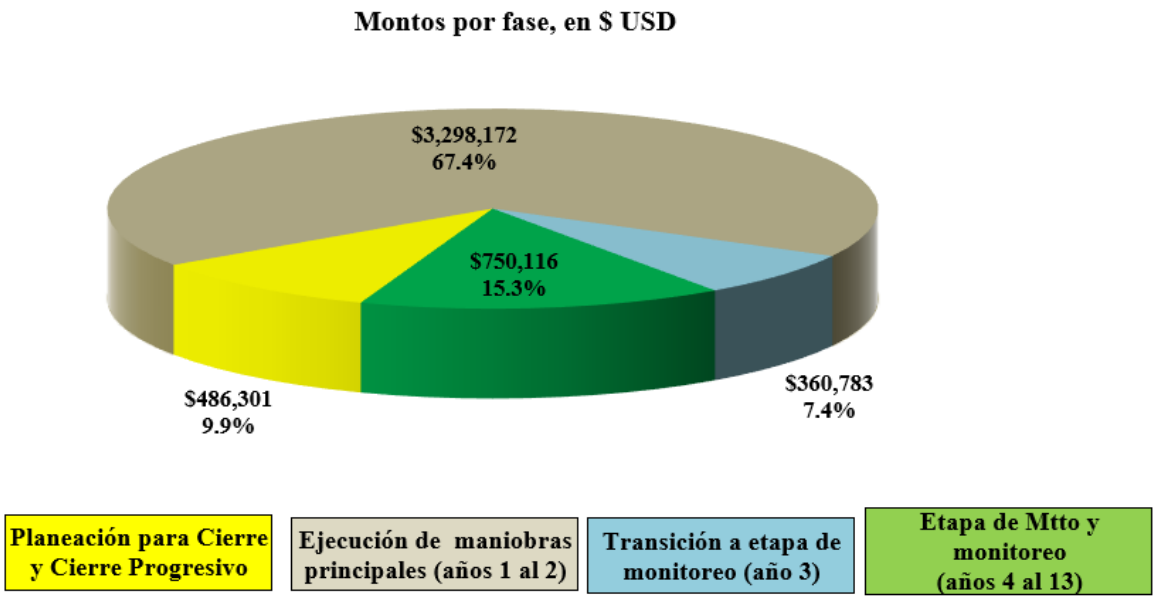


Figura 2 Distribución general de los costos, PRC 2025 Unidad La Valenciana

Esta distribución de montos estimados se presenta en mayor detalle en el Anexo 14.2 “Esquema conceptual de distribución de montos”.

En términos generales, se estiman los siguientes montos parciales ($ Moneda Nacional):

- Un monto de $0.486 millones de dólares para cierre progresivo durante correspondientes al avance, estudios, caracterizaciones, peritajes encaminados a detallado de restitución y cierre Mina Valenciana (9 % del total estimado).

- Un monto estimado de $3.298 millones de dólares para los primeros 2 años de mayor intensidad de actividades y maniobras (67.4 % del total estimado).

- Un monto estimado de $0.360 millones de dólares para el año inmediato a la fase de mayor intensidad de maniobras (transición entre restitución y monitoreo) (7.4% del total estimado).

- Un monto estimado de $0.750 millones de dólares para los 10 años propuestos de etapa de mantenimiento y monitoreo (15.3% del total estimado bloque de dos años).

El PRC 2025 de la Unidad La Valenciana señala que el paisaje posterior al uso minero será seguro y estable desde el punto de vista físico, geoquímico y ecológico. Para el éxito del Plan, se debe asegurar que la calidad de los recursos de agua en la zona sea protegida (evitar y cesar efluentes y escurrimientos mineros) y que el plan de restitución y cierre sea bienvenido por las comunidades y autoridades. El óptimo desempeño de las actividades de restauración dependerá en gran medida de una participación relevante de los grupos de interés y de un adecuado monitoreo de las condiciones del sitio restaurado.

La ejecución de las actividades del PRC 2025, minimizará el riesgo de crear pasivos ambientales de largo plazo, así como mediante el cumplimiento de la legislación vigente y la observación de los estándares internacionales establecidos. El proceso de restitución conducirá a una configuración del terreno estable y seguro para ser dedicada para fines de conservación para las zonas restituidas. Existe la posibilidad de lograr actividades productivas, siempre y cuando se logre mantener el equilibrio entre una política de manejo del terreno para vida silvestre y las posibles actividades que puedan proponerse en el futuro.

1.0 Introducción

Unidad Minera La Valenciana está conformada por varias minas, tales como La Valenciana, Rayas, Cata, El Nopal que operan desde el siglo XVI, y de manera más reciente por la mina San Ignacio, estas se encuentran en la región central del distrito minero de Guanajuato, identificado por la legendaria Veta Madre, que caracteriza a esta región como una de las más argentíferas (abundantes en plata y minerales asociados) de todo México. La Unidad se dedica a la extracción de plata, y oro procesando un aproximado de 36,000 toneladas de mineral por mes.

Minera Mexicana el Rosario S.A de C.V. como parte de Guanajuato Silver Corp., opera actualmente la Unidad La Valenciana, que se encuentra inmersa al noreste de la ciudad de Guanajuato. La unidad está integrada por infraestructura industrial para el beneficio de minerales mediante el proceso de flotación (plata y oro), una zona de jales mineros y distintas zonas de mina subterránea que han sido explotadas aproximadamente desde el siglo XVI, así como varias zonas con obras mineras antiguas distribuidas a lo largo de la zona norte de la ciudad de Guanajuato, Guanajuato.

Uno de los compromisos que tienen las empresas mineras al terminar la etapa de operación es llevar a cabo un plan de cierre de mina, por lo tanto, se presenta una actualización del Plan de Restitución y Cierre 2025 (PRC 2025) para la Unidad Minera La Valenciana. La superficie general del proyecto es de 106.0442 ha, de las cuales únicamente son consideradas 59.7894 ha para actividades y maniobras con fines del PRC 2025, repartidas entre 4 zonas (polígonos) que se identificaron para explicar y simplificar la estructura del PRC y del modelo económico. Las zonas identificadas son las siguientes; Zona de Mina, Zona Apoyo y Servicios, Zona de Depósitos de Jales y Zona Industrial como se muestra en la Figura 1. 1.

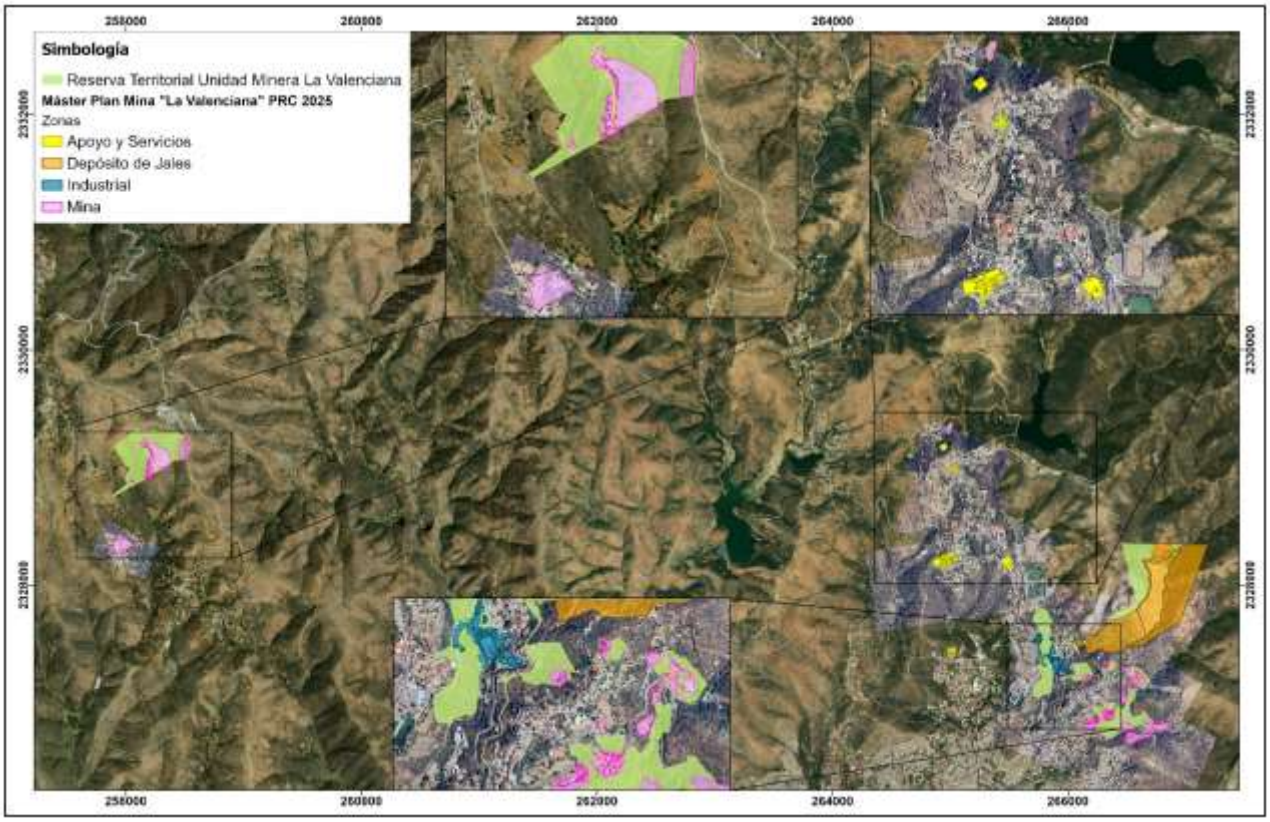


Figura 1. 1. Zonificación del Proyecto PRC 2025

El Plan de Restitución y Cierre 2025 ha sido elaborado por la empresa Clifton Associates Ltd. (MR) – Natural Environment S.C., para Compañía Minera La Valenciana S.A. de C.V, en el cual se recopiló la información que ha sido generada por distintas fuentes para el Proyecto: se realizó una investigación documental para estructurar un acervo de la información disponible del Proyecto, y se han llevado a cabo diversas visitas de reconocimiento, siendo la más reciente a finales de septiembre del presente año.

1.1 Localización de la Unidad La Valenciana

El área donde se estableció la Unidad La Valenciana está localizada sobre el límite noreste de la Ciudad de Guanajuato, así como la porción correspondiente a Mina San Ignacio que se encuentra aproximadamente a 8 km en línea recta tomando como referencia la Ciudad de Guanajuato. En la Figura 1. 2 se muestra la localización de la Unidad La Valenciana a nivel estatal, mientras que en el Anexo 1.1 se presenta un plano georreferenciado (DATUM WGS84; UTM-Mercator) con la localización específica del Proyecto, así como los principales accesos al sitio.

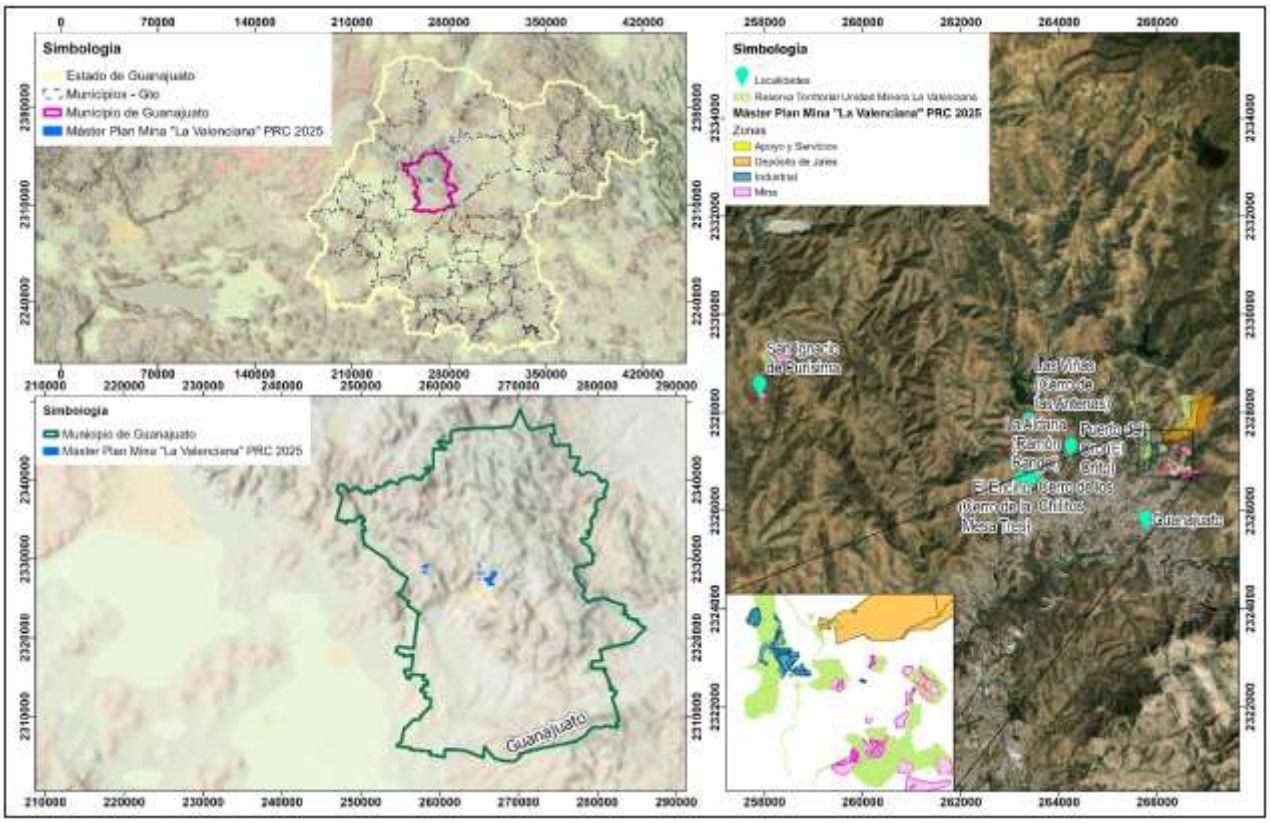


Figura 1. 2. Localización Regional de la Unidad La Valenciana

Con objeto de la localización de la Unidad La Valenciana, se tomará como polígono de referencia los terrenos de propiedad de Minera La Valenciana, dentro de los cuales están la mayor parte de las obras e infraestructura considerada en el PRC, considerando que existen zonas que se encuentran fuera de la tenencia de la tierra y que la Unidad Minera gestionará las maniobras correspondientes en común acuerdo con los propietarios como responsables solidarios. Figura 1. 3 se muestran los predios a nombre de la empresa, mismos que son mostrados con más detalle sobre un plano debidamente georreferenciado en el Anexo 1.2

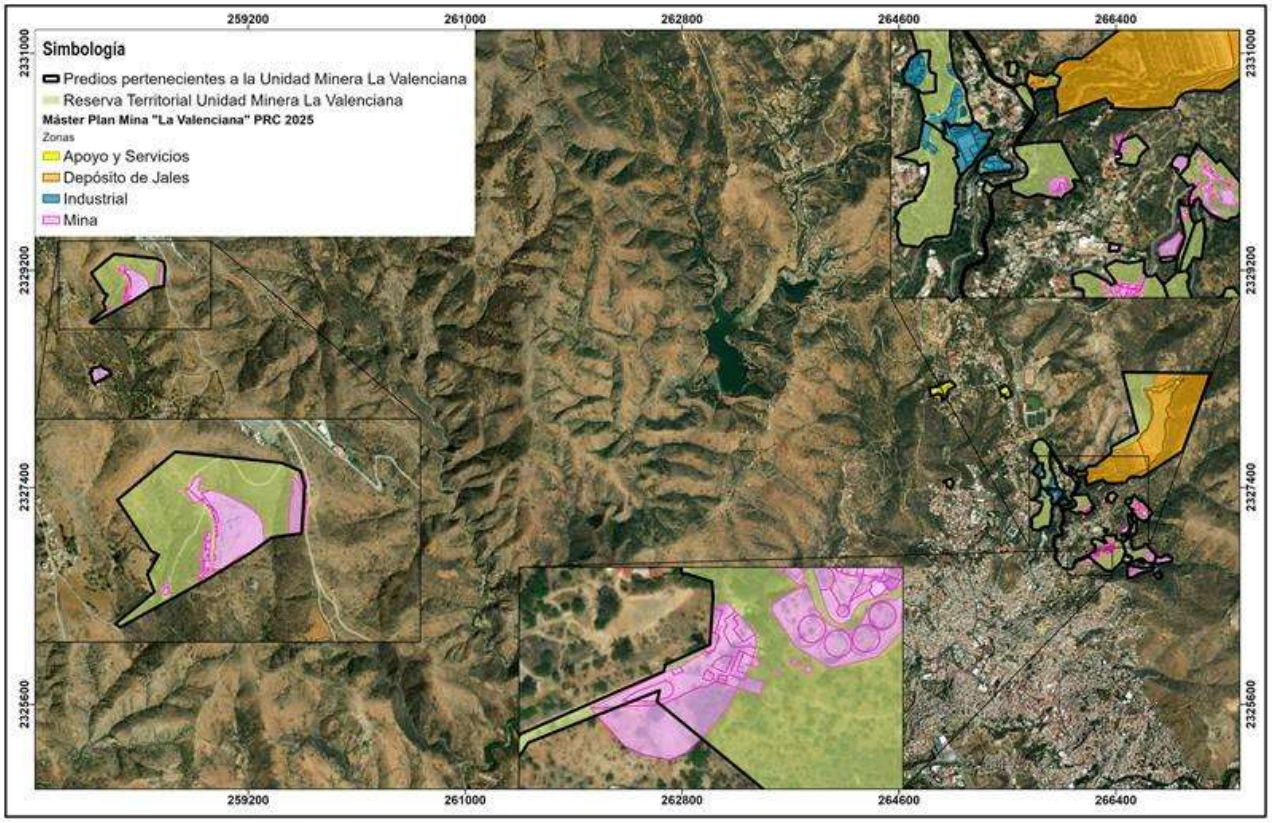


Figura 1. 3. Predios que pertenecen a Minera La Valenciana

Cabe aclarar que no todos los predios tienen una ocupación total de su superficie, por lo que el área que no ha sido afectada por las obras mineras o industriales de la Unidad La Valenciana será considerada como una reserva territorial. Sin embargo, las obras consideradas en el plan maestro de Unidad Minera La Valenciana, no se encuentran en tu totalidad dentro de los predios pertenecientes a la Unidad, por lo que al momento del cierre se tendrá que colaborar con los propietarios de dichos predios como responsables solidarios para poder realizar las actividades de restitución del sitio.

Para los fines del Plan de Restitución y Cierre 2025, se ha zonificado la unidad en función del uso actual y uso futuro propuesto para diversos componentes de ésta, de tal manera que el PRC 2025 se focalizará sobre dichas zonas, discriminando áreas que no requerirán de la aplicación de maniobras de cierre y abandono, lineamientos y medidas manifestados en este documento. La zonificación y la descripción de las áreas que son objeto del Plan se presenta más adelante.

1.2 Visión general de cierre de mina en etapas finales de operación

El Plan de Restitución y Cierre 2025 de la Unidad Minera La Valenciana, es un componente estratégico del proyecto minero y sus operaciones, es una tarea de vital importancia para el proyecto, para las comunidades aledañas y para el medio ambiente.

Un plan de cierre debe ser un componente integral del ciclo de vida del proyecto y debe ser diseñado de tal manera que:

- La salud pública y la seguridad futura no estén comprometidas.
- El uso posterior del sitio sea benéfico y sostenible a largo plazo para las comunidades.
- Los impactos socioeconómicos y ambientales adversos sean minimizados y los beneficios maximizados.
- El abandono del sitio cumpla con los objetivos de estabilización física, química y biológica.

Se propone trabajar bajo el concepto de cierre progresivo, con la finalidad de disminuir los costos de cierre al ejecutar toda tarea que pueda cotizarse a valor presente. Para ello, la liberación de áreas de trabajo que dejaron de tener uso o que dejarán de tener utilidad serán primordiales para comenzar con las actividades de cierre.

Se tomará como válido el periodo de operación hasta el año 2039 (14 años) de acuerdo con las reservas mineras proyectadas, por lo que tentativamente para el año 2040 la unidad minera entrará en una etapa de restitución, cierre y monitoreo para el abandono adecuado del sitio. Ciertas zonas y obras del proyecto podrán entrar en etapa de restitución y cierre aún antes del momento de la finalización de la operación, con base en la aplicación del criterio de cierre progresivo en aquellas áreas donde sea factible llevar a cabo dichas tareas, es decir, aquellas zonas que ya no presenten un uso activo o no sea factible su reutilización para otras actividades minero-industriales.

En términos de sustentabilidad, se describen como objetivos primarios del cierre de la Unidad La Valenciana: promover el uso eficiente de los recursos; reducir y prevenir la contaminación; y evaluar y considerar el valor ecológico y aspectos de uso de suelo para el cierre de mina. El PRC 2025 de la Unidad La Valenciana deberá sentar las bases para lograr mitigar o evitar el impacto socioeconómico sobre futuros propietarios y habitantes de la zona en la etapa posterior al cierre y abandono de la unidad minera.

La verificación de las actividades de cierre cae bajo la jurisdicción directa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); sin embargo, el gobierno local y la comunidad deberán ser consultados durante las etapas finales de operación y de forma previa al cese de operaciones, cierre y abandono.

La presente actualización del PRC ha sido preparada conforme a las Normas Mexicanas y con los criterios y lineamientos del Banco Mundial (entre otros). Las actividades de restauración propuestas deberán ser progresivas, e incluyen medidas preventivas y correctivas, limitando así los efectos sobre el ambiente y protegiendo los recursos naturales. La revegetación y protección del suelo superficial son componentes importantes para el éxito del PRC a lo largo del proyecto.

2.0 Información de la Compañía

2.1 Información de la Compañía promovente

2.1.1 Nombre o razón social

Minera Mexicana el Rosario S.A DE C.V.

2.1.2 Registro Federal de Contribuyentes

MMR9807063P1

2.1.3 Información del Representante Técnico de la Compañía

El Representante Técnico por parte de la empresa titular del PRC 2025, es la Ing. Mireya Aguiar Durán, gerente corporativo ESG, cuyos datos se presentan a continuación.

Nombre:	**Ing. Mireya Aguiar Durán**
Correo electrónico:	mireya.aguiar@gsilver.com
Dirección:	ExHacienda de Bustos s/n Col. Cata
C.P.:	36010
Ciudad:	Guanajuato
Entidad:	Guanajuato, México
Teléfono:	4731192664

2.1.4 Actividad productiva principal

La actividad principal de Minera Mexicana el Rosario S.A DE C.V. es industrial minero en general, es decir, desde la exploración hasta la construcción y operación de minas (explotación y beneficio de sustancias minerales para obtener metales preciosos), así como también la importación, exportación, comercialización e industrialización de minerales.

2.2 Responsable de la elaboración del PRC

2.2.1 Nombre o razón social

Natural Environment S.C.

Descargo de responsabilidad

El presente Plan de Restitución y Cierre 2025 de la Unidad La Valenciana, fue elaborado por Natural Environment S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo son consistentes con la calidad de nuestros servicios, basados en:

1) La información disponible durante la elaboración del estudio;

2) Los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a Minera Mexicana el Rosario S.A de C.V.;

3) Presentación del alcance geográfico del plan, con base a terrenos adquiridos y especificando aquellos abarcados dentro del alcance de la evaluación

4) El presente reporte fue elaborado para ser utilizado sujetándose a los términos y condiciones del contrato de Natural Environment S.C. con Minera Mexicana el Rosario S.A de C.V. Cualquier otro uso de este reporte por una tercera parte es bajo su responsabilidad.

2.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

NEN-040621-TI4

2.2.3 Información del Responsable Técnico del PRC

A continuación, se describe la información general del responsable Técnico del PCR

Nombre:	**Biólogo Guillermo Gómez Romero**
RFC:	GORG-680316-UQA
CURP:	GORG680316HJCMML02
Cédula profesional:	2276446
Puesto:	Director General
Correo electrónico	gmo.gomez@megared.net.mx
Dirección:	Militares 556, Col. Jardines de Guadalupe
C.P.:	45030
Ciudad:	Zapopan
Entidad:	Jalisco, México
Teléfono:	(33) 36425735 y (33) 36302099
Portal internet:	http://www.cliftonmexico.com.mx

Los participantes en la elaboración del presente Plan de Restitución y Cierre 2025 de la Unidad La Valenciana, y las áreas en que contribuyeron, se muestran en la Tabla 2. 1.

Tabla 2. 1 Participantes en la elaboración del estudio

Nombre	Profesión	Área de participación
Epitacio Robledo	Ing. Biotecnólogo Ambiental	Coordinación del estudio. Análisis de estabilidad del sitio, Descripción del Task Force on Climate Rel Fin Disclosure, Estimación de costos y recomendaciones. estimación de costos, conclusiones y recomendaciones.
Perla Marisol García Gómez	Bióloga	Introducción, antecedentes, objetivos, descripción del plan de restitución y cierre, maniobras de cierre de mina y recomendaciones, descripción de obras y actividades mineras, estimación de costos, conclusiones y recomendaciones.
Jennifer Maite Manzanares Ponce	Ing. Ambiental	Levantamiento en campo y verificación de estructuras, sistema de información geográfica y elaboración de anexos. Desarrollo del programa de reforestación.
Rodrigo Ventura Castillo Sanchez	Geólogo Ambiental	Descripción del escenario modificado, programa de monitoreo y mantenimiento y recomendaciones, principios de cierre, estabilidad del sitio.
Diego Sevilla	Técnico	Encarpetado del documento y anexos

3.0 Antecedentes

Se estima que la actividad minera en Guanajuato comenzó con las primeras exploraciones de los conquistadores españoles en 1520 quienes encontraron las primeras reservas de plata en 1548. En 1558, con el inicio de las perforaciones para fines de exploración se descubrió la Veta Madre, con la cual, se detonó el descubrimiento de múltiples ocurrencias de plata.

Durante el periodo de 1781 a 1800, el material extraído de las minas de Guanajuato representó el 64% de la producción mundial total de plata, sin embargo, la producción paró a consecuencia de la guerra de Independencia de México en 1810. En 1868 algunas minas fueron reabiertas por inversionistas británicos, sin embargo, durante la Revolución Mexicana (1910-1920), la actividad minera disminuyó, e incluso, unas minas fueron cerradas nuevamente.

3.1 Histórico del desarrollo de mina

Mina La Valenciana

La minería en la propiedad de La Valenciana comenzó en 1548 al descubrir la veta madre de Guanajuato, sin embargo, esta mina entró en operación con una mayor producción hasta los años 1768-1804, convirtiéndose en la mina más importante durante el periodo virreinal, se estima que durante su mejor periodo esta mina produjo el 30% de la plata y el 20% del oro que circulaba en el mundo.

- De 1848 a 1865 la administración de la Valenciana estuvo en manos de Francisca Pérez de Gálvez.
- En 1865 su sobrino Miguel Rul tomó la administración emprendiendo un proceso de rehabilitación.
- En 1872 formó la Compañía Restauradora de Valenciana y en 1877 La Concordia para trabajar las minas de Mellado y Rayas, adicionalmente invirtió en otras minas de la Casa Rul en Guanajuato.
- Para 1878 La Valenciana pudo producir nuevamente el mayor volumen de plata de Guanajuato, logrando extraer 15 456 toneladas en 1887.
- Entre 1885 y 1888 pero el promedio de volumen de extracción cayó a 5900 toneladas.
- 1889 sólo se lograron extraer 2400 toneladas.
- En la década de 1890 la Negociación Minera de Casa Rul en Guanajuato se encontró en franca crisis, por la baja productividad y que el precio del metal disminuyó en un 40 %.
- En 1900 la producción de La Valenciana se redujo a la mitad y continuó bajando sus volúmenes de extracción durante los siguientes tres años.
- En 1904 los Olmedo vendieron la sociedad a la compañía estadounidense Guanajuato Reduction and Mines Company.
- Durante la Revolución mexicana la mayor parte de los trabajos mineros fueron suspendidos, a partir de 1922 la inversión de capitales estadounidenses reactivó este sector.
- Producto de la crisis de 1929 y la baja de producción de las minas que se registró en México.
- En 1936 una huelga de mineros en La Valenciana se prolongó hasta 1937. Debido a estos problemas laborales y a la baja en la productividad, finalmente, la mina pasó a manos de los

trabajadores de la sección 4 del Sindicato Nacional de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos y Similares de la República Mexicana, quienes constituyeron la Sociedad Cooperativa Minero Metalúrgica Santa Fe de Guanajuato.

A su vez el Complejo de mina la Valenciana engloba otras minas, tales como Mina de Rayas, Mina de Cata, Mina el Nopal, Mina San Vicente, así como Mina San Ignacio. Que muchas datan del siglo XVIII, y actualmente tienen un valor histórico cultural para la ciudad y el estado de Guanajuato.

Antecedentes ambientales de la zona

El territorio sobre el que se estableció la Mina La Valenciana 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 manera indirecta debido a que la existencia de las minas que conforman el complejo minero de la Valenciana favorecieron al establecimiento y crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Guanajuato desde tiempos de la colonia.

En la siguiente secuencia cronológica de imágenes satelitales (Tabla 3. 1), centradas sobre la zonas correspondientes a Mina La Valenciana de los años 2006- 2025 se aprecia con mayor detalle la evolución de Mina la Valenciana a lo largo de los años, mientras que para San Ignacio apenas es apreciable hasta el año 2015 en imágenes satelitales.

Tabla 3. 1 Evolución del Unidad Minera La Valenciana (multi-temporal, 2006 – 2025)

Imagen de referencia	Descripción	Información de la imagen
	Mina la Valenciana existe desde el siglo XVII, sin embargo, la imagen satelital más antigua a la que se pudo acceder data del año 2006, donde es visible la localización de varias estructuras obras y actividades de la Unidad Minera, sin contar la porción de Mina San Ignacio que es visible su desarrollo hasta el año 2015.	2006
	Para el año 2012, es observable el crecimiento en la ocupación de la zona de Jales, principalmente en la expansión del depósito de jales.	2012

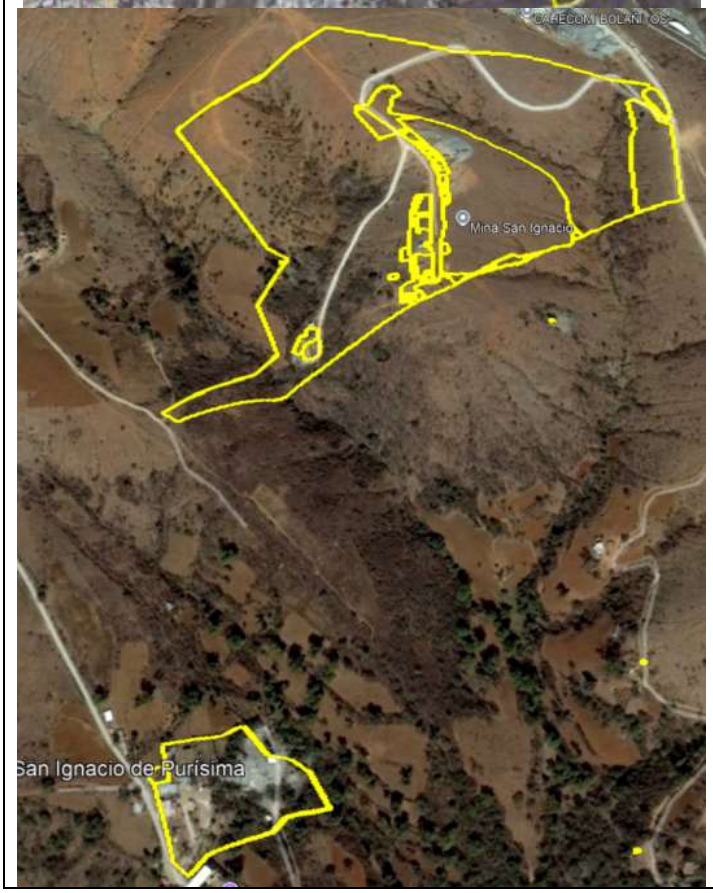
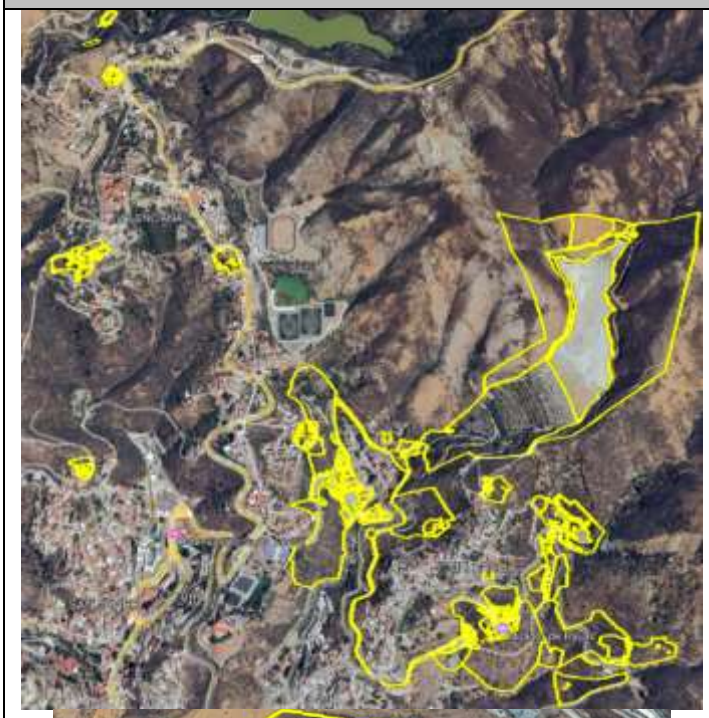
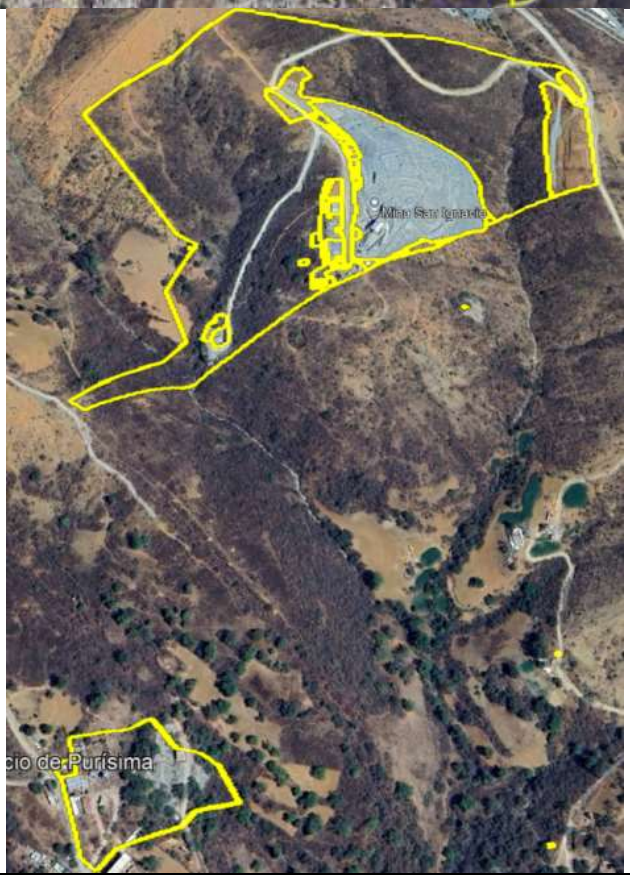
Imagen de referencia	Descripción	Información de la imagen
 	Para el año 2015 en la porción de Valenciana se sigue apreciando un crecimiento en la zona de Jales, así como modificación de obras en las distintas áreas de la Unidad. Para el caso de Mina San Ignacio, se comienza a hacer visible la preparación del sitio y construcción de obras.	2015

Imagen de referencia	Descripción	Información de la imagen
 	Para el año 2019 es visible el incremento en la ocupación del depósito de jales prácticamente a como está en la actualidad, así como la modificación de obras y actividades en otras zonas de la mina. Para el caso de Mina San Ignacio, se aprecia que el avance en construcción y desarrollo de obras y actividades es significativo.	2019

Imagen de referencia	Descripción	Información de la imagen
 	Para el año 2023, se aprecian los principales cambios en la porción perteneciente a Mina San Ignacio, respecto a su avance de obras y actividades dentro de los polígonos autorizados.	2023

Imagen de referencia	Descripción	Información de la imagen
 	De acuerdo con lo dispuesto en las imágenes satelitales actuales, se digitalizaron los polígonos correspondientes a la Unidad Minera que entrarán a proceso de cierre una vez terminada la vida útil de la mina. En comparativa a años anteriores, se observan una ocupación completa en la zona de Jales, así como el desarrollo de más obras en Mina San Ignacio como lo es la tepetatera que se observa al este del polígono principal de propiedad.	2025

La reserva territorial dentro de las zonas delimitadas para fines del PRC no fue impactada ni modificada significativamente por la influencia antrópica debido a desarrollo o crecimiento urbano.

Si bien la actividad económica principal de los habitantes de las comunidades aledañas al Proyecto no es la minería debido a que se encuentra inmersa en la capital de estado, de igual forma se debe de tomar en cuenta el efecto adverso que podría ocasionar el cese de actividades de la mina. Por ello, es importante tomar en cuenta que, el Proyecto Mina La Valenciana puede ser en ocasiones un factor influyente en el desarrollo de las comunidades (derrama económica, generación de empleos, proveedor de servicios, mantenimiento de áreas, etc).

Para las actividades de abandono y cierre del sitio, es necesario considerar como criterio general, lograr el equilibrio entre la integración de los terrenos impactados al entorno y el aprovechamiento sustentable por parte de las comunidades residentes de la zona. El uso de suelo propuesto para las áreas donde se desarrolla el Proyecto corresponde a la integración y recuperación de espacios al entorno urbano, considerando además un retorno de terrenos forestales (zonas de conservación y recuperación) para la conservación de vida silvestre en los espacios que así lo permitan.

3.2 Uso de suelo y actividad minera

Actualmente, con base en la información recopilada durante la visita al Proyecto y el procesamiento de datos con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se identificó una superficie de 59.7894 ha correspondiente a uso de suelo minero-industrial (huella de ocupación por obras) y 46.2548 ha de reserva territorial.

A continuación, se presenta de manera general las zonas que conforman los distintos usos de suelo y vegetación dentro del polígono del Proyecto:

- **Zona de Mina:** localizada en el área correspondiente a San Ignacio, así como al sur en el área de Cata, San Vicente y Rayas, cuenta con una superficie de 40.33ha la segunda mayor superficie total (sumando la reserva territorial y la huella por obras mineras) (Figura 3. 1).



Figura 3. 1 Vista panorámica de la Zona de Mina 2025

- **Zona Apoyo y Servicios:** se encuentra inmersa en la ciudad de Guanajuato, y está caracterizada principalmente por obras de interés histórico-cultural, algunas de estas incluso se consideran como patrimonio, estas obras se distribuyen en una superficie de 3.4766 ha (Figura 3. 2).



Figura 3. 2 Vista panorámica de la Zona de Apoyo y Servicios 2025

- **Zona Industrial:** localizada al centro del área de Valenciana, principalmente conformada por la ex Hacienda Bustos, donde se centra la mayor parte de actividades industriales debido a la ubicación de planta de beneficio. cuenta con un área total de 10.7386 ha (sumando el área categorizada como reserva territorial y la huella por obras). (Figura 3. 3).



Figura 3. 3 Vista panorámica de la Zona Industrial 2025

- **Zona Depósito de Jales:** localizada al este del Proyecto, es la zona con la mayor superficie con respecto a obras mineras 51.4925 ha, (Figura 3. 4).



Figura 3. 4 Vista panorámica de Zona Depósito de Jales 2025

3.2 Dinámica y problemática de la región en materia ambiental

El PRC 2025 establece las medidas para la restitución y cierre, enfocadas a la reincorporación al entorno de los terrenos afectados o a ser afectados por el desarrollo de las actividades minero-industriales, considerando la topografía, propiedades del suelo y cobertura vegetal anterior a las operaciones mineras.

Las zonas aledañas al área del proyecto están constituidas principalmente por uso de suelo urbano, en términos de restitución y cierre se considera optar por que las áreas degradadas a consecuencia de la actividad minera sean restauradas y reforestadas y o integradas al entorno urbano según sea conveniente y necesario.

El aumento de la cobertura vegetal será favorable para propiciar la infiltración del agua a los acuíferos, evitar la erosión del suelo, regular el clima en la zona, fomentar el regreso paulatino de la fauna silvestre y mejorar la calidad y fragilidad visual del paisaje. De igual forma se propone la identificación de zonas que no fueron degradadas durante el tiempo de operación de la mina, para ser propuestas y catalogadas como zonas de conservación.

El propósito de la aplicación de las actividades de reforestación y conservación en el área del proyecto es lograr en mediano a largo plazo la reincorporación de las zonas degradadas al paisaje, para que las comunidades aledañas puedan aprovechar los servicios ecosistémicos, principalmente

de provisión y regulación, que brindarán estas áreas como el crecimiento de la biodiversidad, la captura de carbono y partículas suspendidas en el aire, control de erosión del suelo, retención de agua, recreación, entre otros.

3.3 Antecedente legal y requerimientos de SEMARNAT

En México, la regulación para la evaluación de sistemas y gestión ambiental está contenida en instrumentos jurídicos aplicables a todos los sectores industriales, entre ellos el minero. Dichos instrumentos se caracterizan por: (i) una política y legislación muy generales para el cierre de operaciones de minas; (ii) manejar pasivos ambientales que se incluyen en el cierre, mediante negociaciones "mina a mina", (iii) un alto grado de responsabilidad estatal en el caso de minas abandonadas[1] y algunas aún en operación, y (iv) escasos o nulos procedimientos de compromiso para asegurar el cierre exhaustivo de la mina y toda su infraestructura de beneficio y de servicios de apoyo.

La única excepción a esto último se observa en Depósitos de Jales y patios de lixiviación, en donde la regulación específica (NOM-141-SEMARNAT-2001 y NOM-155-SEMARNAT-2007, respectivamente), prevén actividades relacionadas con el cierre de la instalación, aunque ésta haya sido construida y operada antes de la aparición de la Norma Oficial Mexicana, en especial, aquellas que entren en fase de cierre.

Actualmente no existen regulaciones mexicanas específicas que requieran la preparación de planes de restauración y cierre para el caso de operaciones mineras. Sin embargo, mediante el "Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental" (PEIA) en proyectos mineros, se obliga a los interesados a presentar medidas para mitigar, minimizar o compensar los impactos ambientales de manera previa a la construcción, con el fin de proteger, preservar y restaurar los ecosistemas (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, LGEEPA). Dichas medidas se incluyen normalmente en la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), que a su vez obliga a presentar el plan final de restauración y cierre para las instalaciones; sin embargo, los planes de restitución y restauración incluidos en las MIA´s, suelen ser demasiado genéricos e implican una dificultad para la verificación constante de su ejecución.

Gran parte de la infraestructura de la Unidad La Valenciana, como se ha indicado antes, fue construida antes de la entrada en vigor de LGEEPA (1988), por lo que, conforme a la condición de irretroactividad de la ley, no requirió de autorización previa en el ámbito de medio ambiente para su etapa de preparación del sitio y construcción. No obstante, Minera La Valenciana ha tramitado y obtenido las autorizaciones respectivas para el desarrollo de sus proyectos de ampliación para las instalaciones industriales y Depósito de Jales a través de Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) así como los Trámites de Modificación correspondientes. En la Tabla 3. 2 se presenta el historial de los trámites y autorizaciones en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) Y Cambio de Uso de Suelo (CUS) con las que cuenta Minera La Valenciana para la operación de sus instalaciones.

[1] El Gobierno Federal Mexicano, a través la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, de la SEMARNAT, mantiene programas de remediación de sitios abandonados contaminados con materiales y/o residuos peligrosos, cuyo costo es incluido en los presupuestos del propio Gobierno

Tabla 3. 2 Autorizaciones para la Unidad La Valenciana en materia de EIA (SEMARNAT)

Tipo de Permiso	Oficio / Bitácora	Agencia Emisora
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular "Operación de la Presa de Jales Número 9"	GTO. - 131.1.1/0642/2012	SEMARNAT
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular "San Ignacio"	GTO.- 131.1.1/0566/2013	SEMARNAT
Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de 5.828819 ha del Proyecto "San Ignacio"	GTO.131-1-2/317/2013	SEMARNAT
Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de 5.34396 ha del Proyecto "Ampliación de la presa de jales No.09"	GTO.- 1311.1.2/0658/2015	SEMARNAT
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular "Segunda ampliación de la Presa de Jales No.09"	GTO.-131-1-1/0859/2018	SEMARNAT
Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de 2.888027 ha del Proyecto "Segunda ampliación de la presa de Jales No.09 (Polígono Complementario)"	GTO.131.2/156/2021	SEMARNAT
Estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo de 1.057 ha del Proyecto "Tepetatera 3".	GTO.131.2/097/2022	SEMARNAT

Con base en los requerimientos establecidos por SEMARNAT, se plantean como punto de partida para la restauración del sitio, los siguientes rubros:

- Restitución del sitio
- Restauración del suelo
- Restauración de la vegetación
- Monitoreo y seguimiento
- Abandono

Es altamente recomendable continuar con la restauración ambiental de sitios afectados antes del cierre de la mina conforme se vayan identificando áreas cuya ocupación ya no será de utilidad para la unidad minera, aunque, el mayor esfuerzo para restaurar el sitio se llevará a cabo al término de la vida útil de la Unidad La Valenciana, siendo su objetivo principal instrumentar acciones para recuperar las condiciones originales de los factores ambientales que hayan sido afectados directamente e indirectamente por las obras y actividades.

Restitución del Sitio

Acondicionar el sitio para su posterior restauración, por lo que se contemplan, entre otras, las siguientes acciones para el cierre de la mina subterránea, Depósitos de Jales, patios industriales y demás infraestructura:

- Estabilización de las paredes y taludes de los Depósitos de Jales, tepetateras, terraplenes, así como de bancos de materiales, bancos de préstamo de suelos; control de los materiales expuestos en las paredes y piso de los terrenos.
- Cierre de Depósito de Jales considerando la aplicación de tierra o material de recubrimiento.

- Manejo de residuos y soluciones residuales, previo a su rehabilitación y abandono, teniendo como objetivos la eliminación de compuestos hasta establecer niveles permitidos por la normatividad vigente.
- Remoción desde sus cimientos y la disposición final de instalaciones que, al término de la vida útil del proyecto, no presenten usos viables posteriores al cierre.

Restauración del Suelo

- Restauración de suelo de las áreas de donde haya sido removido, empleando para ello bancos de material factibles, en función de que el suelo producido previamente mediante el despalme de áreas que son ocupadas por infraestructura.
- Aplicación de acciones para la conservación del suelo, en particular aquellas que estén orientadas a reducir el riesgo de erosión, como la de restablecer la cubierta vegetal y las barreras biológicas para disminuir el efecto erosivo del viento.

Restauración de la vegetación

- Reforestación de las áreas afectadas utilizando individuos de las especies nativas de la región, incluyendo las que se encuentren con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, llevado a cabo por rescate, trasplante y reforestación de planta de vivero.

Monitoreo y Seguimiento

El monitoreo y seguimiento estarán orientados a vigilar que los resultados obtenidos por la implementación de las acciones para restaurar el sitio del proyecto sean los esperados, o de lo contrario, proceder a la realización de acciones emergentes. Esto abarcará:

- Monitoreo de la erosión del suelo y su mantenimiento.
- Monitoreo del desarrollo en las parcelas de reforestación.
- Monitoreo de la presencia o ausencia de infiltraciones en las Depósitos de Jales o piletas.
- Monitoreo de los materiales minerales en Depósitos de Jales.
- Monitoreo y mantenimiento del manejo de infiltraciones en la etapa de post-clausura de las Presa de Jales, en caso de ser necesario.
- Monitoreo de la calidad del agua, en el sitio y aguas abajo (poblados).
- Reporte de las actividades de monitoreo y mantenimiento.
- Justificar aquellas acciones a las que la empresa se comprometió y que por diversos motivos (técnicos-ambientales-legales) no se hayan llevado a cabo y hacer nuevas propuestas que las sustituyan o modifiquen. Dichas modificaciones invariablemente tomarán lugar a medida que madure el proyecto, especialmente en las etapas avanzadas donde se involucre a la comunidad local en la toma de decisiones en referencia a la propuesta de usos de suelo posteriores a la operación minera y retorno de terrenos.

Abandono

Se estima que restan aproximadamente 14 años de vida útil, periodo a partir del cual tentativamente se iniciarían los trabajos intensivos para el cierre definitivo de la Unidad La Valenciana. Durante los años de vida que le queda a la unidad minera se continuará con el cierre progresivo de las áreas fuera de operación, y se aplicarán medidas para el futuro abandono desde la etapa de preparación de nuevos sitios de ocupación minera-industrial (ampliación de superficies), considerando:

a) Programa de Rescate. En caso de ampliar superficies cuyo uso de suelo sea forestal, se aplicarán medidas para el rescate y reubicación de individuos de flora, lo que a su vez propicia el ahuyentamiento de la fauna silvestre a otro sitio donde pueda continuar con su vida natural.

b) Reforestación. En la actual etapa de operación se han llevado a cabo campañas de reforestación, las cuales continuarán a lo largo de la vida útil del proyecto, aunque principalmente enfocadas a la restitución de las Depósitos de Jales fuera de operación.

c) Planes de uso al concluir la vida útil del proyecto. Previo a la aplicación del plan de cierre se realizará un estudio de análisis de las opciones para cada instalación, a fin de determinar el uso de suelo post-cierre, considerando:

- Las actividades o usos de suelo anterior a las operaciones mineras.
- La capacidad del suelo.
- Los riesgos asociados con cada opción.
- Los requerimientos de leyes y reglamentos.
- Las consultas con los grupos de interés.

El Programa de Restitución y Cierre 2025 de la Unidad La Valenciana, toma en cuenta las condicionantes de SEMARNAT descritas para el cierre de las áreas y obras especificadas, integrando en su contenido plazos, actividades, técnicas, guías y costos que se contemplan para garantizar la restauración de los sitios afectados, con las adiciones pertinentes para considerar la restitución ecológica, así como la estabilización (química, física y biológica) de los terrenos y obras. El enfoque pretendido corresponde a la restauración ambiental, restitución biológica y balance con actividades productivas futuras de la comunidad local.

4.0 Objetivos, alcances y limitaciones

El proceso de planeación de restauración de operaciones no está estandarizado, ya que cada mina presenta características propias que influencian los procedimientos que se utilizarán en su Plan de Restitución, Cierre y Post Cierre. Sin embargo, un conjunto de objetivos bien definidos debe ser establecidos para conseguir un plan de cierre exitoso. Estos objetivos deben tomar en cuenta la legislación vigente, las políticas de la compañía y los resultados de un proceso de consulta con la comunidad.

Para evaluar las medidas de restauración se deben tomar en cuenta diversos criterios, por ejemplo, los requerimientos para conseguir las condiciones ambientales esperadas, el costo del Plan, la tecnología disponible, el desempeño a largo plazo de las técnicas de restauración escogidas, y los requerimientos de mantenimiento y monitoreo del sitio. Existen principios de Restitución y Cierre los cuales son una serie de procedimientos básicos de restauración, estos incluyen movimientos de tierra, control de erosión, demolición de infraestructuras, entre otros, en el capítulo VI se describen a detalle.

4.1 Objetivos

El Plan de Restitución y Cierre 2025 se enfoca en asegurar que el paisaje posterior al uso minero sea seguro y estable desde el punto de vista físico, geoquímico y ecológico. Se debe asegurar que la calidad de los recursos de agua (posibles efluentes) en la zona sea protegida y que el plan de restauración sea aceptado por las comunidades y autoridades. El óptimo desempeño de las actividades de restauración depende en gran medida de una participación relevante de los grupos de interés y de un adecuado monitoreo de las condiciones del sitio restaurado.

Los objetivos del PRC 2025 de la Unidad La Valenciana incluyen la minimización de los pasivos ambientales de largo plazo, el cumplimiento de la legislación vigente y la observación de los estándares internacionales establecidos. El proceso de restauración debe conducir a una configuración del terreno estable y seguro para ser dedicado a otros usos productivos (ya sea actividad o servicios ambientales de zona de conservación).

Los objetivos principales que se procuran con el PRC 2025, es garantizar que los procesos de explotación y beneficio, así como las obras e infraestructura de la Unidad La Valenciana, 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 La Valenciana.
- 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.

4.2 Alcances del trabajo

El PRC 2025 de la Unidad La Valenciana, comprende los siguientes puntos principales y consideraciones:

- Estudios de línea base (inventario ambiental)
- Principios de restauración, objetivos y estándares.
- Sitios sujetos a restauración con base en cuantificación de superficies y sus condiciones.
- Identificación de sitios sujetos a restauración y el tipo de maniobras requeridas.
- Caracterización del tipo de obra y sus implicaciones ambientales.
- Agrupamiento de zonas y tipos de actividades requeridas para categorías de infraestructura construida o planeada.
- Medidas de rehabilitación propuestas.
- Incorporación de estudios, diseños e ingenierías de unidad minera para cierre de obras.
- Requerimientos generales para uso futuro del suelo.
- Revegetación.
- Identificación y delimitación de superficies adicionales susceptibles de restauración y mejoramiento para la integración del proyecto al entorno.
- Recomendaciones para el manejo y monitoreo de la restauración.
- Estimación económica de las áreas de afectación directa y de las zonas adicionales de restauración ecológica, conforme a precios actuales que deberán ser revisados de forma periódica, equipo básico que estará disponible durante las actividades de cierre, costos operativos, personal, estudios, labores de monitoreo y cumplimiento de normatividad aplicable (o estándares internacionales).

El PRC 2025 es aplicable principalmente para la fase de abandono del sitio, aunque se contempla que algunas zonas serán restauradas con base al criterio de cierre progresivo. La fase de abandono se traduce en el desmantelamiento, restauración y cierre final de la unidad minera y aquellas zonas afectadas por actividades mineras, industriales o de servicios para la mina.

El objetivo del desarrollo e implementación del presente PRC es el de establecer las alternativas y procedimientos adecuados para dejar la zona de la Unidad La Valenciana (unidad minera y terrenos aledaños) en condiciones ecológicamente funcionales (en la medida en que sea posible) y estables en términos físicos y químicos, y, por consiguiente, otorgar una aptitud adecuada para futuros usos del terreno.

El compromiso adquirido por medio de la implementación del Plan de Restitución y Cierre para La Valenciana es la rehabilitación progresiva de la superficie de mina (explotación y beneficio), zonas de exploración en desuso y zonas afectadas por antiguos operadores del sitio.

El presente PRC 2025 se enfoca particularmente sobre los terrenos donde se concentran la mayoría de las obras mineras, industriales y de servicios de la Unidad La Valenciana, delimitados por la zonificación del PRC 2025 (Figura 4. 1), cuya superficie en conjunto es de 106.0442 ha, y que categorizan a la unidad en tres zonas: Mina y Servicios, Zona industrial, y Depósitos de Jales.

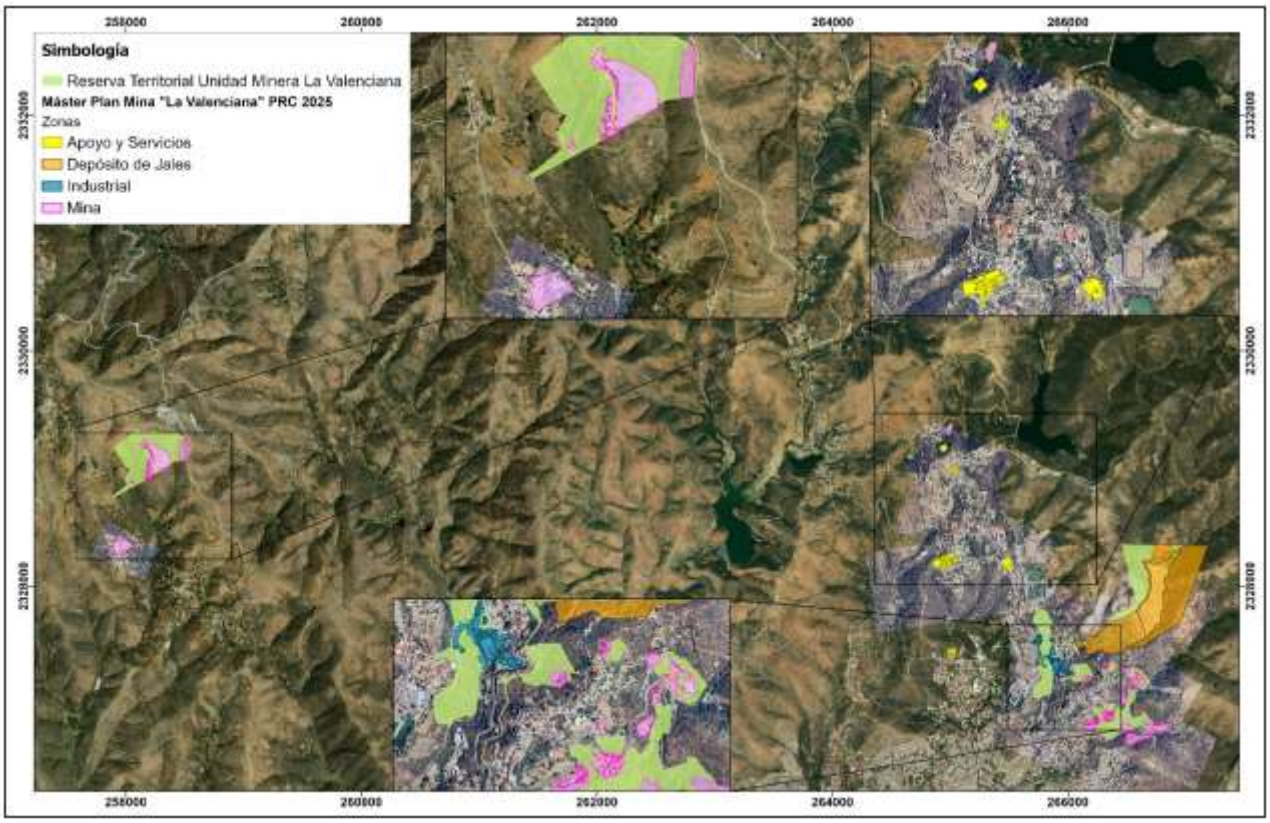


Figura 4. 1 Polígonos del PRC 2025 (Zonificación)

Se excluyen del PRC 2025 los predios de Minera La Valenciana en los que no hay ningún tipo de obra minera, industrial o de servicio directo a la unidad, así como algunas vialidades internas y caminos de acceso a las distintas áreas de la unidad, que serán considerados como obras generales para los fines descriptivos del PRC 2025, quedarán excluidos en los cálculos superficiales y de costos, ya que se consideran de utilidad para el desarrollo de las actividades de restitución, para los futuros usos del suelo, y/o para la comunicación entre las localidades vecinas o ejidos.

Por otro lado, se considera que parte de las obras dentro de los Polígonos del PRC 2025, permanecerá tal como se encuentre al final de la vida útil de la unidad, siendo parte de la infraestructura que no requiere acciones para el cierre y restitución por los usos futuros propuestos para dichas instalaciones, entre las que se pueden mencionar de forma preliminar: obras mineras antiguas de interés histórico.

El Plan deberá aprovechar y maximizar los futuros recursos de la unidad minera, en términos de personal, equipos disponibles, experiencia en la zona y materiales reutilizables o a los cuales se les pueda asignar un uso alterno.

Es importante aclarar que el PRC 2025 de la Unidad La Valenciana aún no contempla un proceso de participación y consulta con diferentes grupos influenciados por un futuro cese de operaciones y abandono del sitio, grupos tales como propietarios de terrenos privados, grupos ejidales, municipio y entidades gubernamentales (SEMARNAT, CONAGUA, SAGARPA, etc.).

El principal impacto de la etapa de cierre y abandono de la unidad minera será sobre la comunidad y de pobladores vecinos debido a que la Unidad Minera se encuentra inmersa en la mancha urbana; además de aquellos legítimos propietarios de terrenos privados y ejidatarios en los que se encuentra una porción de las obras. Bajo este esquema, será necesario considerar en los próximos años diferentes estrategias, componentes y herramientas para la toma de decisiones y negociaciones, entre los cuales se plantean:

- Juntas informativas.
- Establecimiento de un comité de cierre de mina (compañía, comunidad y gobierno).
- Consultas individuales y grupales.
- Negociaciones a nivel municipal, estatal y federal con dependencias de interés (CONAGUA, INAH, Gobierno del Estado, etc.).
- Evaluación del impacto social.

La unidad minera deberá llevar a cabo un acercamiento preliminar y prospectivo enfocado a lograr adecuar en el futuro un plan de restitución y cierre para aquellas zonas que pudieran ser de interés para algún grupo involucrado y potenciales usos futuros de la tierra, así como lograr un consenso respecto a limitantes de uso de suelo futuro.

4.3 Limitaciones

La principal limitante en la planeación detallada y definitiva de cierre de mina corresponde a la ausencia de ingeniería final para cierre de obras.

No se cuenta con la totalidad de tenencia de las tierras, por lo que existen porciones de obras que se encuentran al exterior de los predios y al momento de ejecutar un cierre este tendrá que llevar negociaciones por parte de la Unidad con los distintos propietarios como responsables solidarios. Derivado de dichas negociaciones pueden llegar a modificar esquemas de restitución y cierre y, por lo tanto, los costos estimados. Esto podrá integrarse en las actualizaciones de etapas finales de la operación.

4.4 Cierre progresivo

El cierre progresivo tiene el objetivo de la restitución de superficies durante la etapa de operación de la mina, esto quiere decir que se pueden aplicar maniobras de cierre en áreas, obras, estructuras que se vayan liberando antes de entrar a la etapa de cierre de la mina.

Actualmente existen zonas que pudieran entrar en el concepto de cierre progresivo, las cuales se mencionan a continuación:

- De manera conceptual entraría la realización de estudios e ingenierías de las obras actuales y/o proyectadas para que entren a cierre, esto conlleva la estabilización física, química y biológica.
- Otras áreas que pueden entrar al concepto de cierre progresivo son patios de maniobras, bodegas, estructuras que se encuentren fuera de uso.

- Llevar a cabo los estudios, peritajes, evaluaciones pertinentes durante la operación para fines de asegurar la mejor estrategia posible de cierre, beneficio y prevención a posibles conflictos derivados del cierre de operaciones.

- Cierre y/o reducción de espacios de Zona de Mina y Servicios

4.5 Revisión de documentación

La actualización del plan de cierre 2025, ha partido de la revisión de las condiciones identificadas en terreno (recorridos en campo, imagen satelital 2025 y vuelos a baja escala de las diferentes áreas) así como la revisión de la información disponible:

- Planos de propiedades.
- Planos topográficos de obras.
- Planos topográficos de los depósitos superficiales.
- Diagramas de flujo de proceso.
- Planos de ingeniería conceptual.
- Caracterizaciones de agua.
- Caracterizaciones de residuos mineros.
- Entrevistas con planeación, operación y medio ambiente
- Revisión de autorizaciones y resolutivos.

5.0 Descripción de las Obras y Actividades mineras

5.1 Estatus actual de la Unidad La Valenciana (2025)

La Unidad Minera La Valenciana, pertenece a Guanajuato Silver Corp. siendo operada bajo su subsidiaria denominada Minera Mexicana el Rosario S.A de C.V. Mina La Valenciana es una mina subterránea de veta epitermal de alta ley que ha estado en operación durante 200 años o más.

El mineral se beneficia en la planta de beneficio, el procesamiento utiliza trituración, molienda, flotación y filtración para obtener concentrado de plata y oro convencionales la cual está diseñada para procesar todo el año a una tasa promedio de 36,000 toneladas por mes (432,000 ton/año).

A manera de esquema general y simplificado de las actividades de la operación de la Mina, se mencionan los siguientes conceptos:

- La mina opera por medio de suministro de mineral por obras subterráneas.
- Se segrega al mineral de baja y alta ley.
- El material estéril es depositado en depósitos superficiales (tepetateras).
- El mineral es triturado y molido.
- El beneficio de mineral se realiza mediante proceso de flotación.
- Los residuos mineros producto del beneficio se depositan en el Depósito de jales Jolula.

Ahora bien, en el Anexo 5.1 se muestra el Plan Maestro de la totalidad de las obras, estructuras y superficies con las que cuenta Mina La Valenciana.

5.1 Estatus actual de la Unidad La Valenciana (2025)

La Unidad Mina La Valenciana tiene una expectativa de vida útil, basada en las reservas probadas la mina con proyección al año 2039.

Por lo anterior, el proyecto se encuentra en etapa operativa, con actividades continuas de exploración para identificar nuevos yacimientos de mineral y con ello ampliar la vida útil de la mina.

A continuación, se mencionan los servicios y obras asociadas desarrolladas más representativas para la ejecución del proyecto minero La Valenciana:

- Extracción del mineral a partir de minas subterráneas.
- Accesos y Rampas de ingreso a mina.
- Contrapozos para ventilación, suministro y servicios.
- Depósitos y almacén temporal del mineral extraído.
- Sistema de Tepetateras y bancos de material estéril.
- Planta de beneficio.
- Sistema de Depósitos de Jales (Mastrantos).

- Infraestructura de apoyo (oficinas administrativas, caseta de vigilancia, patios de maniobras, talleres, almacenes varios, piletas de recuperación de agua, obras de encauce y desvío de arroyos y escorrentías, energía eléctrica y caminos de acceso, etc.).

Lo anterior, se podrá considerar en las actualizaciones (anuales) del Plan de Restitución y Cierre conforme puedan crecer las obras y actividades.



Figura 5. 1. Panorámica de condición actual, noviembre 2025 (componentes representativos)

5.2 Descripción del proceso general de la Unidad La Valenciana

Se presenta la descripción de los procesos y actividades realizadas en las instalaciones de la Unidad Minera La Valenciana, en donde se detallan las principales reacciones químicas que ocurren en las diferentes etapas del proceso.

5.2.1. Proceso de Exploración

El proceso de exploración por obras subterráneas se realizó a través de la apertura de bocaminas que comunican con rampas para confirmar la factibilidad de explotar y procesar los yacimientos minerales, denominados “Vetas”.

La etapa de exploración es la que ha dado lugar a la etapa de explotación y beneficio de los minerales. Como suele suceder en los proyectos de esta naturaleza, la exploración es una constante durante la vida de estos, siendo uno de sus principales objetivos ampliar los datos de reservas de mineral que puedan extender la operación de la unidad minera. Durante la etapa operativa del proyecto, se continuará con barrenación subterránea para exploración minera.

5.2.2. Proceso de Explotación

Extracción de mineral

La extracción del mineral de Plata y Oro para la mina La Valenciana se lleva a cabo mediante el método de minado subterráneo. Debido a la disposición y dimensión de los cuerpos mineralizados reconocidos, se llevan a cabo los métodos de Corte y Relleno (Cut and Fill) y Tiros Largos (Long Hole), dependiendo de las potencialidades de los cuerpos mineralizados y de las características geotécnicas del área a explotar.

Actualmente se encuentran 6 accesos a cuerpo mineralizado por medio de bocaminas, además de 4 rampas que se encuentran al interior de mina. Las bocaminas que hay en la unidad son las siguientes:

1. Rayas
2. Guanajuatito
3. Cata 1
4. Manteo
5. San Ignacio
6. San Vicente

Sin embargo, de las 6 bocaminas que se mencionan únicamente la de Guanajuatito no está en funcionamiento.

Los accesos a las minas son de dimensiones promedio de 6 m x 6 m con una longitud de 50 m para el pivoteo del rebaje de 20 m. Estas galerías son de utilidad por la vida útil de la mina y sirven como su nombre lo indica para acceder desde la rampa principal a los cuerpos mineralizados.

El mineral de oro y plata que es extraído a través de las bocaminas y tiros o malacates pasan a un área de almacenamiento temporal que se le denomina Stock Pile, lugar en el que solo están el tiempo necesario para clasificar y conformar el lote a procesar.

Depósitos superficiales de tepetate

Dentro del proyecto se encuentran tres Tepetateras identificadas como Tepetatera San Ignacio 1, Tepetatera San Ignacio 2 y Tepetatera Guanajuatito. Sin embargo, las únicas tepetateras que se encuentran en operación y que cumplen con la función de almacenar el material proveniente de las rampas, son las tepetateras “San Ignacio 1 y 2”.

Depósitos superficiales de mineral

El mineral de oro y plata que es extraído desde las bocaminas pasan a un área de almacenamiento temporal que se le denomina Stock Pile, lugar en el que solo están el tiempo necesario para clasificar y conformar el lote a procesar.

En el área del proyecto se encuentra 1 área de Stock Pile para las Minas en funcionamiento.

Transporte de mineral

El mineral y el tepetate son acarreados en camiones de bajo perfil de 45 toneladas, los cuales descenderán a la mina para posteriormente llevar su carga desde los diferentes lugares de extracción en los rebajes hasta la superficie, ya sea a la tepetatera, al área de almacenamiento de mineral o directamente al área de trituración primaria.

5.2.3. Proceso de Beneficio

Respecto a la planta de beneficio (La Valenciana), el proceso de Beneficio de mineral utilizado es un proceso de Flotación y en el cual no se utiliza Cianuro de Sodio.

El tipo de proceso es mediante Flotación, este proceso considera las 7 etapas siguientes:

I. Área de trituración primaria.
II. Área de trituración secundaria.
III. Área de molienda y flotación.
IV. Área de espesamiento.
V. Área de filtración.
VI. Áreas de almacenamiento.
VII. Otras áreas (talleres mecánico y eléctrico, almacenamiento de diésel, almacén de residuos peligrosos, oficinas y edificios administrativos, cuarto de fundición y bodega y cuarto de báscula).



Figura 5. 2. Planta de Beneficio (Mina La Valenciana)

Mina La Valenciana presenta el depósito de jales Jolula (Mastrantos I), con dimensiones, condiciones, y requerimientos diferentes para fines de cierre y abandono del sitio.

En virtud de las diferentes condiciones y características, el depósito de jales Jolula se agrupó dentro de la categoría siguiente:

A) Depósitos de jal NO Peligroso (sin potencial de generador de acidez y liberación de metales) en laderas cerriles (Jolula)

5.3 Descripción de las instalaciones

La superficie general de referencia actual basada en terrenos propiedad de Minera Mexicana el Rosario S.A de C.V., comprende 106.0442 ha; sin embargo, para fines del presente Plan de Restitución y Cierre 2025 se toma una superficie de 59.7894 hectáreas como huella de ocupación por obras (actual y planeada) (Figura 5. 3).

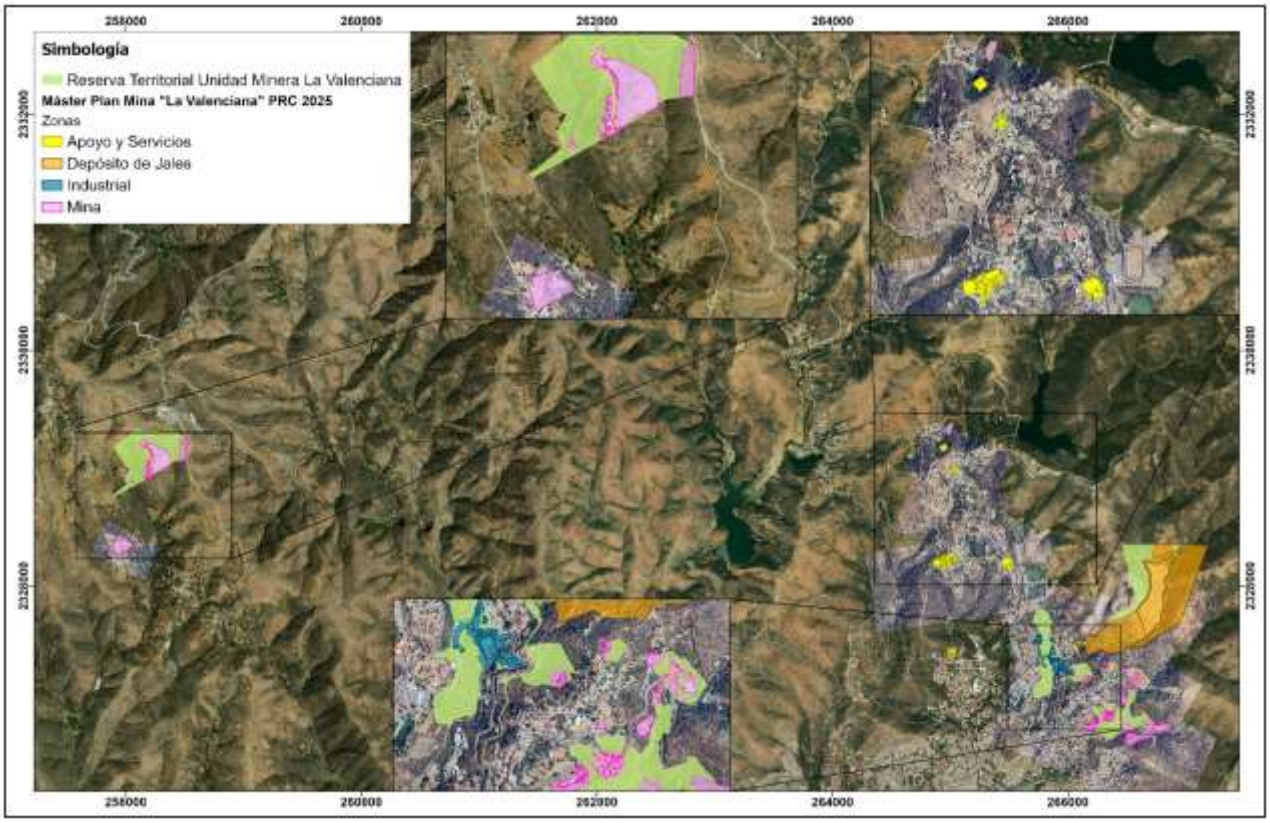


Figura 5. 3 Máster Plan General del PRC 2025 Unidad La Valenciana

El conjunto de las 59.7894 hectáreas de huella de ocupación con fines del PRC 2025, han sido divididas en 4 Zonas de agrupamiento (Anexo 5.1) que se sujetarán a cierre, dentro de las cuales se han detectado y planeado diferentes tipos de estructuras, zonas degradadas, actuales operaciones y zonas susceptibles para un mejoramiento y restitución del sitio (maniobras complementarias). Las superficies de cada Zona se desglosan a continuación (

Tabla **5. 1**):

Tabla 5. 1. Desglose de superficies de cada zona del PRC-2025

Id	Zona	Superficie de la zona		Huella de afectación directa		Áreas sin uso minero-industrial / Reserva Territorial	
		ha	%	ha	%	ha	%
1	Apoyo y Servicios	3.4766	3.279	3.0222	5.055	0.4544	0.982
2	Mina	40.3365	38.040	13.0036	21.751	27.3329	59.092
3	Industrial	10.7323	10.121	2.7889	4.665	7.9434	17.173
4	Depósito de Jales	51.4925	48.560	40.9684	68.528	10.5241	22.752
Total		**106.0442**	**100**	**59.7894**	**100**	**46.2548**	**100**

Es preciso aclarar que la zonificación responde principalmente a la localización geográfica de los componentes, condición y uso dominante (proceso, habitacional, explotación, etc.), y no necesariamente al tipo de obra de que se traten.

De la zonificación general del PRC 2025, Mina La Valenciana presenta 4 zonas de especial interés por las dimensiones, complejidad, implicaciones en materia ambiental y maniobras de restitución y cierre: zona industrial, zona de mina, zona de depósitos de jales y zona de apoyo y servicios.

En el Anexo 5.1 se presenta de forma general el esquema de las poligonales implicadas en el PRC 2025 de Mina La Valenciana sobre las cuales se centrarán las actividades propuestas en el presente documento

A continuación, se describen las obras y superficies que componen cada zona del plan maestro de la Unidad Minera La Valenciana.

5.3.1 Apoyo y Servicios

La Zona de Apoyo y Servicios (Anexo 5.2) se delimitó a partir de la huella que abarca el sistema estos abarcan una superficie de 3.4766 hectáreas. No obstante, de esa superficie el 87% es ocupado por infraestructura de la Unidad La Valenciana con una superficie de 3.0222 ha, y el 77.5 % restante es un área sin uso minero actual, la cual corresponde a los predios propiedad de la unidad y no tienen obras mineras sobre esta superficie.

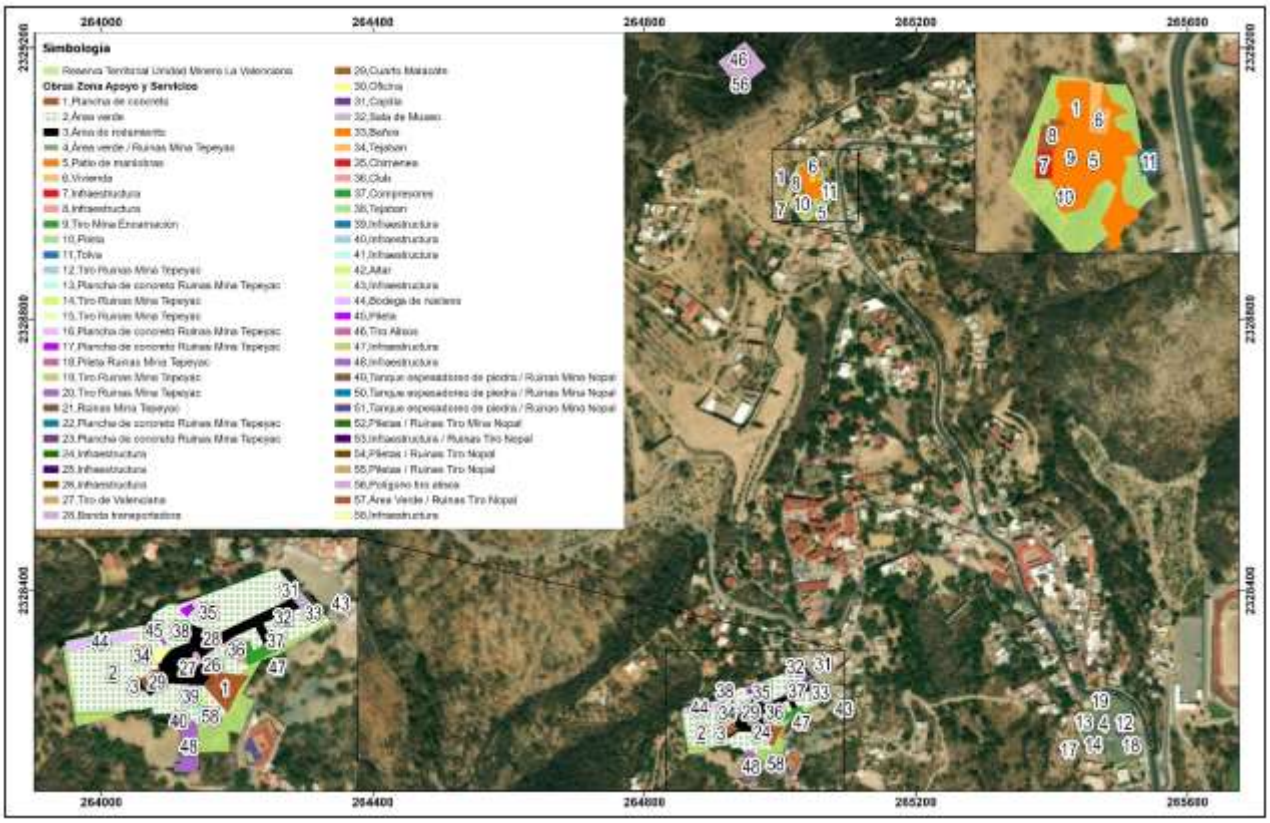


Figura 5. 4 Obras Zona Apoyo y Servicios

Tabla 5. 2 Obras y Superficies de la Zona Apoyo y Servicios

ID	Obras	Superficie (ha)
1	Plancha de concreto	0.0751
2	Área verde	0.9424
3	Área de rodamiento	0.2199
4	Área verde / Ruinas Mina Tepeyac	0.6509
5	Patio de maniobras	0.1796
6	Vivienda	0.0179
7	Infraestructura	0.0104
8	Infraestructura	0.0021
9	Tiro Mina Encarnación	0.0023
10	Pileta	0.0021
11	Tolva	0.0115
12	Tiro Ruinas Mina Tepeyac	0.0016
13	Plancha de concreto Ruinas Mina Tepeyac	0.0015
14	Tiro Ruinas Mina Tepeyac	0.0011
15	Tiro Ruinas Mina Tepeyac	0.0029
16	Plancha de concreto Ruinas Mina Tepeyac	0.0034
17	Plancha de concreto Ruinas Mina Tepeyac	0.0018

ID	Obras	Superficie (ha)
18	Pileta Ruinas Mina Tepeyac	0.0005
19	Tiro Ruinas Mina Tepeyac	0.0005
20	Tiro Ruinas Mina Tepeyac	0.0006
21	Ruinas Mina Tepeyac	0.0013
22	Plancha de concreto Ruinas Mina Tepeyac	0.0046
23	Plancha de concreto Ruinas Mina Tepeyac	0.0045
24	Infraestructura	0.0004
25	Infraestructura	0.0004
26	Infraestructura	0.0004
27	Tiro de Valenciana	0.0084
28	Banda transportadora	0.008
29	Cuarto Malacate	0.0206
30	Oficina	0.0102
31	Capilla	0.0066
32	Sala de Museo	0.0184
33	Baños	0.0035
34	Tejaban	0.0094
35	Chimenea	0.0013
36	Club	0.02
37	Compresores	0.0367
38	Tejaban	0.0055
39	Infraestructura	0.0023
40	Infraestructura	0.0035
41	Infraestructura	0.0038
42	Altar	0.0093
43	Infraestructura	0.0127
44	Bodega de núcleos	0.0415
45	Pileta	0.0102
46	Tiro Alisos	0.0026
47	Infraestructura	0.0081
48	Infraestructura	0.0614
49	Tanque espesadores de piedra / Ruinas Mina Nopal	0.0223
50	Tanque espesadores de piedra / Ruinas Mina Nopal	0.0223
51	Tanque espesadores de piedra / Ruinas Mina Nopal	0.0223
52	Piletas / Ruinas Tiro Mina Nopal	0.0057
53	Infraestructura / Ruinas Tiro Nopal	0.0044
54	Piletas / Ruinas Tiro Nopal	0.0062
55	Piletas / Ruinas Tiro Nopal	0.0014

ID	Obras	Superficie (ha)
56	Polígono tiro alisos	0.2493
57	Área Verde / Ruinas Tiro Nopal	0.2439
58	Infraestructura	0.0007
Total		**3.0222**

5.3.2 Zona Mina

La Zona de Mina se refiere principalmente al área que abarca las 3 Tepetateras que se encuentran ubicadas fuera de la zona industrial, las cuales se denominan: Guanajuatito, San Ignacio y Tepetatera N°3. Esta zona se conforma por otras obras tales como patios de maniobras, accesos a interior mina, estacionamiento, casetas de vigilancia, talleres de mantenimiento, entre otros componentes (Tabla 5. 3). En conjunto de lo anterior, la Zona de Mina abarca una superficie total de referencia para esta Zona de 40.3365 ha; mientras que la superficie de ocupación por obras es de 13.0036 ha. (Anexo 5.3).

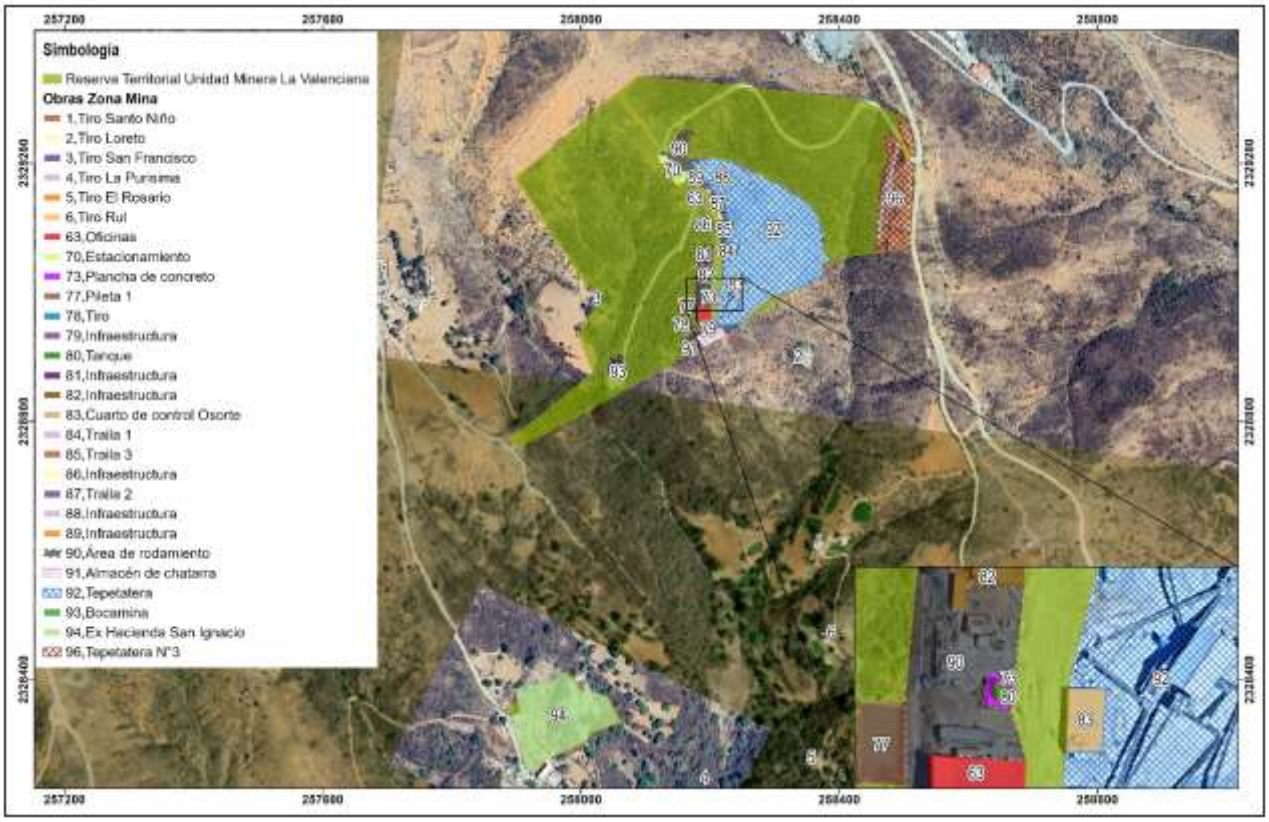


Figura 5. 5 Obras Zona Mina (San Ignacio)



Figura 5. 7 Zonificación general de Mina



Figura 5. 7 Simbología Obras Zona Mina

Tabla 5. 3 Obras y superficies de Zona de Mina

ID	Obras	Superficie (ha)
1	Tiro Santo Niño	0.0016
2	Tiro Loreto	0.0016
3	Tiro San Francisco	0.0016
4	Tiro La Purisima	0.0016
5	Tiro El Rosario	0.0016
6	Tiro Rul	0.0016
7	Tiro San Pedro	0.0016
8	Tiro Mexiamora	0.0016
9	Tiro Nuevo	0.0016
10	Tiro San José de Gracia	0.0016
11	Ruinas Mina de Rayas	0.2665
12	Ruinas Mina de Rayas	0.0668
13	Ruinas Mina de Rayas	0.0233
14	Ruinas Mina de Rayas	0.0177
15	Ruinas Mina de Rayas	0.0357
16	Estacionamiento / Ruinas Mina de Rayas	0.0516
17	Patio de maniobras	0.3200
18	Depósito de chatarra	0.0324
19	Tiro Promontorio	0.7398
20	Obras mineras antiguas	1.2030
21	Patio de maniobras	0.8987
22	Bocamina de Mellado	0.1918
23	Bodega	0.0147
24	Oficinas	0.0149
25	Infraestructura	0.0023
26	Tanque Diesel	0.0094
27	Tiro	0.0022
28	Tiro Kurtz	0.0005
29	Tiro Kurtz	0.0015
30	Tiro Kurtz	0.0013
31	Infraestructura	0.0124
32	Infraestructura	0.0090
33	Sistema de bombeo antiguo de jales	0.0096
34	Pileta de sistema de bombeos de jales antiguos	0.0047
35	Escuela de Mellado	0.0571
36	Tiro	0.0019
37	Tiro	0.0028

ID	Obras	Superficie (ha)
38	Tiro	0.0026
39	Mina de Rayas / Ruinas	0.4013
40	Tiro	0.0015
41	Tiro	0.0022
42	Tiro	0.0060
43	Tiro San José de Mellado	0.0259
44	Área verde	0.1373
45	Ruinas Mina de Rayas	0.0221
46	Infraestructura / Ruinas Mina de Rayas	0.0089
47	Tejaban / Ruinas Mina de Rayas	0.0059
48	Infraestructura / Ruinas Mina de Rayas	0.0047
49	Cuarto de control / Ruinas Mina de Rayas	0.0142
50	Ruinas Mina de Rayas	0.0193
51	Oficinas / Ruinas Mina de Rayas	0.0147
52	Piletas / Ruinas Mina de Rayas	0.0488
53	Tiro con malacate / Ruinas Mina de Rayas	0.0086
54	Ruinas Mina de Rayas	0.0427
55	Ruinas Mina de Rayas	0.0427
56	Ruinas Mina de Rayas	0.0427
57	Ruinas Mina de Rayas	0.0427
58	Ruinas Mina de Rayas	0.0210
59	Ruinas Mina de Rayas	0.0011
60	Ruinas Mina de Rayas	0.0012
61	Bodegas	0.0121
62	Bodegas	0.0129
63	Oficinas	0.1022
64	Cuarto de Máquinas	0.0149
65	Baños	0.0047
66	Pileta 2	0.0013
67	Pileta 3	0.0024
68	Pileta 4	0.0007
69	Pileta 5	0.0030
70	Estacionamiento	0.1437
71	Infraestructura	0.0043
72	Capilla	0.0142
73	Plancha de concreto	0.0385
74	Obras antiguas Predio La Leona	0.3095
75	Tiro San Miguel / San Francisco Mellado	0.0058

ID	Obras	Superficie (ha)
76	Corral	0.0068
77	Pileta 1	0.0208
78	Tiro	0.0069
79	Infraestructura	0.0060
80	Tanque	0.0014
81	Infraestructura	0.0449
82	Infraestructura	0.0344
83	Cuarto de control Osorte	0.0120
84	Traila 1	0.0097
85	Traila 3	0.0113
86	Infraestructura	0.0083
87	Traila 2	0.0094
88	Infraestructura	0.0063
89	Infraestructura	0.0043
90	Área de rodamiento	0.5928
91	Almacén de chatarra	0.0861
92	Tepetatera	3.0071
93	Bocamina	0.0436
94	Ex Hacienda San Ignacio	1.4690
95	Ruinas	0.4564
96	Tepetatera N°3	0.9060
97	Tepetatera Guanajuatito	0.2245
98	Contrapozo	0.0011
99	Infraestructura	0.0017
100	Caseta	0.0040
101	Infraestructura	0.0004
102	Talud tepetatera antiguo	0.4325
Total		**13.0036**

5.3.3 Zona de Industrial

La Zona Industrial de Mina La Valenciana cuenta con 1 planta de proceso mediante el método de Flotación, además de otras instalaciones generales de apoyo, instalaciones temporales y dos bocaminas que son Cata 1 y Manteo. El detalle de esta zona se muestra en el Anexo 5.4.

La superficie general de esta Zona es de 10.7386 hectáreas, sin embargo, la huella de ocupación por obras abarca una superficie de 2.7952 hectáreas dentro de las cuales se han identificado variedad de estructuras, edificaciones y equipos (Figura 5. 8).

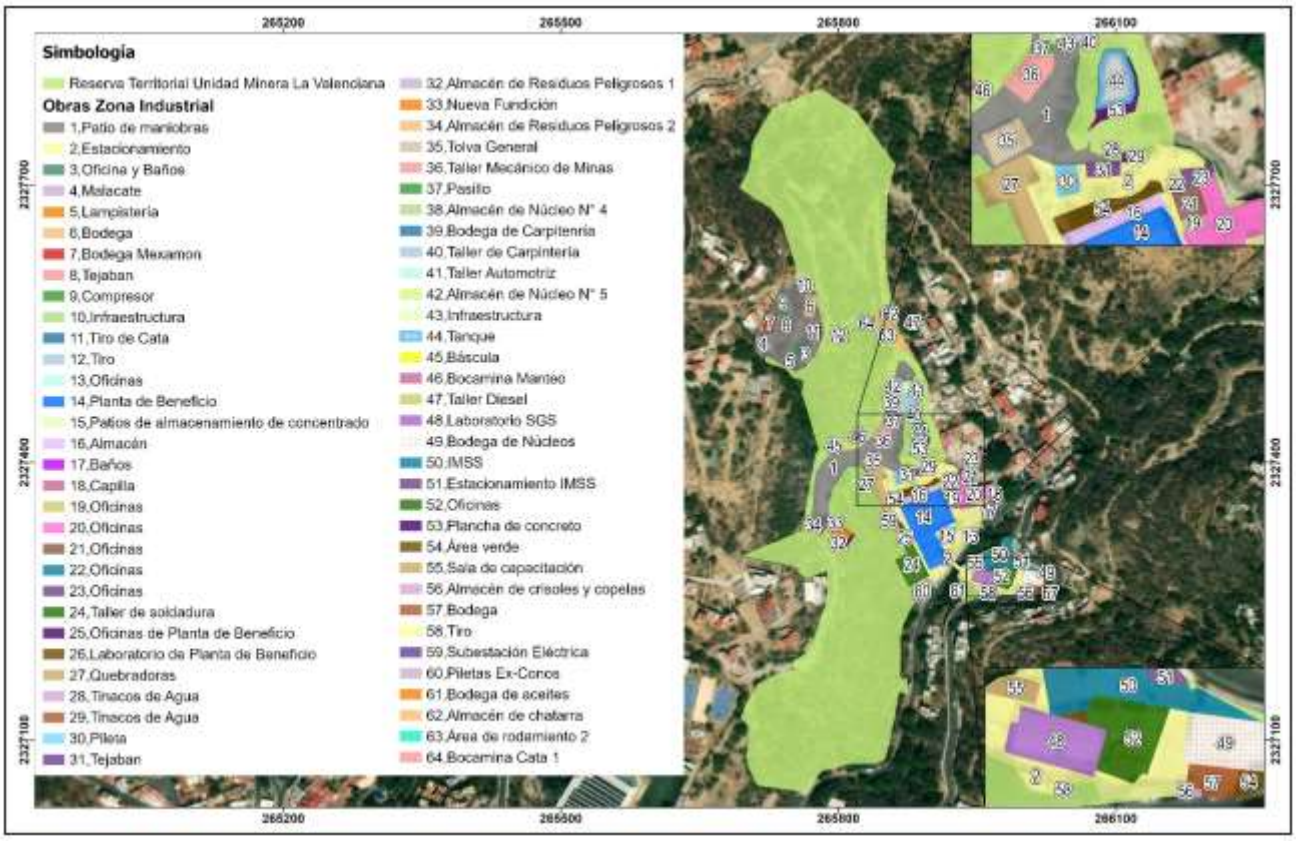


Figura 5. 8 Obras Zona Industrial



Figura 5. 9 Zona Industrial en operación

En la Tabla siguiente se muestra un resumen con las obras y superficies que integran la Zona Industrial (Tabla 5. 4).

Tabla 5. 4 Obras y Superficies de la Zona de Industrial

ID	Obras	Superficie (ha)
1	Patio de maniobras	0.7649
2	Estacionamiento	0.4029
3	Oficina y Baños	0.0228
4	Malacate	0.0237
5	Lampistería	0.0057
6	Bodega	0.0315
7	Bodega Mexamon	0.0221
8	Tejaban	0.0027
9	Compresor	0.0257
10	Infraestructura	0.0103
11	Tiro de Cata	0.0070
12	Tiro	0.0045
13	Oficinas	0.0134
14	Planta de Beneficio	0.2770
15	Patios de almacenamiento de concentrado	0.0456
16	Almacén	0.0329
17	Baños	0.0086
18	Capilla	0.0041
19	Oficinas	0.0049
20	Oficinas	0.0902
21	Oficinas	0.0181
22	Oficinas	0.0034
23	Oficinas	0.0116
24	Taller de soldadura	0.0965
25	Oficinas de Planta de Beneficio	0.0054
26	Laboratorio de Planta de Beneficio	0.0041
27	Quebradoras	0.0774
28	Tinacos de Agua	0.0009
29	Tinacos de Agua	0.0009
30	Pileta	0.0152
31	Tejaban	0.0108
32	Almacén de Residuos Peligrosos 1	0.0081
33	Nueva Fundición	0.0381
34	Almacén de Residuos Peligrosos 2	0.0062
35	Tolva General	0.0294

ID	Obras	Superficie (ha)
36	Taller Mecánico de Minas	0.0321
37	Pasillo	0.0032
38	Almacén de Núcleo N° 4	0.0055
39	Bodega de Carpitenría	0.0156
40	Taller de Carpintería	0.0414
41	Taller Automotriz	0.0265
42	Almacén de Núcleo N° 5	0.0106
43	Infraestructura	0.0150
44	Tanque	0.0425
45	Báscula	0.0092
46	Socavón a Tolva	0.0032
47	Taller Diesel	0.0156
48	Laboratorio SGS	0.0418
49	Bodega de Núcleos	0.0385
50	IMSS	0.0936
51	Estacionamiento IMSS	0.0100
52	Oficinas	0.0437
53	Plancha de concreto	0.0229
54	Área verde	0.0478
55	Sala de capacitación	0.0090
56	Almacén de crisoles y copelas	0.0024
57	Bodega	0.0130
58	Tiro	0.0009
59	Subestación Eléctrica	0.0081
60	Piletas Ex-Conos	0.0314
61	Bodega de aceites	0.0094
62	Almacén de chatarra	0.0620
63	Área de rodamiento 2	0.0074
64	Bocamina Cata 1	0.0063
Total		**2.7889**

Las estructuras del área industrial presentan variaciones posibles en materia de cierre, las cuales, se encuentran dentro del rango de demolición, desmantelamiento e incluso, un posible acercamiento en términos deconstrucción (proceso más lento pero enfocado al mayor grado de salvamento de equipos, materiales, componentes, etc., ya se para fines de reutilización o para recapitalización por su venta).

Por otro lado, las edificaciones menores corresponden a las estructuras de menor perfil con relativa facilidad de desmantelamiento. Estas comprenden oficinas, almacenes, comedor, casetas que pueden ser eliminados del sitio con equipo menor y mano de obra simple.

Las edificaciones industriales corresponden a las áreas de procesos y taller de mantenimiento, sitios en los cuales las estructuras son de mayor tamaño y en las cuales se llevarán a cabo procesos industriales, beneficio de minerales o presentan equipos que implican maniobras especiales.

Cabe destacar que la superficie de equipos y estructuras mayores abarcan a los componentes identificados como especiales o de mayor esfuerzo en materia de supervisión, equipo especializado de desmantelamiento, mayor lentitud de desmantelamiento y utilización de grúa hidráulica de alto perfil.

5.3.3 Zona de Depósitos de Jales

La Zona de Depósitos de Jales (Figura 5. 10) se delimitó a partir de la huella que abarca el sistema de Depósitos de jales compuesto por el Depósito de Jales Jolula principalmente, Talud del depósito, Bordo, Banco de materiales, Contrapozos, Infraestructuras. Tal como se muestra en la Figura 5. 10.

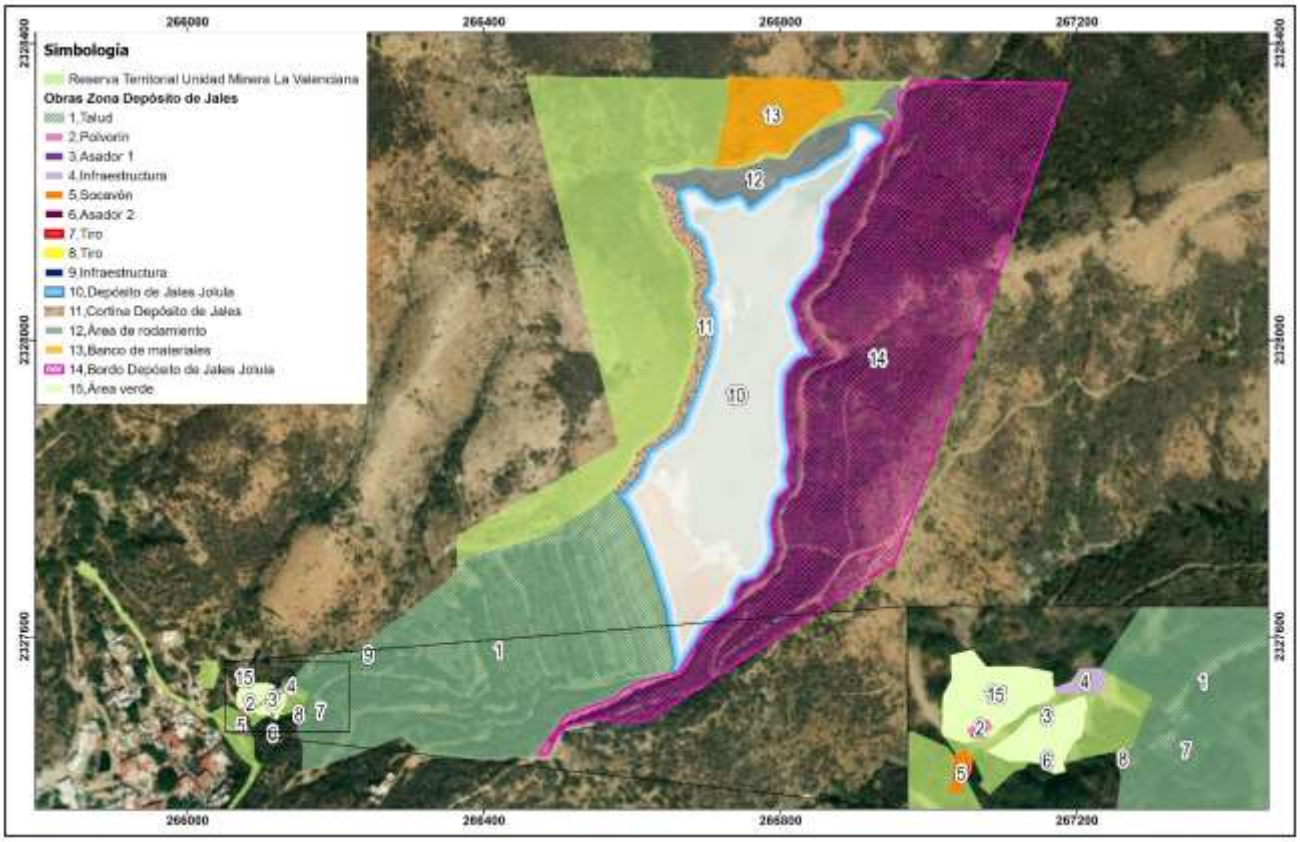


Figura 5. 10 Obras Zona de Depósitos de Jales

La Zona de Jales abarca una superficie general de 51.4925 hectáreas, sin embargo, la huella de ocupación por obras con fines del PRC 2025 es de 40.9684 hectáreas, las cuales son integradas por el conjunto de los siguientes componentes (Tabla 5. 5):

Tabla 5. 5 Obras y superficies de la zona de Depósitos de Jales

ID	Obras	Superficie (ha)
1	Talud	10.8750
2	Polvorín	0.0053
3	Asador 1	0.0016
4	Infraestructura	0.0195
5	Socavón	0.0139
6	Asador 2	0.0017
7	Tiro	0.0005
8	Tiro	0.0016
9	Infraestructura	0.0213
10	Depósito de Jales Jolula	9.6507
11	Cortina Depósito de Jales	0.7267
12	Área de rodamiento	1.0972
13	Banco de materiales	1.4278
14	Bordo Depósito de Jales Jolula	16.9010
15	Área verde	0.2246
Total		**40.9684**

En el Anexo 5.5 se muestra el estatus actual de la zona de Depósito de Jales a mayor detalle.

5.3.5 Reserva Territorial

El área de Reserva territorial (Figura 5. 11), se delimitó a partir de los polígonos de los predios pertenecientes a la Unidad Mexicana el Rosario S.A de C.V., los cuales, actualmente en el Máster Plan no cuentan con infraestructura minera. Esta zona generalmente se entiende como un área destinada a la conservación (uso de suelo forestal).

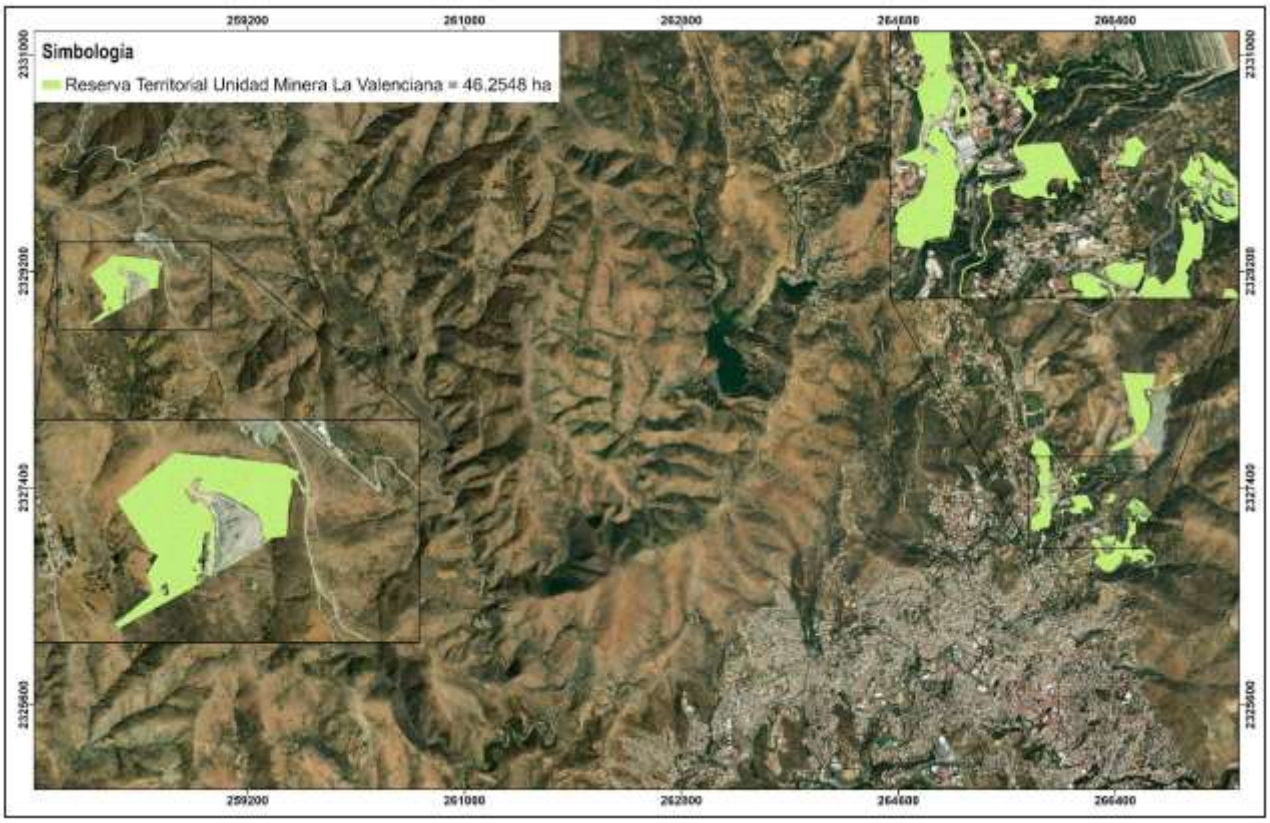


Figura 5. 11 Reserva Territorial (Sin uso minero)

En la Tabla 5. 6 se muestra la distribución de la Reserva Territorial por zona, es decir el área que corresponde en cada zonificación del Máster Plan.

Tabla 5. 6 Superficie de Reserva Territorial por zona

ID	Reserva Territorial por zona	Superficie (ha)	Superficie (m2)
1	Zona Apoyo y Servicios	0.4544	4,544
2	Zona Mina	27.3329	273,329
3	Zona Industrial	7.9434	79,434
4	Zona Depósito de Jales	10.5241	105,241
Total		**46.2548**	**462,548**

5.4 Resumen de superficies involucradas

La superficie total de la zonificación sobre la cual existe infraestructura de la Unidad La Valenciana para el Plan de Restitución y Cierre 2025 es de 106.0442 ha. Cada zona envuelve los componentes que integran la huella de ocupación directa de la infraestructura, así como las áreas sin uso minero o industrial actual consideradas como reservas territoriales de Minera La Valenciana. En la Tabla 5. 7 y Figura 5. 21 se muestra un resumen de las superficies de la unidad, a partir de las cuales se desglosarán los componentes para la estimación de los costos.

De la superficie total que es abarcada por los Polígonos del PRC 2025, el 56 % corresponde a la huella de afectación directa, es decir, a la superficie que ha sido impactada por la construcción y operación de obras mineras, industriales o de servicios. El 44 % restante corresponde a la reserva territorial, es decir, la superficie que es parte de los predios de Minera La Valenciana en la cual no se han ejecutado actividades mineras ni industriales.

En la zona de Industrial, la infraestructura sujeta a cierre tiene una ocupación total de 2.7952 ha, que representa 5.055 % de la superficie total de huella de afectación directa del PRC 2025. La zona de Mina corresponde a la segunda de mayor extensión, con 13.0036 ha que representan el 21.749 % de la superficie total, sin embargo, es la que cuenta con la mayor superficie de reservas territoriales. La zona de mayor tamaño corresponde a la de Depósitos de Jales, que ocupa 51.4925 ha que equivale a un 48.558 % de la superficie total considerada en el PRC 2025 y que presenta la mayor ocupación de huella directa, con un 68.521 % y superficie de 40.9684 ha.

Tabla 5. 7 Resumen de superficies de afectación directa por infraestructura de la Unidad La Valenciana, consideradas en el PRC 2025

Id	Zona	Superficie de la zona		Huella de afectación directa		Áreas sin uso minero-industrial / Reserva Territorial	
		ha	%	ha	%	ha	%
1	Apoyo y Servicios	3.4766	3.278	3.0222	5.055	0.4544	0.982
2	Mina	40.3365	38.037	13.0036	21.749	27.3329	59.092
3	Industrial	10.7386	10.127	2.7952	4.675	7.9434	17.173
4	Depósito de Jales	51.4925	48.558	40.9684	68.521	10.5241	22.752
Total		**106.0442**	**100**	**59.7894**	**100**	**46.2548**	**100**

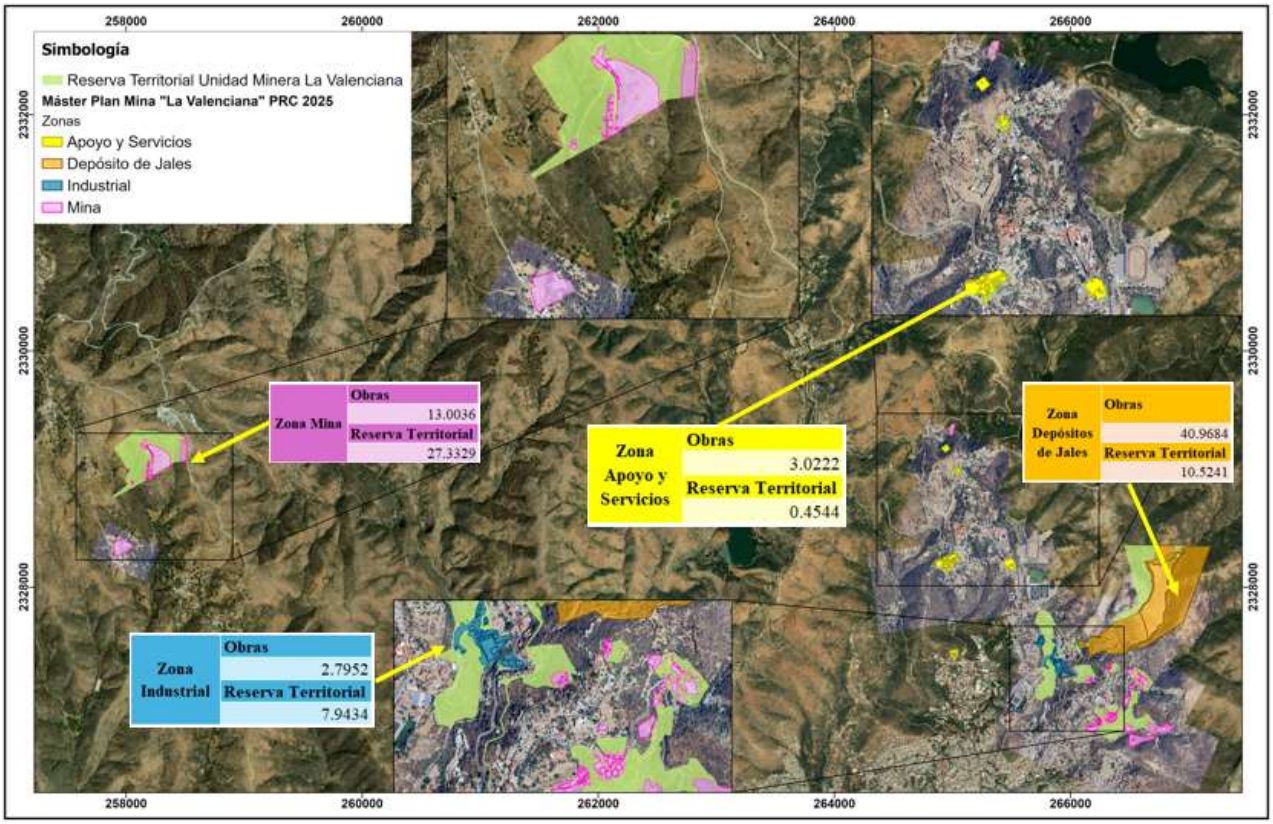


Figura 5. 21 Esquema general de zonas y ocupación por obras de Unidad La Valenciana

5.5 Programa de operación y cierre de mina

Se contempla un programa de actividades para la restitución y cierre de mina que tendrá hasta el año 2039. Posterior a los cuales se consideran 2 años para la ejecución las actividades de desmantelamiento, demolición, relleno, sello, encapsulamiento, escarificación y reforestación que deberán realizarse en las áreas de la unidad en las que apliquen estas actividades. Asimismo, se consideran 2 años de transición entre el cierre y el monitoreo, para la revisión y evaluación general de las tareas realizadas y finalmente de 5-10 años para la aplicación del programa de monitoreo, la extensión o reducción de este periodo dependerá de los resultados obtenidos en los primeros años hasta que se observe que el sitio ha logrado la estabilización física, química y biológica del sitio como se muestra en la Tabla 5. 10.

Se llevará acabo un cierre progresivo durante la etapa de operación para lograr avances y reducir las obligaciones a final de la operación. La sección 4 “Objetivos, alcances y limitaciones” en el apartado 4.4 se mencionan los sitios/áreas/obras consideradas para avance de cierre progresivo.

Todo ello implica que 1 o 2 años previos al cierre, se deberá elaborar una última actualización del PRC de Unidad La Valenciana, afinando y detallando las superficies que requerirán de cada una de las maniobras, las fechas proyectadas para realizar cada actividad, la disponibilidad de personal, equipos y maquinaria, así como el presupuesto requerido conforme a los costos actualizados. El periodo real y definitivo de Unidad Minera La Valenciana, dependerá de forma directa de la combinación de las condiciones finales de la operación (nuevas áreas, ampliaciones), avance de cierre progresivo que pueda llegar a ser aplicable durante la operación, establecimiento de estrategias apropiadas por medio de evaluaciones y estudios previos y del adecuado cumplimiento o eficiencia de las maniobras de cierre (acortar o alargar periodo de mantenimiento y monitoreo).

Tabla 5. 8 Programa de operación y cierre de mina

Etapas de la vida de mina	Operación de Unidad Minera La Valenciana						Cierre de mina		Transición		Mantenimiento y monitoreo de restauración de terrenos					
	2025-2039						2040-2041		2042-2043		2044-2049					
	14						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Operación																
Cierre progresivo																
Planeación de cierre																
Consulta y participación																
Ejecución de maniobras principales de cierre																
Transición entre cierre y etapas de monitoreo																
Etapa de mantenimiento y monitoreo																

6.0 Principios de Cierre de obras mineras

Los planes para la adecuada restitución y cierre de proyectos mineros y sus operaciones son un componente estratégico y una tarea de vital importancia tanto para las compañías mineras como para las comunidades aledañas a la operación. El proceso de planeación de cierre idealmente debe iniciar desde la etapa de evaluación de la factibilidad del proyecto minera, incluyendo estrategias de restitución y restauración, así como la determinación de los recursos económicos necesarios para llevar a cabo el proceso de cierre.

El proceso de planeación de restauración de operaciones no está estandarizado, ya que cada mina presenta características propias que influencian los procedimientos que se utilizarán en su Plan de Restauración y Cierre. Sin embargo, un conjunto de objetivos bien definidos debe ser establecidos para conseguir un plan de cierre exitoso. Estos objetivos deben tomar en cuenta la legislación vigente, las políticas de la compañía y los resultados de un proceso de consulta con la comunidad.

Para evaluar las medidas de restauración se deben tomar en cuenta diversos criterios, por ejemplo, los requerimientos para conseguir las condiciones ambientales esperadas, el costo del Plan, la tecnología disponible, el desempeño a largo plazo de las técnicas de restauración escogidas, y los requerimientos de mantenimiento y monitoreo del sitio.

Es importante establecer la diferencia entre Restauración y Restitución para fines del presente Plan ya que aun cuando los términos mantienen una estrecha relación, son diferentes en significado. La Restauración implica la devolución del sitio a su condición original o lo más cercano posible al estado natural anterior, mientras que el término Restitución refiere al retorno de algo que fue eliminado (pérdida de vegetación, remoción de suelo, ahuyentamiento de fauna, etc.).

A manera de unificar términos y conceptos, se considerará a la Restauración como parte del concepto de Restitución, al enfocar las medidas hacia la devolución de las condiciones preexistentes y/o compatibles con el entorno natural.

6.1 Principios de restitución

El principio general de restitución y cierre corresponde al aseguramiento de la integridad del sitio, con base en el adecuado funcionamiento ambiental del terreno y sus componentes. Se busca llevar a cabo la eliminación de la infraestructura sin utilidad, así como el encapsulamiento de obras mineras de forma que no se vea comprometido el equilibrio ecológico del sitio y estableciendo una adecuada cubierta vegetal, que funcione como estabilizador de suelos, facilitador de sucesión natural y hábitat para vida silvestre. En caso de ser necesario, la aplicación de tratamientos, usualmente de soluciones/agua, así como llevar a cabo el seguimiento de las actividades ejecutadas para el cierre de mina. Esto queda representado por las siguientes actividades:

- Desmantelamiento.
- Demolición.
- Recuperación y disposición.
- Movimiento de tierras.

- Control de erosión.
- Revegetación.
- Tratamiento de aguas.
- Monitoreo.

Desmantelamiento

En el cierre se debe considerar: la desactivación de redes eléctricas del área; la desactivación limpieza y purificación de tuberías de agua, combustible y gas; el vaciado, limpieza y purificación de tanques de productos químicos y de combustible; rehabilitación o determinación de uso futuro de caminos innecesarios en el área. Entre los detalles del cierre de las instalaciones de alojamiento o campamento para los trabajadores se debe considerar la desactivación de los sistemas de energía; desactivación del abastecimiento de agua, desagüe y sistemas de gas, etc.

Demolición, recuperación y disposición

Entre los detalles de las operaciones de demolición y recuperación de las instalaciones se debe considerar lo siguiente: inspección e inventario de equipos y estructuras que puedan ser vendidas; preparación y retiro de equipos y estructuras que puedan ser vendidas; inspección e inventario de materiales reciclables; y demolición de estructuras para la utilización máxima de los materiales reciclables. Se debe describir los volúmenes, métodos y lugares de disposición de los residuos de demolición, y especificar el tipo de residuos (peligrosos y/o no peligrosos, con asbestos, etc.).

Movimiento de tierras

El movimiento de tierras consiste principalmente en el recontorneo del terreno de acuerdo con los requerimientos establecidos por el uso de suelo propuesto; asimismo, el movimiento de tierras incluye la construcción de cubiertas para controlar la infiltración de agua y proporcionar el medio adecuado para el crecimiento de la vegetación, y el restablecimiento de los patrones naturales de drenaje que fueron perturbados durante las operaciones mineras.

El movimiento de tierras debe lograr un uso de suelo sustentable y minimizar el mantenimiento requerido después del cierre. Los ángulos de talud en terreros y pilas de material debe suavizarse hasta alcanzar menos de la mitad del ángulo de reposo del material, el cual usualmente se encuentra entre 30° y 40°; sin embargo, los ángulos de talud requeridos para el cierre de estructuras estarán determinados por una serie de factores, tales como, las pendientes del terreno natural circundante, condiciones impuestas por las concesiones mineras y restricciones legales.

La infiltración de la precipitación pluvial debe evitarse en los depósitos de tepetate si existe potencial generación de ácido; si este es el caso, estas estructuras deben encapsularse por medio de una cubierta de baja permeabilidad para prevenir que la infiltración alcance los materiales reactivos.

Control de erosión

El control de erosión consiste en la aplicación de medidas para controlar el efecto erosivo del agua y el viento; sin embargo, debido a que la erosión eólica se minimiza utilizando cubiertas y vegetación, el control de erosión puede ser definido como el uso de estructuras de drenaje para controlar el cauce y la velocidad del agua superficial en el sitio durante las esporádicas lluvias de la zona. Estas estructuras de drenaje deben estar diseñadas para permanecer en operación durante muchos años y debe considerarse su mantenimiento periódico para evitar el deterioro causado por el tiempo.

La erosión es una de las fuerzas naturales más debilitantes. Específicamente, la erosión causada por escurrimientos es muy destructiva, ya sea causada por precipitación pluvial o por un flujo excesivo proveniente de estructuras creadas por el hombre.

Una perturbación superficial generalmente incrementa la erosión y la sedimentación. Si esto no es controlado de manera adecuada puede causar impactos ambientales serios por lo que es de vital importancia controlar los escurrimientos en las estructuras que permanecerán después del cierre de operaciones. El sistema de drenaje debe estar diseñado para conducir de manera segura el agua recolectada a sitios específicos (cauces y/o zonas de infiltración) y de esta manera, evitar la erosión.

Además de los movimientos de tierra necesarios para minimizar la erosión, se deben construir estructuras para desviar y conducir el agua fuera de la propiedad. Estas estructuras funcionan ya sea interceptando el agua antes de entrar el área perturbada para conducirla a los cauces naturales, o recolectando el agua y conduciéndola fuera del área perturbada.

Al diseñar las estructuras de conducción se debe tomar en cuenta los eventos de precipitación máxima, así como su tiempo de recurrencia y el tiempo de acumulación, la duración proyectada de estas estructuras y un análisis de riesgo por fallas.

Con el fin de proteger la integridad de las estructuras de desvío se debe controlar la velocidad del agua. En caso de que esto no pueda lograrse, las estructuras deben ser recubiertas con materiales resistentes a la erosión, siendo adecuado el empleo de roca y tepetate de tamaño medio dadas las condiciones de reducida precipitación.

En los casos donde no sea posible eliminar la erosión se deberán construir estructuras para controlar los sedimentos. Estas estructuras deben estar colocadas lo más cerca posible a la fuente de sedimentos.

Revegetación

La revegetación consiste en la aplicación de tres procedimientos conocidos como siembra, abrigamiento y fertilización. La siembra puede efectuarse utilizando diversos métodos para colocar la semilla/plántula en el suelo. El abrigamiento consiste en colocar una cubierta protectora sobre el suelo para protegerlo de los efectos climáticos y proporcionar mejores condiciones para el crecimiento de la vegetación. Por su parte, la fertilización es un procedimiento para promover el

crecimiento de la vegetación utilizando compuestos ya sean orgánicos o químicos, prefiriéndose la aplicación de abono procedente de estiércol de ganado.

La revegetación es una actividad esencial para estabilizar el terreno durante el cierre. El objetivo principal de la revegetación es proteger la superficie de la erosión y lograr un uso productivo del suelo. El resultado final de esta actividad es una comunidad sustentable de vegetación perenne.

Para llevar a cabo la revegetación, se requiere que se haya realizado con anterioridad el recontorneo del terreno, la construcción de una cubierta de suelo y la construcción de un sistema de drenaje para prevenir la erosión.

La revegetación inicial y de mayor compatibilidad con el entorno natural se realiza a través del rescate de plantas seleccionadas con base a criterios definidos (rareza, valor, servicio, etc.) y reubicadas en zonas aledañas a las operaciones pretendidas como medida de mejoramiento (mitigación y compensación) del entorno. Posterior al desmonte y durante las etapas operativas, las nuevas plantaciones solo pueden llevarse a cabo por medios naturales (sucesión secundaria), esquejes de cactáceas y por reforestación con base a plántulas obtenidas de viveros.

Tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas consiste en la estabilización, neutralización, y disposición (preferentemente por evaporación) de los fluidos del proceso de beneficio. Este componente está íntimamente ligado a las sustancias y materiales utilizados en el proceso de beneficio de minerales, implicando un drenado y tratamiento de fracción acuosa de los residuos mineros para la eliminación de sustancias nocivas en sus efluentes.

El cumplimiento de los estándares establecidos de calidad del agua es de vital importancia en cualquier proceso de cierre de operaciones. Esto se debe a que el agua es el medio de transporte de contaminantes más importante. Existen varias opciones para tratar el agua y su elección dependerá de su calidad. Usualmente, si el agua requiere ser descargada en corrientes superficiales deberá cumplir con los estándares para agua potable y estándares internacionales de protección ambiental y a la salud. Se deberá cumplir con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021 así como contar con la autorización de la CONAGUA.

Monitoreo

El monitoreo es un procedimiento esencial para evaluar la efectividad de las medidas de cierre y rehabilitación del sitio. Adicionalmente, el monitoreo indica oportunamente si las medidas de rehabilitación no están funcionando de acuerdo con la planificación.

Un programa de monitoreo exitoso utiliza tres enfoques: inspecciones visuales, levantamiento y muestreo, e instrumentación:

- Las inspecciones visuales consisten en observaciones cualitativas y mediciones simples que permitan descartar desviaciones o en su defecto, permitan identificar posible desarrollo de fallas y necesidad de peritajes a detalle.

- El levantamiento y muestreo involucra la medición de un parámetro determinado (calidad de agua, concentraciones, densidades de individuos, sobrevivencia, superficies, etc.) en varios puntos para establecer su distribución.
- La instrumentación incluye la instalación de equipo de medición para la recolección periódica de datos (piezómetros, pozos de monitoreo, medidores de flujo, estaciones fijas de colecta de muestras, etc.).

6.2 Estándar de gestión de cierre de Mina La Valenciana

El propósito del Estándar de Gestión de Cierre de Mina es la identificación de los requisitos para el responsable cierre y restitución de los terrenos controlados por Minera Mexicana el Rosario S.A DE C.V., lo cual se traduce en la eliminación, reducción, compensación de riesgo ambiental, financiero, seguridad, social, así como el mantener la licencia social durante todo el ciclo de mina.

Los objetivos de la gestión de cierre de mina corresponden a:

- Integrar al cierre en la totalidad de vida de mina, iniciando con planeación de cierre de mina y restitución del sitio, desde las etapas más tempranas y durante todo el ciclo de mina.
- Lograr en mayor grado posible de cumplimiento ambiental y social dentro del esquema más eficiente de costo y tiempo requerido (integrado en planeación, diseño, operación e ingeniería de cierre de mina).
- Reducción de las obligaciones y riesgos a lo largo de la vida de mina hasta su cierre.
- Considerar, desde las etapas más tempranas posibles a la integración del componente social y procesos participativos en relación con la planeación de cierre y uso de suelo propuesto.
- La planeación de cierre de mina permite invertir tiempo y recursos necesarios en las áreas de mayor preocupación e identificación de maniobras, tratamientos, diseño, planes y programas adicionales.
- Asegurar continuidad de licencia social (confianza de las autoridades, comunidad y organismos).
- Asegurar el tiempo apropiad para planeación de estudios e investigaciones requeridas para entender las complejidades físicas, químicas y biológicas de cierre de mina, dentro de un contexto socioambiental e integrado en los diseños e ingeniería de cierre de mina.
- Contar con una herramienta técnica de planeación, seguimiento y actualización de planeación de cierre (obras, maniobra, cantidades, diseños, costos, tiempos, avances, etc.).
- Lograr la integración y participación de participación en la gestión de cierre: corporativo, gerencia, medio ambiente, relaciones comunitarias, planeación, operación, construcción, contraloría, contratistas, asesores, comunidad, etc.
- Permitir el establecimiento oportuno de las reservas financieras para cierre de mina.

El estándar se deberá considerar como una guía preliminar y de requerimientos mínimos para la planeación, ejecución y monitoreo del cierre de mina, desde exploración hasta post-cierre, de acuerdo con los compromisos de responsabilidad corporativa de Guanajuato Silver Corp., especialmente en los temas de protección ambiental, relaciones comunitarias y sustentabilidad para un legado positivo a las generaciones futuras.

A continuación, se presenta los alcances, principios, criterios y especificaciones de la gestión del cierre de Mina La Valenciana:

- **Principios de Restitución y Cierre.**
- **Especificaciones geográficas básicas.**
- **Compromiso y responsabilidad.**
- **Plan de cierre y actualizaciones periódicas.**
- **Estimación de reserva financiera para cierre.**
- **Monitoreo del desempeño.**
- **Integración de gestión de cierre en estándares vinculados de Minera La Valenciana.**
- **Gestión adaptativa de cierre de mina.**
- **Conceptos de cierre de mina.**

6.3 Marco regulatorio nacional

Los principales estándares nacionales aplicables para cierre de mina y salvaguarda de obras y operaciones mineras corresponden a las siguientes Regulaciones y Normas Oficiales Mexicanas.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La LGEEPA define a la Restauración como el "conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales".

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

A su vez, la LFRA en su artículo 13, menciona que "La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su Estado Base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación".

Ley Minera

Artículo 27.- *Los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados a:*

IV*. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad en las minas y de equilibrio ecológico y protección al ambiente.*

Artículo 39*.- En las actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales o sustancias, los concesionaros mineros deberán procurar el cuidado del medio ambiente y la protección ecológica, de conformidad con la legislación y la normatividad de la materia.*

Los cambios a la ley de minería el 8 de mayo del 2023, donde ya se establecen ciertos requerimiento para el cierre de mina y aún se está en espera de la emisión de reglamento para los procesos de cierre de minas, pero muy general pudieran mencionar a que se refiere estos cambios a la ley de minería, por ejemplo:

Las reformas legales recientes (2023) introdujeron obligaciones de cierre más explícitas, que incluyen:

• **Plan de Cierre de Mina:** Los concesionarios deben presentar un plan que cubra la reparación ambiental, restauración, rehabilitación, remediación y mitigación o compensación social una vez finalizadas las operaciones.

• **Tiempo**: Los planes deben presentarse de 1 a 2 años antes del cierre.

• **Aprobación:** Los planes se presentan a la Secretaría de Economía con aportes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) bajo el Plan de Restitución y Cierrede Minas.

• **Información financiera:** Los concesionarios deben presentar la contabilidad y la presentación de informes de la obligación de retiro de activos a las Normas de Información Financiera.

• **Informes de progreso**: Después del cierre o la cancelación de la concesión, los titulares de concesiones deben informar el progreso del plan aprobado semestralmente.

• **Garantía financiera:** Los concesionarios deben proporcionar una garantía para garantizar que se cumplan las obligaciones de cierre, restauración y posteriores al cierre. La reforma de la Ley de Minería de 2023, junto con la legislación relacionada (ley ambiental general, ley de aguas, etc.), requiere explícitamente:

• Un programa obligatorio de restauración, cierre y post-cierre de minas.
• Presentación de garantía financiera a la SEMARNAT.
• Mitigación / compensación social como parte de las responsabilidades de cierre etc. etc.

Normas Oficiales Mexicanas

Otras regulaciones generales aplicables al cierre de minas, refiriéndose a Normas Oficiales Mexicanas de referencia para restauración y cierre de minas son las siguientes.

- NOM-120-SEMARNAT-2011, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa.

- NOM-138-SEMARNAT-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

- NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que establece los 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.

- NOM-157-SEMARNAT-2007, que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

- NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua en aguas y bienes nacionales.

6.4 Referencias y guías técnicas

La evaluación del estado de conformidad de la mina se basa en los estándares y directrices internacionales del Banco Mundial y de la Corporación Financiera Internacional (IFC) como brazo y organismo del Banco Mundial que apoya al sector privado en la apertura y apoyo de nuevos mercados de países en desarrollo, conforme las siguientes pautas:

- Directrices Generales para el Medio Ambiente, Salud y Seguridad de la Corporación Financiera Internacional (IFC) conocidas como "General EHS Guidelines", por su denominación en inglés
- Las directrices específicas para actividades mineras: "EHS Guidelines for Mining" (Directrices de Medio Ambiente, Salud y Seguridad para Minería)

Las guías anteriores establecen las "Buenas Prácticas Internacionales en la Industria" (GIIP por sus siglas en inglés: *Good International Industry Practice*), de las cuales se desprenden las EHS (directrices técnicas) para alcanzar los niveles de desempeño y medidas normalmente aceptables y alcanzables para el IFC en los sectores de Medio Ambiente, Salud y Seguridad, de acuerdo con las tecnologías existentes y bajo un escenario de costos razonables.

De acuerdo con los lineamientos establecidos por el Banco Mundial y el IFC, los planes de Restitución y Cierre deben actualizarse continuamente debido a cambios y progreso de actividades de cierre que se realicen en las unidades mineras. Estas actualizaciones podrán y deberán:

- Reflejar el avance de acuerdo con el concepto de "cierre progresivo"
- Adaptar y modificar alternativas conforme a nuevas técnicas y usos potenciales alternativos
- Reflejar decremento en los costos estimados de cierre de forma congruente con el avance y cumplimiento de los objetivos establecidos, y de la misma forma, reflejar cualquier incremento en las estimaciones de costos por potenciales expansiones, apertura de nuevas áreas de trabajo, etc.
- Llegar a un plan final en las etapas finales conforme a las negociaciones y consultas con la comunidad local

El Plan de Restauración y Cierre es un acercamiento conceptual de los planes y estrategias que Unidad Minera La Valenciana ha estructurado previamente, que incluye la aplicación de metodologías y modelos innovadores para la determinación de los costos, así como la presentación de alternativas propuestas para los usos futuros más factibles y sustentables en el sitio del Proyecto.

A continuación, se detallan los lineamientos y estándares que constituyen el soporte técnico para la elaboración del presente Plan de Cierre y Restauración Ambiental.

6.3.1 Lineamientos internacionales

En el ámbito internacional existen diversas organizaciones que han desarrollado guías y estándares para el cierre de minas. Al igual que estas organizaciones existen gobiernos, tanto a nivel federal como locales, que también han desarrollado estándares para el cierre de operaciones en sus respectivos países, donde la minería representa una actividad industrial importante.

Este interés en el cierre de operaciones proviene de la naturaleza global de la industria minera, así como de la llamada licencia social requerida para operar una mina. Las compañías mineras deben mantener una reputación de empresa ambiental y socialmente responsable con el fin de facilitar la obtención de nuevos permisos de explotación, y evitar tener una imagen negativa en las comunidades involucradas en estos nuevos proyectos.

Dentro de esta buena reputación de empresa responsable, la planeación del cierre de operaciones es de vital importancia. Esto se debe a la naturaleza finita de cualquier operación minera, por lo cual se debe demostrar, tanto a las autoridades correspondientes como a las comunidades locales, que la operación minera no afectara de manera irreversible la región donde se ubica. La industria debe demostrar que es responsable por medio de un plan de cierre de operaciones cuidadosamente elaborado desde las etapas tempranas de exploración y explotación.

Lo que ocurre en una mina después del cese de operaciones determinará en gran medida el impacto ambiental a largo plazo, así como su contribución al desarrollo social, económico e institucional de la región.

International Council on Mining and Metals (ICMM)

El ICMM es una organización que incluye a muchas de las empresas mineras líderes en el mundo, así como organizaciones mineras regionales y nacionales. Los miembros de este consejo están comprometidos a realizar una explotación responsable de los minerales y metales que la sociedad requiere.

El ICMM busca desempeñar un papel preponderante en la industria promoviendo buenas prácticas operativas y mejorando el desempeño internacional de las empresas. La visión del consejo es tener una industria minera respetada por la sociedad y, además, reconocida como un contribuyente clave en el desarrollo sustentable.

Para formar parte del ICMM una empresa debe construir una imagen que de confianza a las autoridades y las comunidades manteniendo un historial de buen desempeño, incluyendo un enfoque claro para reportar públicamente sus actividades. El ICMM está formado por 19 de las compañías mineras más importantes del mundo, además de 30 asociaciones. Entre las compañías pertenecientes al ICMM se encuentran Goldcorp, Río Tinto, BHP Billiton, Barrick, Newmont y Freeport McMoran entre otras. La Cámara Minera de México se encuentra entre las asociaciones que son miembros del

ICMM. Todos los miembros del consejo se han comprometido a implementar las guías para el desarrollo sustentable desarrolladas por el ICMM.

Específicamente para el cierre de operaciones mineras, el ICMM ha publicado una serie de estándares incluidos en el documento denominado "*Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit*". Este documento presenta un enfoque integrado y disciplinado para el proceso de planeación de cierre de operaciones. El objetivo perseguido es incrementar la uniformidad de las mejores prácticas de cierre en el sector minero. Estas guías están diseñadas para que sean aplicables tanto a compañías grandes como a compañías pequeñas.

El documento del ICMM incluye guías tanto como para el diseño conceptual como para el diseño detallado de un plan de cierre. Estas guías incluyen la recolección de información, el establecimiento de los objetivos de cierre, el monitoreo y la evaluación de las medidas de remediación, el cálculo de costos de cierre, así como la planeación de la etapa de post-cierre.

The Mining Association of Canada (MAC)

La Asociación Minera de Canadá (MAC) reconoce que el acceso a la tierra y la licencia social de una empresa para operar depende de las prácticas ambientales, sociales y económicas responsables.

En 2008, la Junta MAC de Administración adoptó un marco de TSM (*Towards Sustainable Mining*) en Cierre de Minas, que articula los compromisos de los miembros al cierre de la mina responsable. El marco incluye ocho elementos, que van más allá del cumplimiento legal. A través de este marco, los miembros del MAC se han comprometido a trabajar con las comunidades para desarrollar planes de cierre y estrategias para mitigar los impactos socioeconómicos de cierre de la mina. Además, el marco también anima a las empresas para ayudar a las comunidades a desarrollar planes para el desarrollo económico a largo plazo y trabajar con las comunidades de interés para identificar los valores que son importantes para la comunidad e incorporar esos valores en los objetivos de recuperación.

Miembros MAC apoyan el compromiso integral con las comunidades de interés (COI) durante todo el ciclo de vida de la mina, como una piedra angular para la construcción de apoyo de la comunidad a largo plazo para las operaciones mineras. Miembros MAC creen que cuando la minería se lleva a cabo en consulta con los países de origen, las necesidades y prioridades de los actores afectados pueden ser identificadas y tenidas en cuenta.

La gestión de cierre de la mina es una parte integral de las Principales Guías de MAC: *Towards Sustainable Mining* (TSM). Miembros del MAC se comprometen a lo siguiente:

1. Deberán desarrollar y mantener los planes de cierre, incluyendo las actividades requeridas para el post-cierre, para proyectos nuevos y existentes de acuerdo con lo siguiente:

    - Los planes (incluyendo las estimaciones de costos y línea de tiempo) deberán iniciar durante la fase de diseño de nuevos proyectos y deberán actualizarse regularmente a través del ciclo de vida de la mina.

- La planeación del cierre deberá ser al nivel de detalle apropiado a la etapa de desarrollo del proyecto y el nivel actual de comprensión de las condiciones del lugar.

2. A través de la consulta con las comunidades de interés (COI), los miembros del MAC deberán:

   - Identificar valores que son importantes para las COI y desarrollar los objetivos de recuperación que incorporan esos valores.
   - Evaluar una variedad de posibles usos de la tierra final que atiendan las necesidades de los usuarios.
   - Establecer, financiar y ejecutar planes integrales de cierre que, practicables donde quiera, minas de retorno para ecosistemas viables y diversos que sirvan a las necesidades de uso post-minería, reconociendo que la minería puede paisajes permanentemente.

3. Los miembros deberán trabajar con las comunidades para desarrollar el plan de cierre y las estrategias para mitigar los impactos socioeconómicos del cierre de mina y para ayudarles a desarrollar planes para el desarrollo económico a largo plazo.

4. Los miembros deberán establecer garantías financieras para el cierre de conformidad con las leyes aplicables. En ausencia de dichas leyes, la garantía financiera podrá ser proporcionada por bonos, cartas de crédito u otros instrumentos financieros, o por un auto-seguro o auto-garantía.

5. Los planes de cierre deberán considerar escenarios de cierre temporal de las operaciones que se espera se reabran en un futuro. Tales escenarios deberán incluir el mantenimiento y los programas de vigilancia para la protección de la salud, la seguridad y el medio ambiente al igual que la preservación de toda la infraestructura necesaria

6. Las empresas miembros están comprometidas con la mejora continua en sus planes de cierre, incluyendo revisiones periódicas y actualizaciones, teniendo en cuenta nuevas tecnologías y técnicas de cierre.

7. Los miembros están comprometidos con una cultura de investigación e innovación basada en la identificación de riesgos para mejorar el cierre y las tecnologías de monitoreo.

8. Los programas de monitoreo, consistentes con los objetivos del Plan de Cierre y basados en la evaluación de la salud humana y los riesgos ecológicos, deberán ser implementados durante la recuperación progresiva, cierre y/o post-cierre para proporcionar una información comprensiva sobre los progresos de recuperación y éxitos.

Banco Mundial e International Finance Corporation (IFC)

Para el Banco Mundial, el cierre de minas es un tema de vital importancia, al igual que para muchos gobiernos y para la industria minera. Esto se debe a que cuando una mina cesa operaciones pueden generarse impactos serios para la comunidad local. En muchos casos la mina ha desempeñado un papel económico muy importante en la región al proporcionar un ingreso fiscal substancial y servicios a la comunidad. El cierre de operaciones despierta preocupaciones acerca del

manejo ambiental del sitio, desempleo y la continuación de los servicios sociales, tales como agua, electricidad y salud.

El Banco Mundial ha desempeñado un papel activo en el cierre de minas a través de la restructuración de las operaciones carboníferas en la desaparecida Unión Soviética y Europa Central y del Este; y hoy en día el Banco Mundial, a través de la "International Finance Corporation" (IFC), requiere que todos los proyectos mineros que son financiados por él cuenten con un plan de cierre de operaciones.

Las guías de la IFC establecen que:

Las actividades de cierre y post-cierre deben ser consideradas desde las etapas de planeación y diseño. Se debe preparar un Plan de Cierre y Rehabilitación de Mina (PCRM), considerado en este plan como "Restitución y Cierre", en forma preliminar antes del inicio de la producción, identificando claramente las fuentes de financiamiento para implementar el plan de cierre. Para minas con una vida corta se debe preparar un PCRM detallado antes del inicio de operaciones. Un plan de cierre que incorpore tanto la rehabilitación física como las consideraciones socioeconómicas, debe ser un componente integral del ciclo de vida del proyecto y debe ser diseñado de tal manera que:

- La salud pública y la seguridad en el futuro no estén comprometidas
- El uso posterior del sitio sea benéfico y sostenible a largo plazo para las comunidades afectadas
- Los impactos socioeconómicos adversos sean minimizados y los beneficios socioeconómicos sean maximizados

El PCRM debe considerar el uso futuro del suelo. Este uso debe ser determinado tomando en cuenta las dependencias gubernamentales correspondientes, las comunidades locales, los usuarios tradicionales del terreno, los propietarios colindantes, la sociedad civil y otras partes involucradas. El PCRM debe ser previamente aprobado por las autoridades nacionales y, además, ser el resultado de un proceso de consulta y diálogo con las comunidades locales y sus autoridades.

El plan de cierre es conveniente que sea actualizado regularmente y refinado para reflejar los cambios ocurridos en el desarrollo de la mina y la planeación de la operación, así como en las condiciones y circunstancias ambientales y sociales. Un registro de los trabajos mineros debe también ser mantenido como parte del plan de post-cierre.

Los planes de cierre y post-cierre deben incluir un mantenimiento apropiado y un monitoreo continuo del sitio, especialmente de emisiones de contaminantes e impactos potenciales relacionados. La duración del monitoreo en la etapa de post-cierre debe ser definido con base en el riesgo. Sin embargo, típicamente se requiere de un período de cinco años o más después de concluir el cierre.

La finalización del PCRM es específica para cada sitio y depende de muchos factores, tales como la vida potencial de la mina. Sin embargo, todas las operaciones deben iniciar algún tipo de rehabilitación progresiva durante la etapa de operación. Ya que los planes pueden ser modificados

durante las etapas de construcción y operación, el plan de cierre debe incluir contingencias en el caso de una suspensión temporal de actividades y de un cierre total anticipado. En estos casos se debe cumplir con los objetivos para preservar la factibilidad financiera, así como la integridad física, química y ecológica.

7.0 Estabilidad del sitio

El control y mitigación de los impactos negativos de las actividades (explotación y beneficio) de mina Valenciana derivan directamente de la administración ambiental, control, planeación, diseño y mantenimiento constante del sitio. Sin embargo, aún y cuando se ejecute la actividad minera dentro de un esquema de cumplimiento a regulaciones, normatividad y política corporativa, al final de la vida útil de la operación, se encuentran obras e infraestructura con potencial de generar impactos negativos a largo plazo y que puedan ocasionar un desequilibrio al entorno.

Por esta razón, los objetivos principales del Plan de Restitución, Cierre, y Post-Cierre 2025 para la mina Valenciana, así como los de cualquier plan de cierre para actividades mineras, como se mencionó antes, se proyectan para alcanzar y garantizar a lo largo del tiempo la:

- Estabilidad física.
- Estabilidad química.
- Estabilidad biológica.
- Estabilidad social.
- Eliminación de riesgos a la seguridad y a la salud pública.

El presente capítulo se conforma de estos tópicos, que se describen a continuación.

7.1 Estabilidad física

La estabilidad física debe tomar en cuenta el deterioro natural de los materiales y las estructuras que permanecerán en el sitio después de que las operaciones hayan cesado. En la etapa de cierre cualquier instalación deberá cumplir el propósito para la que fue diseñada. Esto es, no se debe erosionar, deslizar o mover de su ubicación debido a los fenómenos naturales.

El concepto de estabilidad física adquiere un mayor grado de importancia al momento de considerar obras mineras tales como las celdas de los depósitos de jales. Este concepto de estabilidad física, el principal fundamento para la estabilización por medio de control topográfico y conformación de cada una de las celdas de jales en Mina Valenciana, que es soportado por:

- Estabilidad actual para operación segura (mayor grado de saturación hidráulica de jales húmedos) y geometría de taludes para largo plazo con factor de seguridad superior a 1.5.
- Conformación topográfica, para el aseguramiento de una pendiente apropiada que permita la salida de agua (prevención a inundación al interior de los depósitos).
- Aseguramiento de salidas de agua en forma de bajantes pluviales reforzados y equipados con pantallas de concreto reforzado para disipar energía de flujos de agua de temporal, para cada una de las celdas de jales.

7.2 Estabilidad química

La estabilidad química debe asegurar que cualquier componente que sea dejado en el sitio sea químicamente estable. La estabilidad química incluye el drenaje ácido, lixiviados metálicos, precipitación de metales, así como la disposición de los reactivos de procesos y cualquier otro químico que pudiera estar presente en el sitio a rehabilitar. Se debe poner especial atención en la calidad del agua, la cual debe cumplir con los estándares establecidos en la legislación vigente, para la protección de la salud pública.

Es importante que la estabilidad química, en función al tipo de residuo minero (jales clasificados como no peligrosos), se basa principalmente en la contención y cubierta, si presentar proceso de disolución de metales, drenaje ácido u otros procesos dañinos para el entorno (evidenciado por las caracterizaciones anuales de jales y monitoreo periódico de calidad de agua en pozos de monitoreo aguas abajo y aguas arriba de los depósitos).

7.3 Estabilidad biológica

La estabilidad biológica considera el establecimiento de un ecosistema funcional y auto sostenible a mediano y corto plazo. De forma ideal, el objetivo corresponde al establecimiento de formaciones forestales correspondientes a la zona (matorrales) o establecimiento de parcelas reforestadas que permiten una adecuada sucesión vegetal de forma natural.

En términos simples, se puede considerar como un sitio biológicamente estable cuando los terrenos reforestados pueden proliferar por sí solos, otorgan servicios ambientales, albergan y atraen especies de fauna silvestre y funcionan como hábitat natural y fuente de alimento.

Las perturbaciones biológicas incluyen la disminución de la capacidad de penetración de raíces, la cual debe fomentarse lo más posible, salvo en zonas en que sea indeseable una mayor penetración (zonas inferiores al encapsulamiento de jales). La fauna debe contar con un entorno adecuado para la construcción de nidos y madrigueras, sitios de alimentación y cacería, así como ausencia de acciones que limiten el repoblado de la fauna silvestre, tales como actividad ganadera, cacería y presencia de humanos.

La revegetación debe llevarse a cabo en diferentes temporadas de la vida de la unidad minera, comenzando por aquellas zonas previamente impactadas por actividades agropecuarias y adecuadas para la reubicación de especies rescatadas. Posteriormente, la revegetación será en base a plántulas obtenidas de viveros.

La revegetación paulatina permitirá que la etapa de abandono sea más asimilable e incrementará la eficiencia de las actividades de restitución en la etapa de cierre, es decir, será posible una mejor reintegración de las zonas restauradas al ecosistema correspondiente a la Sierra de Guanajuato.

7.4 Estabilidad social

La estabilidad en materia del entorno social considera la dinámica actual y prevista de uso de suelo, actividades potenciales, impacto social derivado del cierre y abandono, así como la aceptación de los planes de restitución y cierre (tanto oportunidades como restricciones).

La estabilidad social puede ser uno de los objetivos más difíciles de lograr, principalmente cuando se realiza el cierre de operaciones localizadas en áreas remotas, o cuando la comunidad depende en gran medida de la mina para su sostenimiento. Esto lleva a que las oportunidades de diversificación sean limitadas. En estos casos la compañía debe minimizar el conflicto potencial iniciando un proceso de consulta con la comunidad con la participación de los niveles de gobierno correspondientes. El involucramiento de las autoridades gubernamentales debe asegurar a la comunidad que el impacto social se está tomando en cuenta y que alternativas de empleo están siendo evaluadas para diversificar la economía.

Mina Valenciana se encuentra en el distrito minero de Guanajuato en donde se ha explorado y minado desde 1548, actualmente muchas obras de la mina se encuentran dentro de la mancha urbana del municipio de Guanajuato, Gto. La economía del municipio es diversa, por lo que la unidad representa una parte de toda la economía en el municipio. Al momento de cierre es necesario la implementación de procesos consultivos e incluso la valoración de las implicaciones sociables derivadas del cese de operaciones.

Si bien la estabilización social resulta un concepto con amplio rango de variaciones en materia de planeación para cierre, es necesario asegurar una participación y seguimiento acertado del área de relaciones comunitarias para, de forma ideal, lograr:

1) Mayor independencia económica de las comunidades afectadas por el cierre del proyecto por la generación de economías alternas a la minería
2) Entendimiento y aceptación de planes de cierre, con las oportunidades y limitantes inherentes al cese de operaciones

De la misma forma, la efectividad a largo plazo de las acciones de restitución y cierre de zonas afectadas, dependen directamente de la aceptación de los receptores futuros de los terrenos superficiales. Es importante asegurar un balance, en base a procesos de participación comunitaria, entre las zonas de conservación y los usos futuros de la tierra en los cuales, lo futuros usuarios o receptores, tengan la capacidad adecuada para el manejo y mantenimiento de la integridad del sitio.

7.5 Terreros y tepetateras

Los terreros y tepetateras son sitios de deposición de grandes cantidades de roca y sedimentos, que requieren ser eliminados, reutilizados y/o reducidos de tal forma que se faciliten las actividades de estabilización de la manera más eficiente posible. El punto más importante para seguir es el manejo y diseño durante la construcción de los depósitos de roca (actividad dinámica que implica depositar exceso y remover materiales para relleno de mina); es importante no solo por aspectos de seguridad, sino para otorgar la mayor estabilidad posible a largo plazo y mitigar en lo posible la intensidad de maniobras al momento de restitución y cierre de obra.

A lo largo de la vida de mina, se producen diferentes materiales (suelo, calizas, lutitas, óxidos, sulfuros, riolitas, tobas, andesita, arenas, etc.), materiales que pueden ser aprovechados para construcción, relleno de mina y cierre de mina. En la Tabla 7. 1 se enlistan factores a considerar para el aprovechamiento de los distintos materiales.

Tabla 7. 1 Entendimiento de materiales para reducción por aprovechamiento

1	Conocimiento de los materiales	Es necesario contar con un inventario de todos los materiales de mina residuos, recursos, depósitos), el cual debe ser reportado y actualizado en términos de generación, localización y volúmenes/tonelaje
2	Propiedades físicas	El entendimiento y caracterización de las propiedades físicas de los materiales son esenciales para el diseño, manejo y valorización de materiales. Algunos materiales pueden ser muy débiles, otros pueden sufrir licuefacción y fluir, otros son compresibles y sujetos a posible asentamiento. Se deberá evitar, reducir, controlar y/o manejar de forma apropiada los jales: fomentar producción de jales filtrados, en pasta y/o consolidación de materiales para evitar jales “suaves” o de fácil flujo
3	Propiedades geoquímicas	El comportamiento y dinámica (estática y cinética) de los materiales es importante para los diferentes materiales y depósitos de residuos mineros (jales, tepetates). La caracterización y conocimiento de la evolución geoquímica de los depósitos permitirá el apropiado manejo, diseño e ingeniería de cierre: drenaje ácido, drenaje alcalino, metales, sedimentos, peligrosidad. El diseño y ejecución de cierre con base a estudios geoquímicos permitirá un mayor grado de eficiencia, control de costos y reducción de riesgos futuros
4	Bancos de préstamo	Los bancos de préstamo deberán ser seleccionados con base a la caracterización aplicable y conforme a las necesidades de uso (relleno de mina, estabilización de taludes, cubierta de cierre, sellos de mina, etc.), así como e inventario disponible de material (incluyendo materias producidos por la explotación de mina)
5	Suelo	Los suelos son uno de los recursos más limitados y necesario para el cierre, cubiertas, restitución de mina. Los suelos deberán ser caracterizados, rescatados, resguardados para su futuro aprovechamiento en cierre de obras mineras. En necesario contar con un inventario actual de suelo, inventario que debe ser considerado para los diseños e ingeniería de los depósitos de jales y áreas afectadas. Un déficit de suelo para etapa de cierre puede repercutir en apertura de nuevos bancos de préstamo (incremento de afectación) o necesidad de aplicar técnicas de mayor costo/dificultad para cubierta de los depósitos de jales
6	Valoración de materiales	La mina durante su vida genera diferentes tipos de material, los cuales debe ser manejados y utilizados de la forma más apropiada según sus características: para construcción, relleno de mina, contrafuertes, cubierta de jales, etc. Se debe evitar el desperdicio de materiales, logrando aprovechar materiales por medio de patio de tiro en los cuales puedan segregarse para facilidad de aprovechamiento

El manejo de las tepetateras deberá de considerar lo siguiente:

- Establecer sitios de tiro o manejo de materiales de forma que se propicie la segregación y aprovechamiento de material durante la operación y almacenamiento temporal para suministro de material de cierre (estabilización, rellenos, cubiertas).
- Planear y seguir diseños con terrazas apropiadas y elevaciones basadas en la naturaleza del material y las condiciones geotécnicas para reducción de huella, minimizar erosión y reducir riesgos de seguridad.
- En caso de detectar materiales con potencial de generación de acidez, se deberán tomar acciones emergentes durante la construcción de las tepetateras, acciones tales como minimizar exposición, mezclar con materiales calcáreos (dacita u otros) y su utilización prioritaria para fines de relleno de mina.
- Detectar cambios geotécnicos en los materiales, especialmente al momento de encontrar cambios significativos en granulometría (fracciones mayores de arcillas pueden reducir la estabilidad).
- La minimización de la percolación es más factible como práctica constructiva que como práctica correctiva (aplicación de arcillas compactadas en estratos y bermas).
- Auditorias periódicas de estabilidad del diseño podrán ser una herramienta útil en la revisión de los avances de las tepetateras.
- Franjas o bermas al pie de la tepetatera pueden instalarse como trampas de sedimentos para evitar incrementar de forma innecesaria la huella de la tepetatera y reducir los esfuerzos al momento de cierre.
- Utilización de tepetateras como bancos de material (práctica utilizada en la actualidad), lo cual podrá evitar abrir nuevas zonas de afectación y contar con material disponible para fines de relleno de mina y banco de material para recubrimiento de presas de jales.

En la mina Valenciana, para fines de diseño de Restitución y Cierre, y por la demanda de material de relleno de mina, no se contempla a los depósitos de roca como estructuras permanentes sino como materiales de proceso de explotación, salvo el terraplén ubicado cerca de mina de Rayas, el cual requerirá una estabilización de cierre. En la Figura 7. 1 se observa la localización de la tepetateras y terraplenes actualmente en la mina Valenciana así como las posibles maniobras en la etapa de cierre.

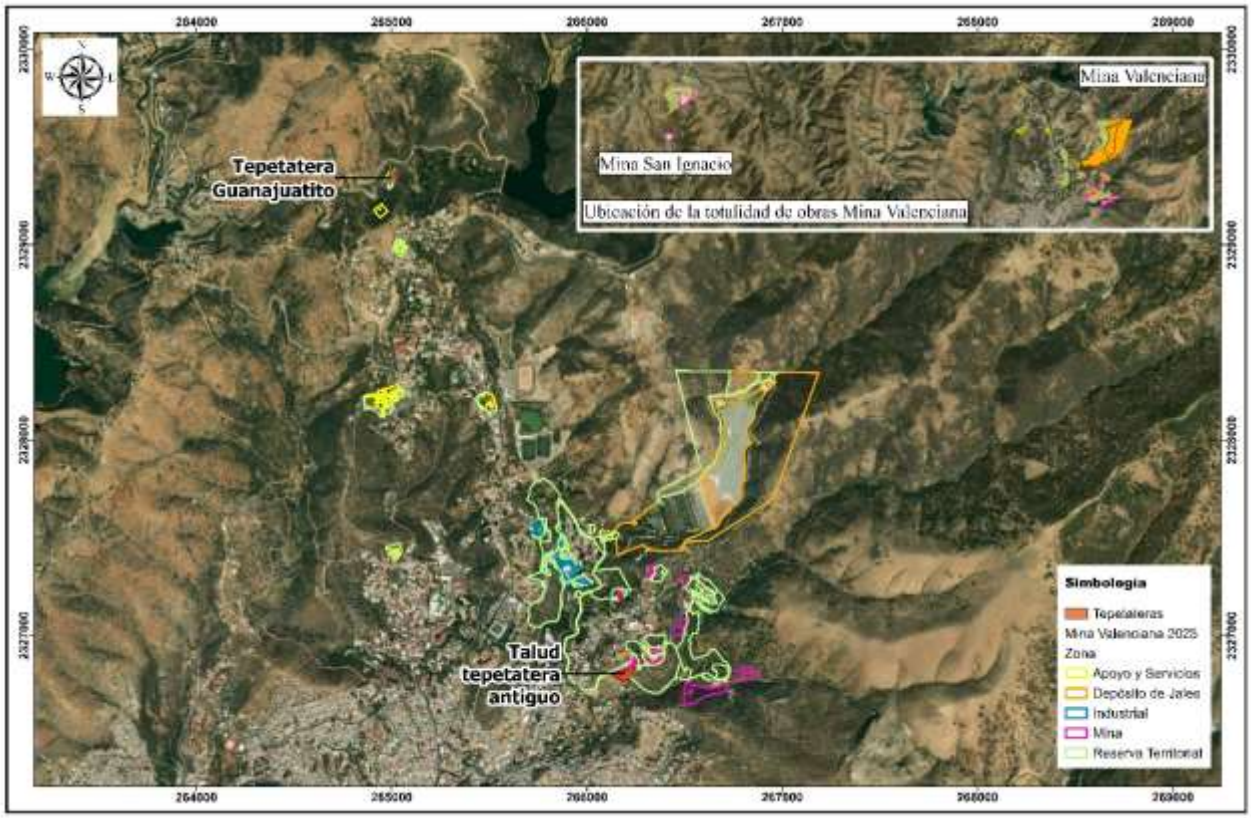


Figura 7. 1 Ubicación de tepetateras y terraplenes en mina Valenciana

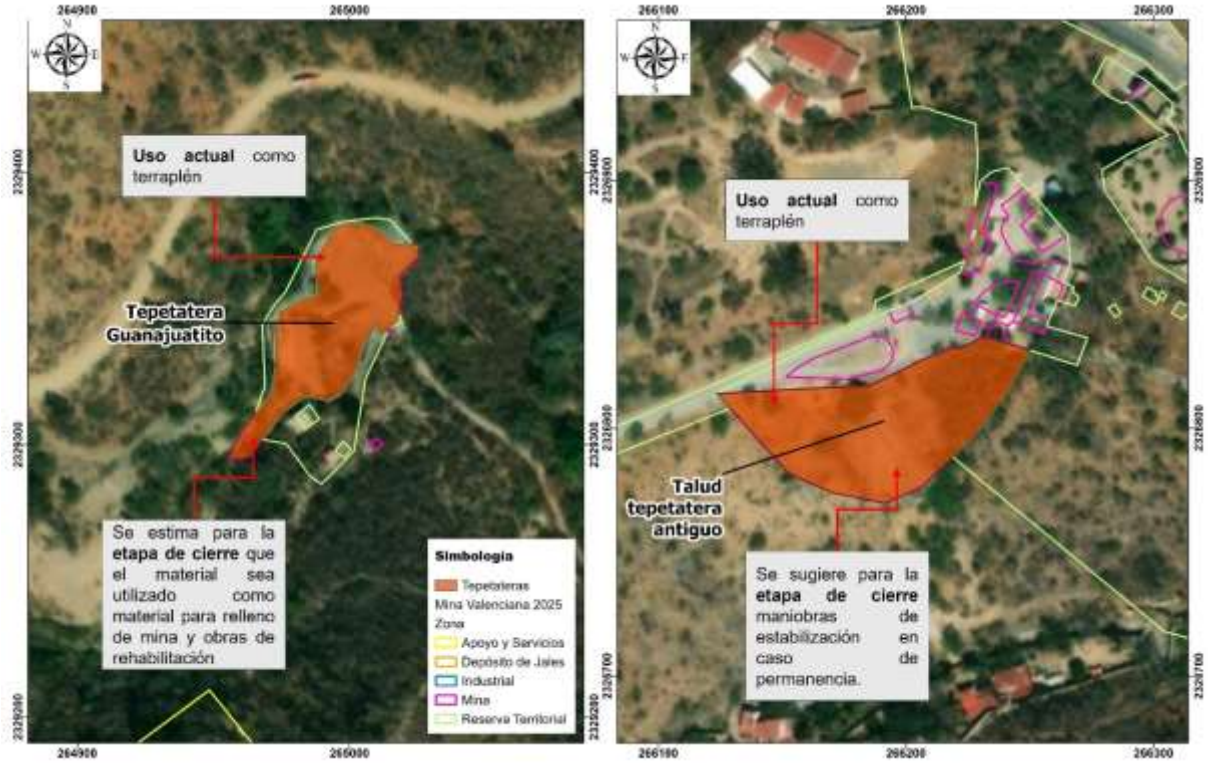


Figura 7. 2 Localización de terraplén Gunajuatito y terraplén Rayas

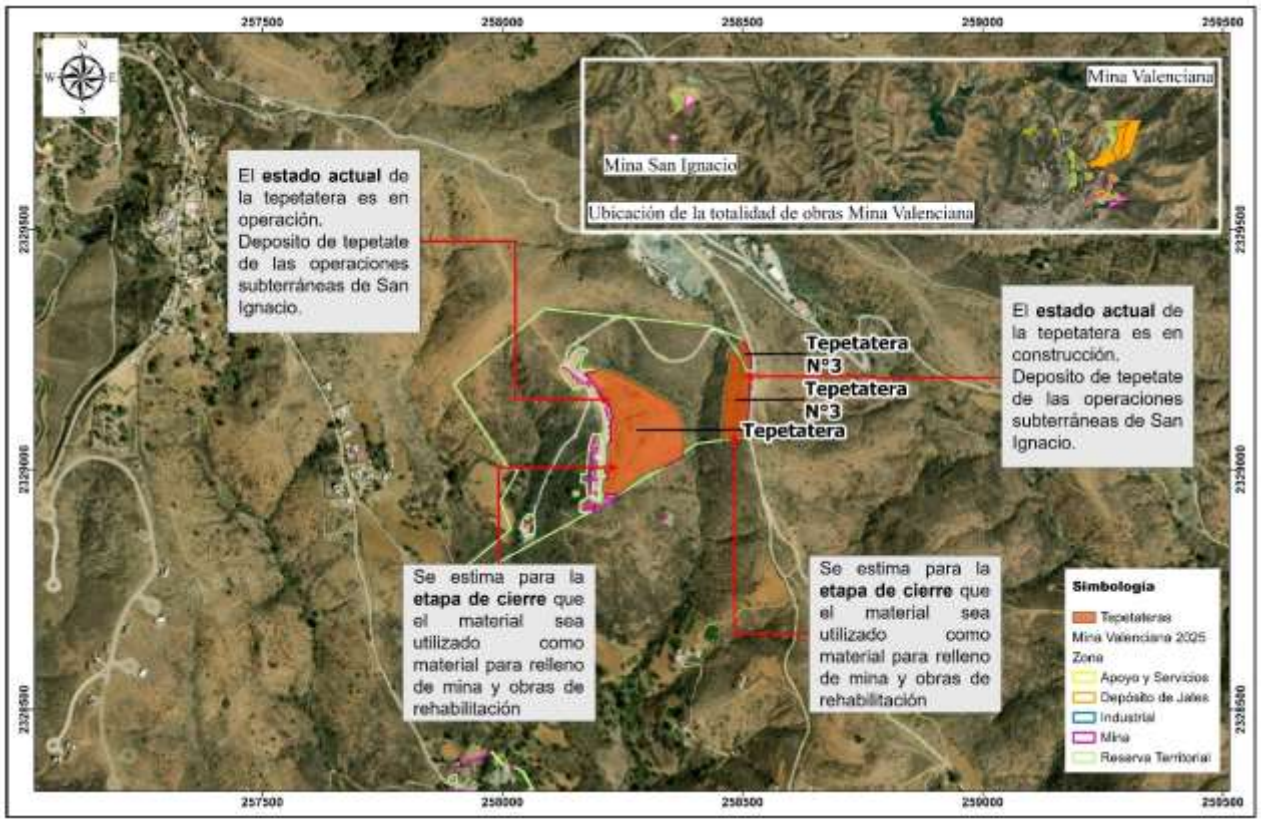


Figura 7. 3 Tepetateras mina San Ignacio

Se anticipa en la etapa de cierre los siguientes puntos:

- Tepetate para utilizar para relleno de mina en operación y como relleno de accesos a mina (rampas, tiros, contrapozos) en etapa de cierre.
- Tepetate excedente al finalizar la operación y en caso de que exista (inventario limitado) será utilizado como material constructivo para estabilizar y cubrir depósitos de jales.
- Se estima que los depósitos de tepetate, para fines de restitución se han utilizados como material de relleno y en maniobras de restitución, solo consideran a la huella utilizada para albergar roca y limpieza de sedimentos remanentes como medida de mejoramiento del terreno de forma previa a la instalación de cubiertas vegetales.
- Las tepetateras áreas de manejo de pétreos, se consideran como patios degradados y a ser restituidos a uso de selo forestal en la etapa de cierre.
- Suavizado de pendiente del terraplén de Rayas.

7.6 Presas de Jales

Los trabajos para la preparación del sitio y construcción de la presa Jolula iniciaron en 1992 con la preparación del sitio para el desplante de la cortina o borde de la presa. Estas obras concluyeron y se reportaron ante la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en el 2000 por la Sociedad Cooperativa Minero Metalúrgica “Santa Fe de Guanajuato”. A partir de que

la empresa Minera Mexicana El Rosario, S.A de C.V, en el año 20006, se cuenta con los registros de las cantidades depositadas así como de las obras de mantenimiento y monitoreo.

Actualmente, no se ha realizado el depósito de jal desde enero de 2024. El antecedente de esta decisión proviene de una autorización de ampliación de la presa, la cual fue autorizada mediante el oficio No.GTO. -13.1.1.1/0859/2018 de fecha de noviembre del 2018, la cual indica en su término segundo, que el plazo inicia al día siguiente de la entrega del permiso de CONAGUA, ante SEMARNAT y PROFEPA, permiso que no se ha obtenido, pero continúan los trabajos para llevarlo conforme a lo solicitado.

Se realizan maniobras de mitigación de polvos que consisten en mantener la superficie del bordo siempre húmeda. Resultado de la acción de mantener seis puntas (espigas,) que permiten depositar a todo lo largo del bordo, pero sobre todo mantener una humedad adecuada. Mina Valenciana cuenta con la capacidad para realizar el relleno hidráulico con jal en obras subterráneas basándose en estudios realizados para determinar la posibilidad de generar algún tipo de afectación al ambiente con esta forma de manejo, iniciando con un análisis de vulnerabilidad del acuífero y la elaboración de un modelo conceptual y análisis numéricos.

La Zona de Presas de Jales corresponde a la mayor extensión de obras mineras de la Unidad Valenciana. Contando con un único depósito de jales (Figura 7. 4):

- Jales Jolula, residuos provenientes del beneficio de minerales caracterizados como no peligrosos y sin potencial de generación de drenaje ácido.

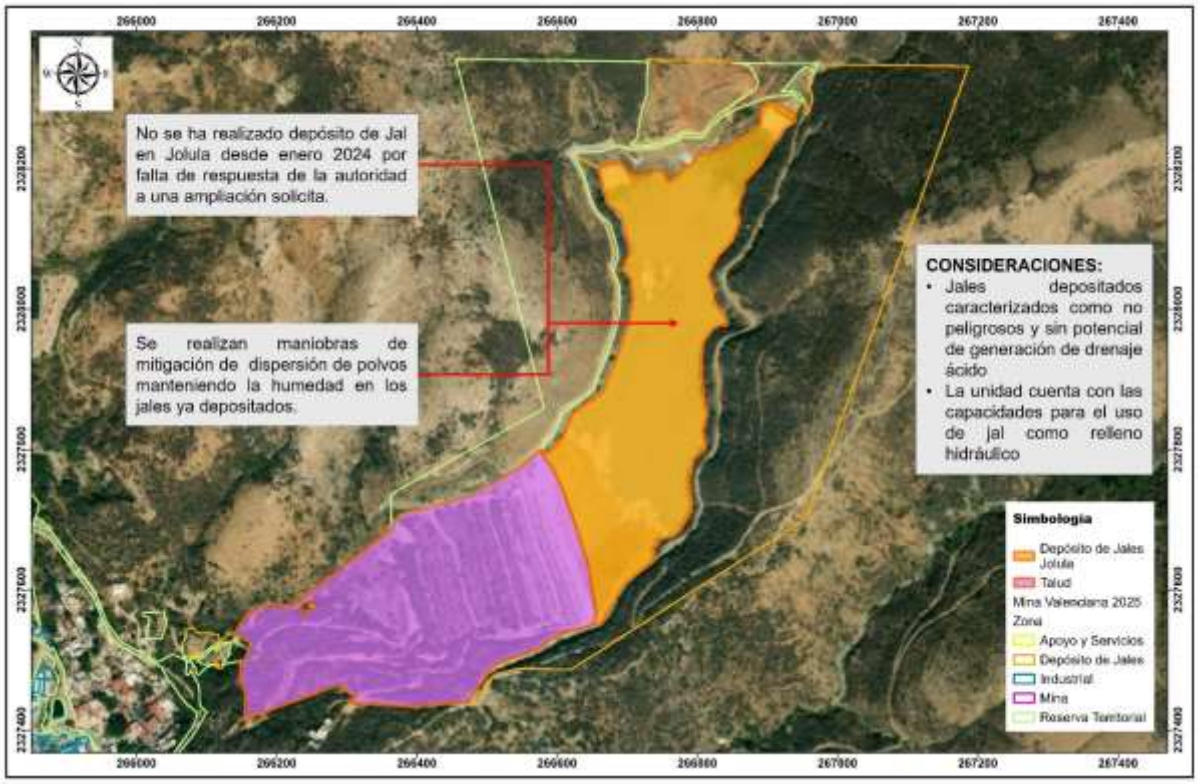


Figura 7. 4 Ubicación y condiciones de los depósitos de jales actuales (2025)

Para fines de cierre, las estrategias de manejo deberán ser reevaluadas de forma periódica, conforme al avance del proyecto con base en las limitantes y naturaleza de los jales a ser generados, incluyendo los crecimientos y ampliaciones proyectadas a corto y mediano plazo.

Los trabajos de preparación del sitio y construcción de la presa de jales Jolula constaron de la excavación de una franja de 20 m de largo por 6.5 m de ancho y 1.5 m de profundidad en el cauce del arroyo, con el fin de retirar material intemperizado y proceder a construir sobre roca sana un diamante sobre el que se debe desplanto el bordo o cortina de la presa, Una vez terminada la excavación se barreno en forma vertical a una profundidad de 1.80 m haciendo una cuadricula con barrenos a cada 0.5 m hasta abarcar una superficie de 17.5 m por 4.5 m.

Se construyeron obras de drenaje como decantadores, los mismos son obras construidas por las laderas de los cerros que forman la cañada con el fin de extraer el agua, una vez que los sólidos que ha transportado, por efecto de su propio peso, se deposita en el fondo. Se cuenta también con obras de desvío de los arroyos Santa Rosa y Mexicanos, en el tramo correspondiente a la presa de jales, para retomar su curso natural después de dicho lugar mediante obras mineras.

El túnel con mayor longitud es del lado de Santa Rosa con dirección principal NE 31° SW, esta estructura tiene una longitud de 1±198.4 m, el desnivel que existe entre la entrada y la salida de 93 m aproximadamente. E l segundo portal de entrada del lado de Los Mexicanos, se conecta al Santa Rosa en el Km 0+349.26 m de este túnel; tiene una dirección principal NW 35°SE y una longitud de 0±251.46 m, el desnivel entre su entrada y la intersección es de 31 m aproximadamente.

Se cuenta con un estudio realizado por GEOINGENIERIA LEÓN S.C. en donde se evalúa la estabilidad del túnel y sus respectivos portales dividiendo cada tramo en zonas de grupo en función del fracturamiento, litología y grado de intemperización. Los resultados del análisis de la geología y la geotecnia del lugar determinaron la necesidad de implementar tratamientos de reforzamiento en el caso de del lado de Santa Rosa en el grupo IV y del túnel de Los Mexicanos en las zonas I y III. Los tratamientos que sugirieron fueron aplicar anclaje de 2.25 m de longitud de diámetro 5/8” además de malla electrosoldada calibre 6 10x10.

Respecto a los bordos la antigua Sociedad Cooperativa Minero Metalúrgica inició la operación de la presa de jales, todos los bordos construidos por ellos fueron hechos con jales y no se tiene la información a de talle de su construcción. A partir del 20006, que Minera Mexicana El Rosario, S.A de C.V. toma posesión de las instalaciones realizó cambios. El bordo numero 8 tiene una terraza muy amplia (35 metros) y su altura es de solo 4 m, el bordo 9 fue construido con jales clasificados y a partir del bordo 10 se usó material de préstamo.

Los bordos conformados por jales fueron cubiertos con material de préstamo para evitar el arrastre del jal y erosión de estos. El diseño del bordo 10 y 11, tiene una relación 4:1, esto es 16 m de ancho del bordo contra 4 m de alto en el margen izquierdo y en el margen derecho una relación 5:1 correspondiente a 20 m de ancho contra 4 m de alto. A partir del bordo 12, el diseño de los bordos se ajustó de acuerdo con la propuesta del estudio geotécnico de estabilidad realizado por el Dr. Raúl Vicente Orozco y Compañía, S.A de C.V. teniendo un talud global de 3.5:1 (H: V), cada bordo con una altura de 4 m de altura, más 2 de material de plataforma sobre el jal.

A la fecha de redacción del PRC 2025 la presa de jales Jolula se encuentra conformada hasta el bordo número 17, alcanzando una elevación promedio a los 2,180.8 msnm. En la Figura 7. 5 se observa el estado actual de cada una de las celdas y el área que abarca cada una de las celdas.

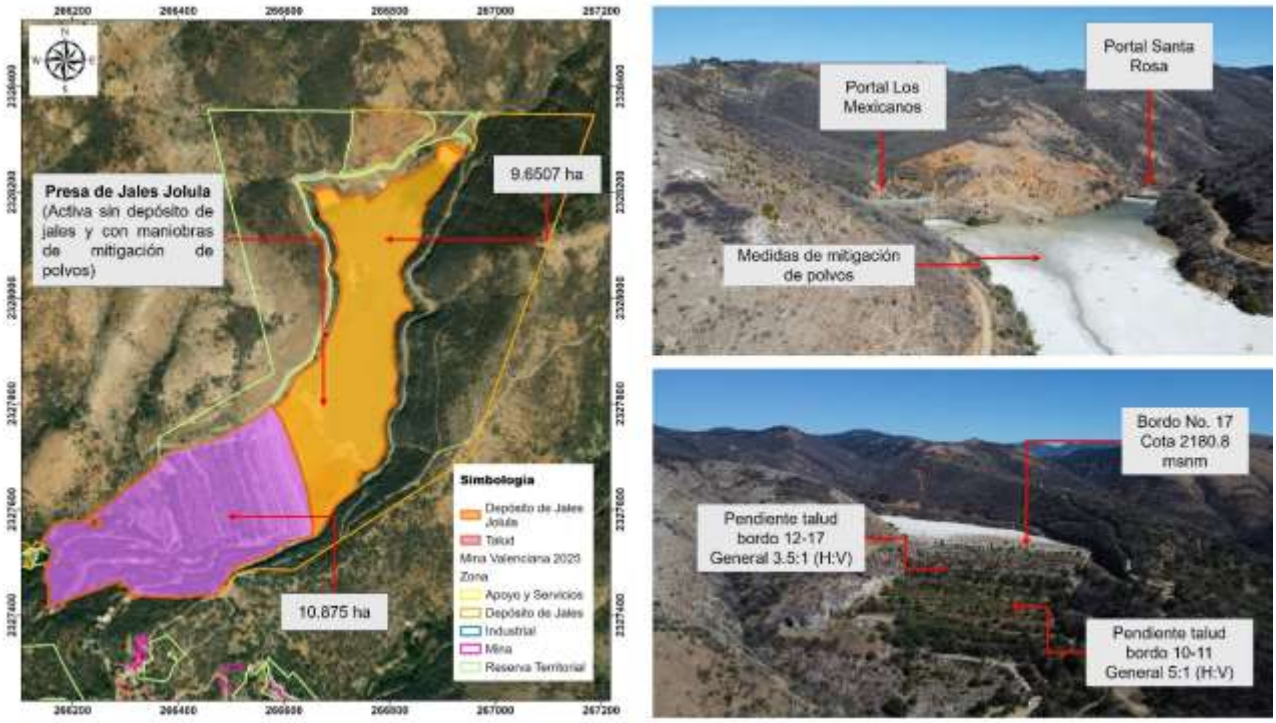


Figura 7. 5 Área y estado actual de depósito de Jales Jolula

La estabilidad a largo plazo de los depósitos de jales, requieren de la apropiada integración de diseño, revisiones, construcción y operación de cada uno de los depósitos de jales:

- Los depósitos y modificaciones en geoformas deberán incluir criterios de facilidad (eficiencia, tiempo, costo) de estabilización y cierre, donde se integran las mejores prácticas, control de fuente de contaminantes, procurar la consolidación de jales, asegurar estabilidad de taludes y depósitos, estabilidad de mina y ausencia de riesgos a la comunidad.

- Las revisiones periódicas y maduración de planes de cierre permiten la incorporación de diseños e ingeniería de cierre, incluyendo la actualización de estimaciones de inversión para cierre.

El diseño, operación e ingeniería de cierre deberán ser encaminados para fomentar la geoforma mayor estabilidad posible (consolidación de jale) y facilidad de restitución a uso de suelo forestal y con el menor mantenimiento posible a largo plazo.

En la Tabla 7. 2 se enlistan variables a considerar al momento de diseñar o implementar maniobras de estabilización en el cierre de las presas de jales.

Tabla 7. 2 Variables a considerar para la estabilización de los depósitos de jales

1	Consolidación de jales	Se debe fomentar el drenado y consolidación de los depósitos de jal, fomentando generación de jales gruesos, pastas o incluso, jales filtrados (secos/dry stack). Los jales finos (arcillas y limos) puede sufrir licuefacción en caso de estar en condiciones saturadas
2	Química de poro	El espacio entre partículas jales debe considerarse en función de la geoquímica del agua en este espacio. Las variables químicas (pH, metales, solidos, sales, etc.) deben considerarse para diseño de cierre, tratamiento y monitoreo. El uso de drenes facilita la eliminación de agua de temporal, pero su calidad debe integrarse en diseño final de cierre de los depósitos
3	Oxidación de jales	Los jales, incluso aquellos consolidados, secos y filtrados, pueden llegar a oxidarse y generar lixiviación de minerales. La oxidación debe ser prevenida, minimizada o factorizada en tratamiento de efluentes. La mayor eficiencia en cierre se logra por reducción de fuente, reduciendo volúmenes de infiltración y acceso de oxígeno al interior del depósito (diseño de cubierta y encapsulado) y con la verificación de calidad del agua
4	Erosión eólica	Todos los depósitos de jales (consolidados y secos) para fin de operaciones, deben contar con una cubierta de protección para evitar migración de sedimentos a otras zonas (sedimentos mineralizados con potencial de degradar calidad de suelos en terrenos aledaños)
5	Erosión hídrica	Los jales y taludes construidos con jal son altamente erosionables por acción de agua (principal factor de daños en las contenciones) y por lo tanto, deben incorporar en su diseño a la geometría, cubierta protectora, geometría final, nivelación y diseño de manejo pluvial con la apropiada conducción a vasos de control y/o liberación de agua de calidad apropiada
6	Saturación de jales	Los depósitos de jales son susceptibles a saturación hidráulica (humedad por encima de capacidad de campo) y por lo tanto, requieren del diseño e ingeniería de cierre para eliminar riesgo residual (diseño de geoformas para evitar saturación por medio de diseño pluvial y geometría estable)

Algunos de los impactos potenciales de las presas de jales pueden implicar afectaciones al acuitardo del sitio (aguas subterráneas), así como a la calidad del agua superficial por solutos y sedimentos. El control y monitoreo está enfocado, en materia de calidad del agua, hacia la detección de generación de drenaje ácido y lixiviación de metales.

Las presas de jales se consideran como un sitio de disposición final de las colas de proceso, y dada la dificultad de reparación de efectos nocivos, se considerarán las estrategias de manejo más adecuadas tomando en cuenta la topografía del sitio, receptores localizados aguas abajo, naturaleza física de los jales, volumen proyectado, distribución estimada de tamaño de partículas, densidad, contenidos de agua y otros aspectos relacionados.

Las estrategias de manejo recomendadas abarcan:

- Diseño, operación y mantenimiento de las estructuras de acuerdo con las especificaciones constructivas y en base a minimización de riesgos, considerando un alto grado de seguridad operativa y a largo plazo.

- Revisiones, tanto internas como independientes son implementadas durante las etapas de preparación y construcción, así como durante la operación, en especial, en cada elevación de la cortina, enfocándose a la contención de los jales y prevención de liberación de sedimentos.
- La etapa de operación considera la identificación de riesgo potencial a largo plazo y las medidas de eliminación y/o reducción de riesgo residual (contrafuertes, suavizado y nivelación con diseño pluvial).

- El diseño final de cierre debe incluir la mayor reducción posible de volúmenes de agua (precipitación) por medio de control pluvial y salidas de agua, asi como una cubierta que pueda almacenar y liberar humedad (evapotranspiración). El manejo de posibles filtraciones es un parámetro clave en la operación de la presa de jales, para lo cual se tiene contempla el monitoreo de piezómetros en diques y pozos de monitoreo aguas debajo de presa de jales.

- El esquema de manejo de la presa de jales es de “cero descargas” y un balance completo del agua se mantendrá entre operación, presa y agua recuperada, incluyendo el diseño con impermeabilizante natural (terreno de baja permeabilidad y arcillas compactadas) y sellamiento por partículas finas y compactación inherente de la operación de las presas, para minimización de riesgos.

- En la etapa de cierre, se llevará a cabo la conformación del terreno en cada celda para permitir la salida del agua de temporal, sin arrastres de jales, como medida de estabilidad a largo plazo (la saturación hidráulica de jales es uno de los procesos que contribuyen a fallas en depósitos inactivos, especialmente en eventos de tormentas torrenciales).

- Se lleva a cabo un espesamiento de los jales antes de ser enviados a la presa de jales, permitiendo una reducción de la cantidad de agua (de 85%) contenida en los lodos.

- Los minerales explotados de mina corresponden de forma dominante a sulfuros en un sistema vetiforme. Las caracterizaciones de los jales resultantes de proceso, en la actualidad, corresponden a colas de proceso no generadoras de drenaje ácido (alto potencial de neutralización) y material sin características de residuos peligrosos.

8.0 Descripción del Plan de Restitución, Cierre, y Post-Cierre 2025 – Mina Valenciana

El Plan de Restitución, Cierre, y Post-Cierre 2025 de la mina Valenciana, parte en primera instancia de un acercamiento geográfico, este alcance geográfico, abarca la totalidad de la poligonal propuesta para fines de asegurar la totalidad de las obras y zonas establecidas para fines de ordenamiento territorial de cierre, integración al entorno y aplicación de programas de conservación y protección del espacio en el cual se localizan las áreas en proceso de recuperación:

La elaboración y futuras actualizaciones del presente plan, se considera como un componente de vital importancia tanto para la industria minera como para las comunidades aledañas a la operación.

8.1 Metodología de elaboración de la propuesta de restitución y cierre

La metodología aplicada para el diseño del plan de restitución y cierre se basa en el cumplimiento con los objetivos de estabilidad, restauración ecológica, sustentabilidad y viabilidad a largo plazo y la aplicación de estándares internacionales para el cierre de minas.

Los pasos o rubros considerados son:

- Ejecución de estudios de línea base (recopilación y consulta del inventario ambiental).
- Diseño conforme a criterios técnicos, económicos y ambientales.
- Mapeo preliminar, mapeo a detalle y verificación de cada zona y sitio para la ejecución de cuantificaciones de las áreas de afectación (incluyentes o excluyentes para el PRC 2025).
- Caracterización del tipo de obra y sus implicaciones ambientales.
- Integración de estudios, diseños y nuevas ingenierías, ya sea de ampliaciones en proceso, planeadas y en espacial, las ingenierías enfocadas al cierre de los depósitos de jales.
- Eliminación de obras, espacios, terrenos que se consideran apropiados para su exclusión de los alcances de planeación de restitución y cierre (terrenos con obras/infraestructura de utilidad social).
- Agrupamiento de zonas y tipos de actividades requeridas para categorías de infraestructura construida o planeada.
- Identificación y delimitación de superficies adicionales susceptibles de restauración y mejoramiento para la integración del proyecto al entorno, ya sea con fines de conservación o como parte de la zona de transición hacia la mancha urbana de Guanajuato.
- Estimación económica de las áreas de afectación directa y de las zonas adicionales de restauración ecológica, conforme a precios presentados a la operación, contratistas, presupuestos asignados y estadísticas de costos de la zona (Mina Valenciana y Guanajuato) que deberán ser revisados de forma periódica; equipo básico que estará disponible durante las actividades de cierre, costos operativos, personal, estudios, labores de monitoreo y cumplimiento de normatividad aplicable (o estándares internacionales).

En la Figura 8. 1 se muestra de manera gráfica la metodología de elaboración de la propuesta de restauración y cierre a manera de resumen considerando los puntos mencionados.

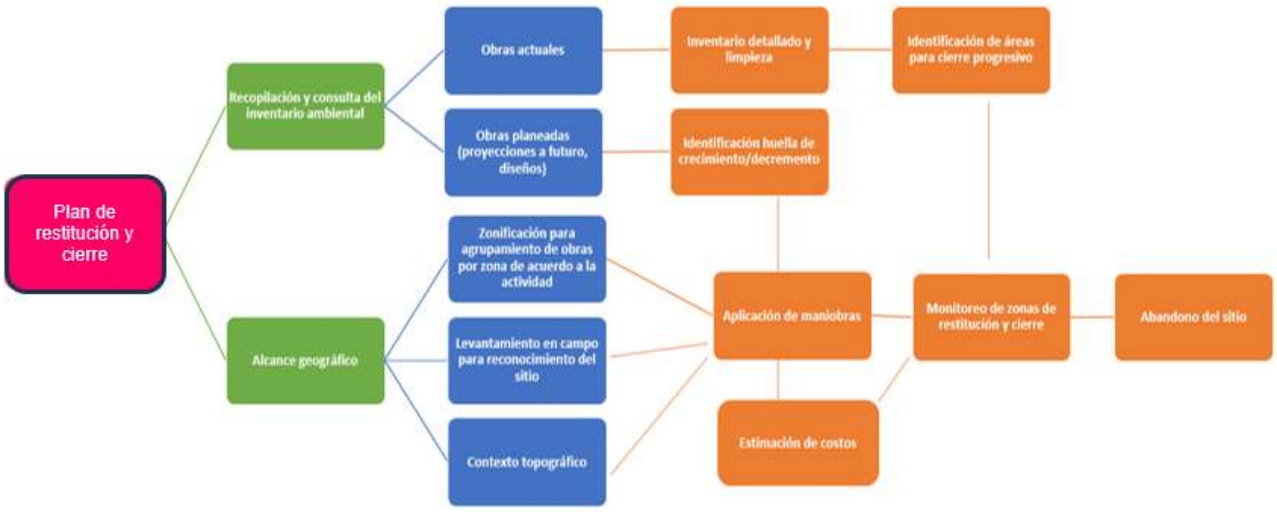


Figura 8. 1 Metodología para la elaboración de la propuesta de restitución y cierre

8.2 Etapas del proyecto y cierre

Las etapas del proyecto dentro del plan de cierre se dividen en tres:

1. Etapa de preparación del sitio (actividades de restauración).
2. Etapa de operación de la unidad minera (cierre progresivo).
3. Etapa de abandono (restitución y cierre).

Las actividades de restauración en la etapa de preparación del sitio comienzan con las prácticas de selección de especies a ser rescatadas, delimitación de áreas degradadas y establecimiento de polígonos de reforestación. Estas medidas se desarrollan en los programas monitoreo y vigilancia ambiental, y deben ser consideradas al momento de desarrollar cualquier actividad.

En la etapa de operación es importante definir el concepto de "Cierre progresivo", el cual incluye la restauración y restitución de áreas/infraestructura/caminos durante la etapa de operación de la mina. Por lo tanto, el crecimiento minero-industrial de la unidad minera debe ir acompañado de la restauración de aquellos espacios que llegan al final de su vida útil, que alcanzan su capacidad de diseño o que han sido degradados y no presentan factibilidad de reutilización para fines productivos de la mina.

El cierre progresivo es una herramienta flexible que permite la incorporación de cambios, modificaciones y posibles expansiones que pudiese sufrir el proyecto durante su ejecución, incluyendo la eliminación de infraestructura obsoleta, acopio y limpieza de materiales y avance de maniobras de restauración en huella minera, huella de terrenos degradados y terrenos aledaños propiedad de Minera Valenciana, implementar actividades de revegetación en zonas degradadas, eliminación de zonas que se encuentran restituidas y la ejecución de cambios y ajustes resultantes

de la incorporación de la opinión de la comunidad durante procesos de participación y toma de decisiones en conjunto respecto a usos de suelo futuros.

En la etapa de abandono, la cual contempla las actividades de restitución y restauración, se deberá realizar un inventario final de equipos, materiales y recursos, considerando los balances de materiales de préstamos, cubiertas. Identificar las obras que puedan conservarse como fuentes de electricidad, abastecimiento de agua, almacenes, etc.). Implementar maniobras para la estabilización física, química y biológica del sitio. Llevar el desmantelamiento de maquinaría y ejecutar el salvamiento de materiales reciclables. Demolición de estructuras de cemento, aplicación de suelo y revegetación, proponer usos de suelo y vegetación que vayan conforme a las necesidades de las comunidades y por último se deberá implementar un monitoreo biológico, químico, y físico de las áreas restituidas y restauradas.

8.3 Consideraciones ambientales para cierre

8.3.1 Cambio Climático

El cambio climático es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que altera la composición global de la atmósfera y a la variabilidad climática que ha sido comparada con otros periodos de tiempo (WWF, 2019).

El cambio climático afecta de manera directa a las poblaciones mundiales ocasionando sequias, inundaciones, cambios repentinos del clima, incendios etc. Estos cambios en los patrones de clima pueden provocar en las compañías mineras lo siguiente:

- Pérdida de ingresos a medida que disminuye la productividad.
- Impactos en el valor de los activos.
- Incremento en costo de las materias primas debido a su posible escaseo (ej. disponibilidad hídrica) o inversión en operaciones no planeadas como medida de adaptación.
- Afectaciones en la infraestructura para exportar o importar materiales.
- Eficiencia en los procesos de producción.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Salud y seguridad.
- Desempeño ambiental y social, ya que hay una afectación directa a las comunidades locales y el entorno ambiental.

El diseñar y desarrollar una metodología integral de riesgos y oportunidades como respuesta ante el cambio climático es importante para fortalecer la rentabilidad financiera, la sostenibilidad ambiental, social y económica.

El ICMM reconoce la importancia de incorporar y contemplar los posibles escenarios futuros ante el cambio climático dentro del plan de cierre con el fin de evitar el fracaso de la estabilización y restitución del sitio, así como pasivos ambientales. Asimismo, se deben considerar el posible aumento de los costos en las diferentes etapas de cierre.

A continuación, se describe el proceso para identificar prioridades físicas que tienen mayor riesgo climático y las medidas a tomar:

1. Definir el alcance.
2. Comprender la situación actual. A nivel distrito Guanajuato (abarcando las diferentes operaciones que se tienen).
3. Explorar los futuros escenarios climáticos.
4. Evaluar los riesgos y oportunidades climáticos.
5. Identificar los riesgos y las opciones de adaptación.
6. Evaluar los riesgos, identificar los beneficios de adaptación, herramientas y metodologías de evaluación.
7. Desarrollar mecanismos de adaptación.

El PDUOET realizó un diagnóstico sobre vulnerabilidad al cambio climático en el estado de Guanajuato con escenarios al año 2030 con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad y el riesgo actual y futuro al cambio climático y proponer medidas de adaptación de los diferentes sectores y regiones prioritarias en el estado. Esto se puede observar en la Figura 8. 2.

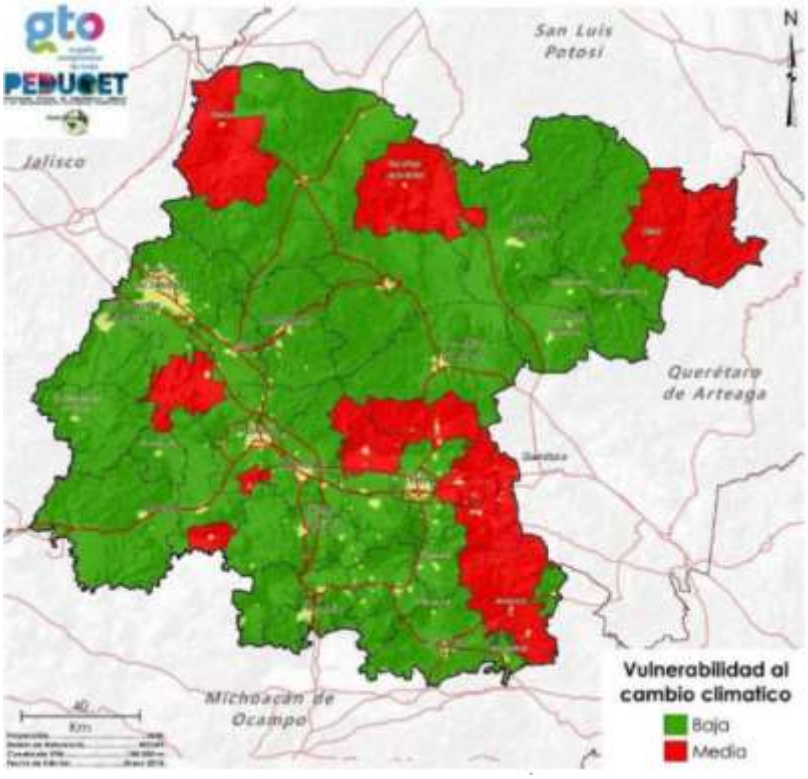


Figura 8. 2 Escenario de vulnerabilidad ante el cambio climático en el estado de Guanajuato

El escenario general de vulnerabilidad en el estado de Guanajuato donde el proyecto se encuentra tiene un rango de "baja", sin embargo, hay una condición alta de presión hídrica, así como un incremento en la demanda de agua potable y en el incremento del agua superficial y subterránea para fines agrícolas, por lo tanto, es importante que se contemplen medidas que ayuden a disminuir

los posibles impactos del cambio climático. En el capítulo 12 se aborda este tema con escenarios futuros en el área del proyecto.

8.3.2 Riesgos Geológicos

Sismicidad

De acuerdo con el documento "Clasificación de municipios de la República mexicana de acuerdo con la Regionalización Sísmica" elaborado por la Coordinación de Investigación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en el 2000, que a su vez toma como base la Regionalización Sísmica de la República Mexicana publicada en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, capítulo de Diseño por Sismo (1993). El Municipio de Guanajuato se localizan en la Zona B, donde los sismos son de menor frecuencia, la aceleración del terreno es menor al 70% de gravedad como se muestra en la Figura 8. 3.

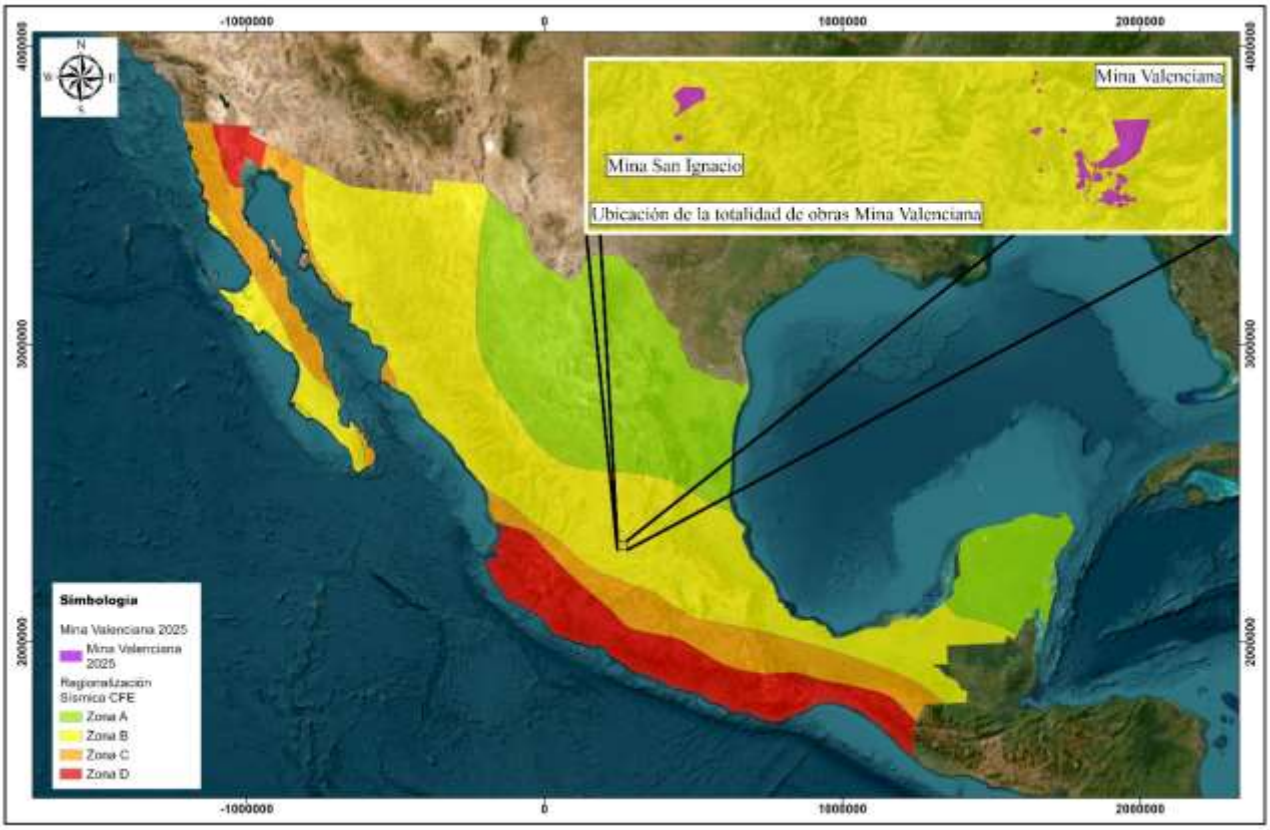


Figura 8. 3 Sismicidad en el municipio de Guanajuato

Deslizamientos y hundimientos

La zona de Mina El Cubo se encuentra dentro de la Sierra de Guanajuato, caracterizada por una variabilidad en su topografía. De acuerdo con el mapa nacional de susceptibilidad por inestabilidad de laderas de CENAPRED (2020), la mina se encuentra en una zona con una

susceptibilidad de media a alta. En la Figura 8. 4, se observa la huella de la mina y su zonificación respecto al mapa de susceptibilidad.

En la etapa de cierre es necesario contemplar estas condiciones para que los diseños e ingenierías de las obras que permanecerán no representen peligro alguno y que no se vea comprometida su estabilidad física.

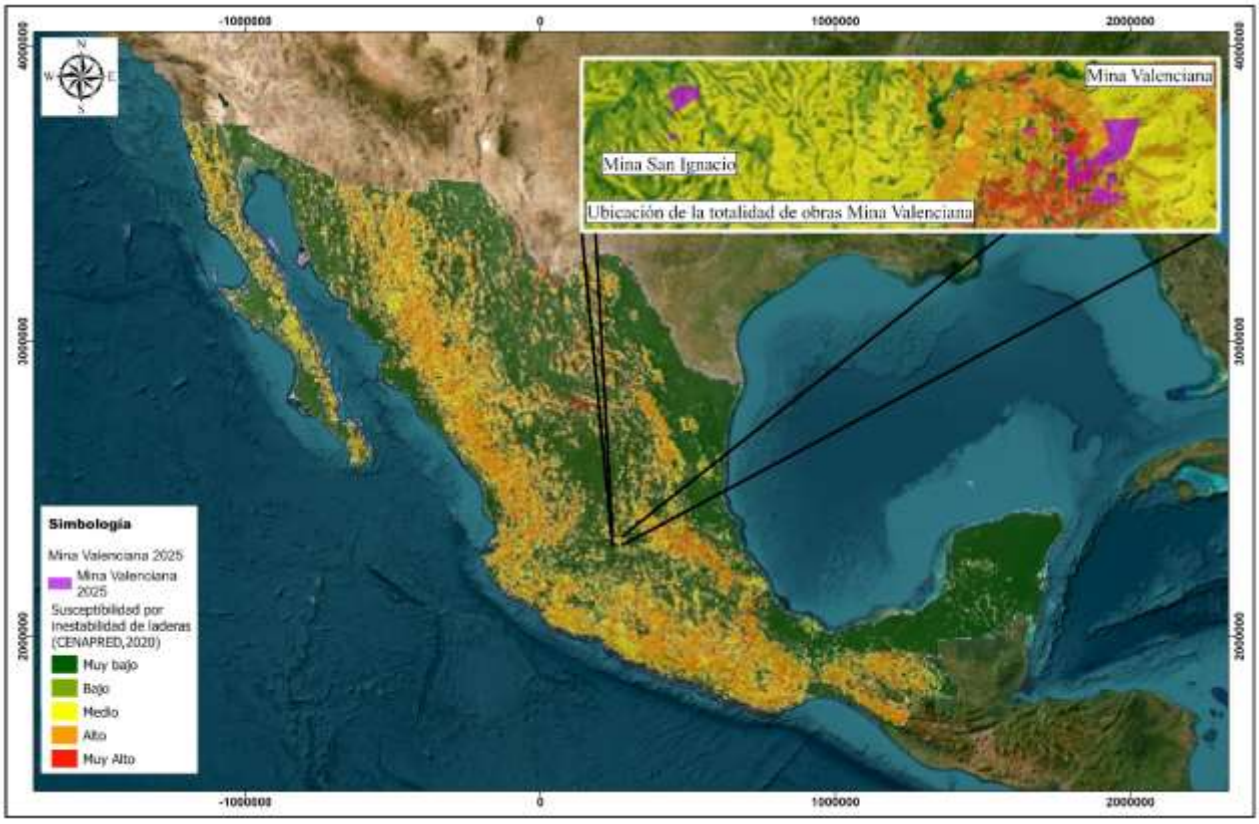


Figura 8. 4 Zonas susceptibles a inestabilidad de laderas en Mina El Cubo

Actividad volcánica

La zona de la Mina Valenciana no presenta actividad volcánica.

8.3.3 Riesgos Hidrometeorológicos

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, Mina Valenciana se encuentra en zona de riesgo de sequía catalogado como “Bajo”. En la categoría de vulnerabilidad de inundación la unidad se encuentra en un rango de “Vulnerabilidad Alta” y en una categoría de peligro de inundación “Muy bajo”. De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales de México, los fenómenos de huracanes o ciclones tropicales no son factor de riesgo en el municipio de Guanajuato.

El CENAPRED, define a la vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de

desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población". Conforme a los mapas de riesgos generados por la CENAPRED, a nivel municipal, Guanajuato presentaba en 2020 un grado "Muy bajo" de vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales.

8.4 Criterio de minería sustentable

Uno de los objetivos de Guanajuato Silver Co. Ltd es reducir el impacto ambiental de sus operaciones en todo su ciclo de vida minimizando el uso de recursos no renovables e invirtiendo en la conservación. El cuidado del medio ambiente durante la operación es fundamental para la aceptación social al momento de cierre de un proyecto minero, por lo cual en la mina Valenciana monitorean continuamente el desempeño y respuesta de la administración con respecto a desafíos ambientales que se puedan presentarse.

La filosofía operativa es administrar el riesgo ambiental y mitigar el impacto durante el ciclo de vida de la mina. Los sistemas de administración ambiental de Guanajuato Silver Co. Ltd abarcan desde la fase de exploración, pasando por el desarrollo y operación de la mina, hasta el cierre y restauración. Guanajuato Silver Co. Ltd busca llevar a cabo minería compatible y segura con el medio ambiente al implementar estándares óptimos de salud y seguridad para los empleados y las personas de las comunidades aledañas.

En la mina Valenciana operan de manera ética y legal, con trasparencia y responsabilidad para garantizar la conservación del medio ambiente, asi se minimizan los riesgos ambientales, al garantizar que se cumplan las leyes, estándares y regulaciones aplicables en México y estándares internacionales. En su operación cuentan con autorizaciones emitidas por diferentes autoridades ambientales como:

- Autorizaciones en materia de impacto ambiental
- Autorizaciones para cambios de uso de suelo en terrenos forestales
- Programas de manejo de residuos peligrosos, sólidos urbanos, manejo especial, y mineros.
- Títulos de concesión de ocupación federal
- Licencia Ambiental Única
- Cedula de operación Anual
- Registro Ambiental

8.5 Sitios sujetos a restauración

A partir de la zonificación de la mina Valenciana, se generaron las poligonales de los sitios sujetos a restauración, que, para fines de manejo y descripción de obras, actividades y planeación de restitución y cierre, excluyen a las reservas territoriales y terrenos con utilidad social, quedando de la siguiente forma:

- Zona Mina, la cual abarca accesos a las operaciones subterráneas, contrapozos, patios de maniobras, tepetateras e infraestructura de apoyo abarcando un área de 7.3645 ha.

- Zona Industrial, la cual integra rampas, tiros, patios mineros, patios de contratistas, servicios de mina y planta de beneficio abarcando un área de 2.7952 ha.

- Zona de Depósitos de Jales, la cual integra la presa de jales Jolula, patios de maniobras, banco de material, línea de bombeo y recuperación, abarcando un área de 40.9684 ha.

- Zona de Apoyo y Servicios, la cual comprende obras con interés histórico para la sociedad de Guanajuato como Mina Nopal, Mina Cata Mina Tepeyac, etc, abarcando un área de 3.0222 ha.

Para determinar las necesidades de restauración de las obras de la Mina El Cubo, las obras fueron agrupadas en la siguiente manera:

- (A) Edificaciones menores, involucra las obras con estructuras de materiales simples o de fácil manejo y desmantelamiento como oficinas, talleres, almacenes, bodegas, campamentos, etc.
- (B) Edificaciones mayores: lo conforman las obras con estructuras complejas y que implican un uso de disoluciones y /o sustancias químicas peligrosas como los tanques de almacenamiento de sustancias químicas, planta de flotación, trituración primaria, etc.
- (C) Infraestructura minera y/o servicios: conformado por estructuras como malacates, bocaminas, rampas de acceso a mina, piletas, caminos principales, caminos secundarios, patios de maniobras, etc.
- (D) Obras mineras: este grupo lo conforman las tepetateras, terreros y los depósitos de jales.
- (E) Obras mineras que, por su valor histórico, utilidad hacia la población o por su situación de tenencia no se realizarán obras de restitución, pero se buscara una transición con los grupos de interés.

9.0 Maniobras para cierre de mina

9.1 Acercamiento para cierre de mina

El Plan de Restitución y Cierre 2025 de Mina La Valenciana, parte en primera instancia de un acercamiento geográfico a escala área del proyecto (Figura 9. 1).



Figura 9. 1 Cobertura y huella para preparación del Plan Maestro de Cierre de la Unidad

Este alcance geográfico, abarca la totalidad de la poligonal propuesta para fines de asegurar la totalidad de las obras y zonas establecidas para fines de ordenamiento territorial de cierre, integración al entorno y aplicación de programas de conservación y protección del entorno en el cual se localizan las áreas en proceso de recuperación.

A continuación, se muestra un esquema de cómo es la preparación del plan maestro para el plan de cierre (Tabla 9. 1).

Tabla 9. 1 Construcción de la huella de restitución y cierre de la Mina La Valenciana

Construcción del Plan Maestro y Alcance Geográfico del PRC 2025.	
Actual	**Planeado a futuro**
Topográfico de mina	Tepetatera N°3 En ejecución
Validación en campo de avance de obras (especialmente por crecimiento de presa de jales y tepetateras)	
Imagen actual (noviembre, 2025) para identificación de áreas de ampliación del último año.	
El Plan Maestro de la Mina La Valenciana para el PRC 2025, se construye a partir de las obras reportadas y levantadas en campo, edificaciones mapeadas con imagen satelital de alta resolución actual (noviembre 2025) y huella proyectada para fin de explotación, en terrenos de Mina La Valenciana. Este acercamiento permite abarcar 100% de la huella de ocupación (reportada, actual, y proyectada).	

A continuación, se muestra la zonificación general de la huella en la que se llevará a cabo el Plan de Restitución y Cierre del proyecto Mina La Valenciana (Figura 9. 2).

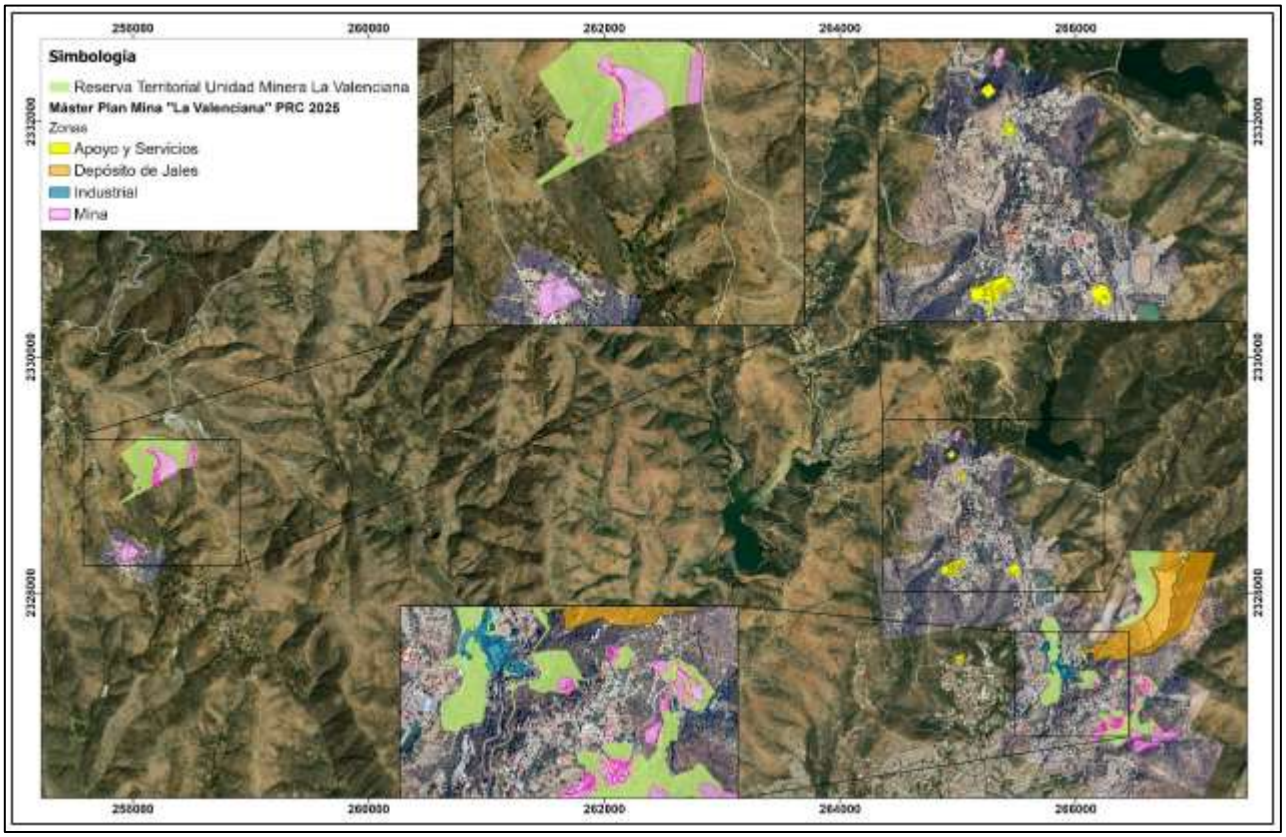


Figura 9. 2 Zonificación general y huella del PRC Mina La Valenciana

9.2 Maniobras de restitución y cierre para la Unidad La Valenciana

Las agrupaciones de obras, áreas, superficies, actividades o huellas se evalúan de forma puntual en base a categorías de actividades o maniobras requeridas para la estabilización, restitución y cierre, quedando englobadas las acciones de la siguiente manera, permitiendo un mejor entendimiento de la actividad global (integración de cada componente) (Tabla 9. 2):

Tabla 9. 2 Descripción de las categorías relacionadas las actividades de restitución y cierre

No. de categoría	Nombre de categoría	Descripción de alcances (representativos)
1	**Desmantelamiento**	• Limpieza del sitio, inventario y clasificación (disposición, reciclado, venta, reutilización • Desmontado de equipos, maquinaría, tuberías, cableado, laminas • Salvamento de equipos, maquinaría, cableado, tuberías
2	**Superestructuras**	• Planeación de desmontaje y valuación para reutilización / subasta de equipo • Desmantelamiento diseñado para facilidad de re-armado *ex situ* (se almacena temporalmente para su recolección)
3	**Demolición**	• Demolición de edificaciones y cimentaciones, acarreo de escombros (empleados como relleno de mina y piletas, los excedentes se disponen como escombro) • Todo material de relleno debe ser verificado y confirmado como material inerte (escombros no impregnados)
4	**Escarificado**	• Rompimiento de capa superior compactada para facilitar maniobras de restitución
5	**Excavaciones y rellenos**	• Relleno de mina con tepetate con potencial de generación de acidez • Relleno de mina con tepetate alcalino y escombros inertes • Relleno de obras correspondientes a piletas (recuperación en presa y contingencia en planta) • Establecimiento de rejas, cercados y señalización alusiva a riesgos (caída de roca, derrumbe, caídas verticales) potenciales (zona de restricción al ingreso)
6	**Encapsulamiento y cubierta**	• El encapsulamiento de presa de jales deberá ser en base a la reducción de permeabilidad de la superficie de jales. Ya sea por jales finos compactados y de baja permeabilidad como por medio de aplicación de arcillas compactadas • Obtención y acarreo de material alcalino, para mantener capacidad de neutralización en estratos superiores de jales. • Acarreo y colocación de una capa de gravas para funcionar como barrera de capilaridad y fomentar crecimiento radicular de forma lateral • Empleo de arcillas compactadas para reducción de infiltraciones, reducción de ingreso de oxígeno y control físico de posibles procesos de drenaje ácido y movilización de metales • Depositado sobre vaso de presa de forma congruente con los planes de paisajismo a desarrollar en etapa de operación, a una pendiente suave menor al 2% y enfocada a la ausencia de procesos erosivos, retención temporal de humedad y establecimiento de una cubierta vegetal autosustentable • Acarreo y deposición de suelos para establecimiento de sustrato de reforestación.
7	**Disposición de soluciones**	• Eliminación de soluciones remanentes por evaporación forzada o Eliminación de soluciones de presa de jales

No. de categoría	Nombre de categoría	Descripción de alcances (representativos)
		○ Eliminación de soluciones de pileta de recuperación ○ Eliminación de soluciones de pileta de contingencias ○ Eliminación de soluciones de descontaminación de tanques
8	**Adición de sustrato**	• La adición de sustrato de suelo orgánico para preparar el terreno con tierra fértil y de esta manera proceder a la reforestación. Se pretende la implementación de los bancos de material (suelo orgánico) con los que cuenta (o contará) la Mina, proveniente de la construcción de obras nuevas o el crecimiento de las existentes.
9	**Reforestación por plantación**	• Establecimiento de cubierta vegetal apropiada para cada zona: ○ Arbolado característico de la región
10	**Estudios especiales recomendados**	• Peritaje de estabilidad de mina y subsidencia • Estudio Ambiental de Sitio, Fase 1, 2 y 3 (Evaluación, Cuantificación y Remediación o saneamiento) • Integración y opinión técnica de geoquímica de residuos mineros para confirmar y/o modificar maniobras requeridas para aseguramiento de estabilidad química • Peritaje de estabilidad de talud de presa de jales • Integración de estudios, sondeos y ejecución de taller de participación con grupos de interés • Actualización de diseño final de presa de jales y evaluación hidrometeorológica • Actualización de Plan de Restitución y Cierre de condición final e integración de resultados de estudios realizados • Estudio de desmantelamiento y avalúo de instalaciones, equipo y materiales • Gestión y tramites de transición de operación a cierre • Estudios adicionales de apoyo / consultas en áreas específicas (otros)
11	**Monitoreo de zonas y obras**	• Establecimiento de sitio y parámetros de monitoreo para calidad de agua • Establecimiento de puntos de monitoreo para estabilidad de terreno • Monitoreo de condiciones fitosanitarias de parcelas de reforestación, áreas de recuperación y plantaciones • Vigilancia de sitio y mantenimiento • Ejecución de estudios y peritajes adicionales para fines de cierre (geotecnia, geoquímica, vida silvestre)
12	**Sello de obras mineras**	• Los sellos corresponden al taponamiento de las rampas, contrapozos y tiros, como medida de seguridad para evitar el riesgo de accidentes.

El esquema general de la aplicación de maniobras de restitución y cierre, para cada una de las zonas, se presenta de forma general en la Figura 9. 3, así como en el Anexo 9.1:

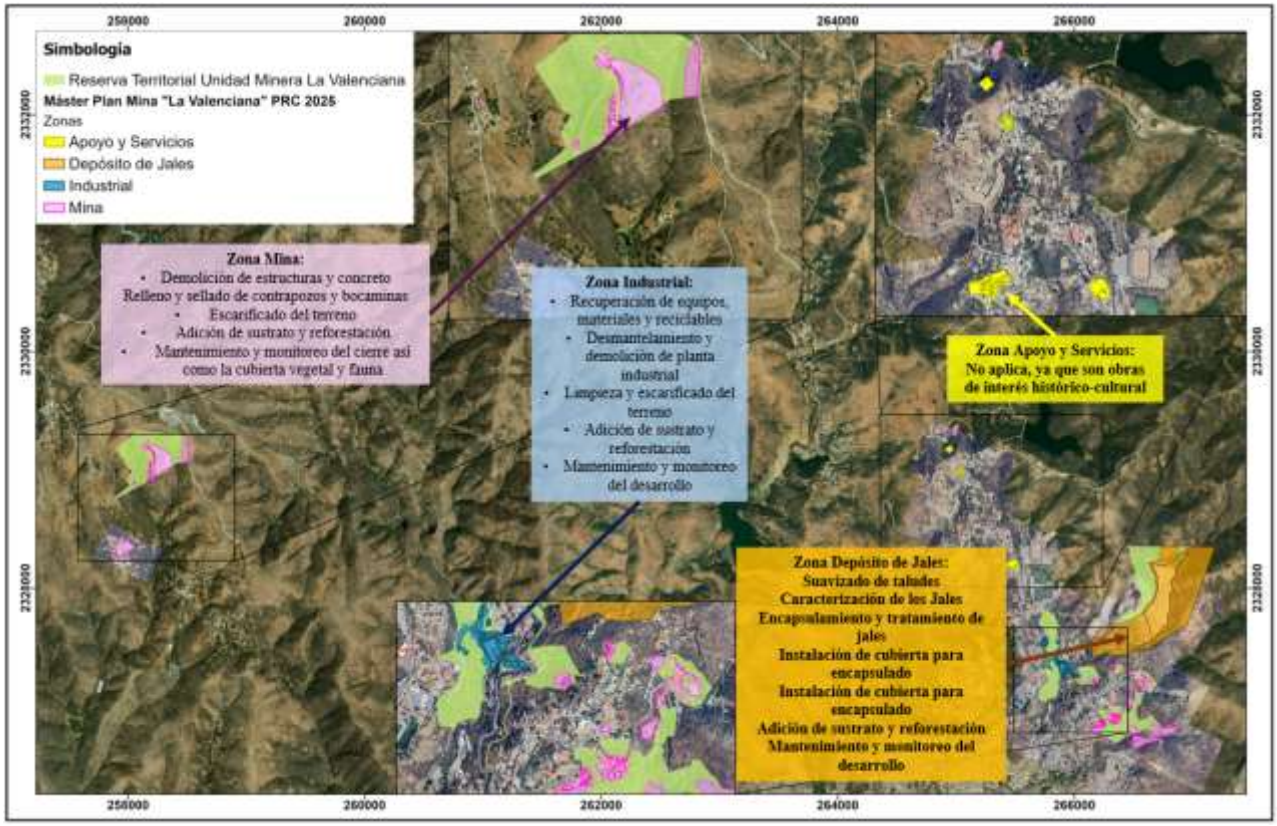


Figura 9. 3 Esquema general de ejecución de maniobras representativas por zona del PRC Unidad Minera La Valenciana 2025

Como se puede observar, todas las maniobras de restitución se encuentran distribuidos dentro de la zonificación realizada para Mina La Valenciana (poligonal de 106.0442 ha) Anexo 9.1, sin embargo, existe una diferencia entre la distribución de las obras y la tenencia de los predios como se muestra en la Figura 9. 4, dicha diferencia resulta en una superficie de aproximadamente 1.1955 ha (Figura 9. 5) que tendrán que ser negociadas durante el periodo de cierre como responsables solidarios para llevar a término las actividades de restitución del sitio.

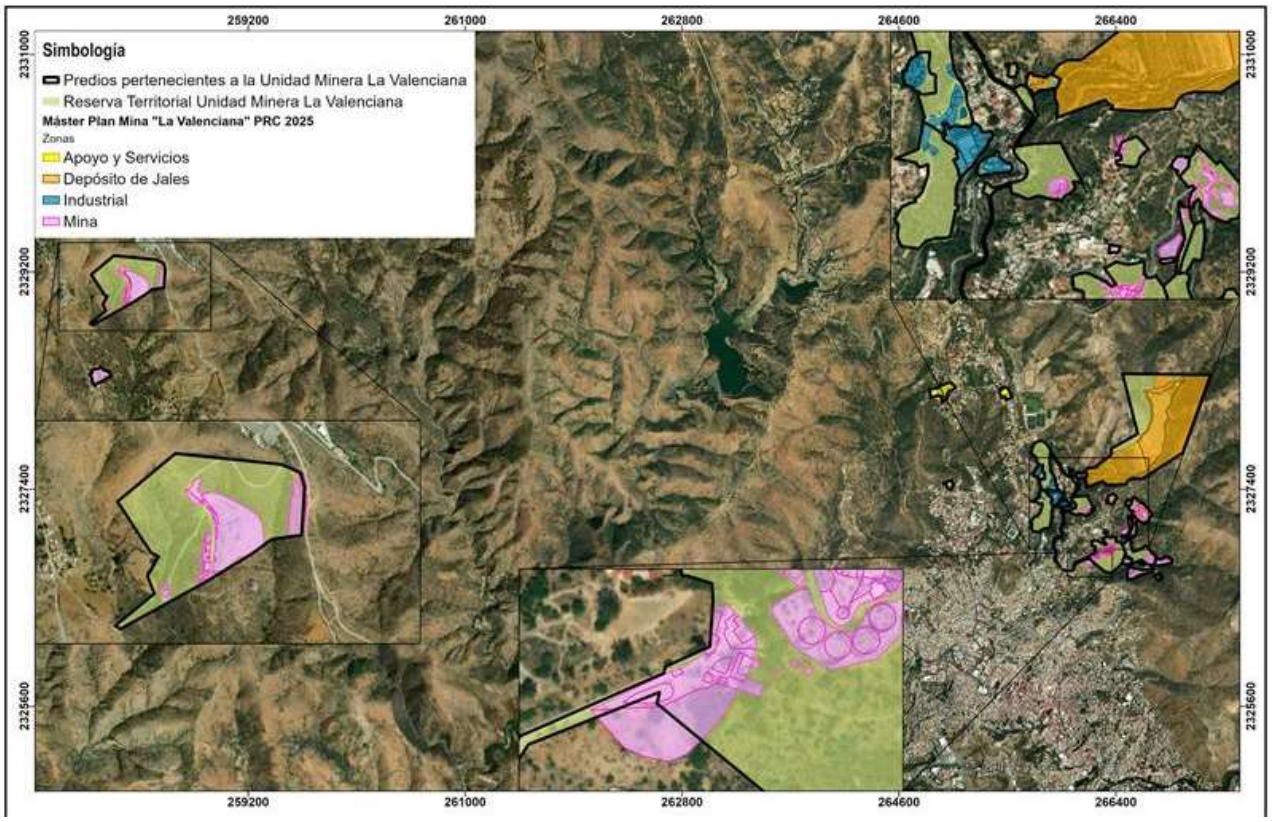


Figura 9. 4. Predios pertenecientes a la Unidad Minera La Valenciana

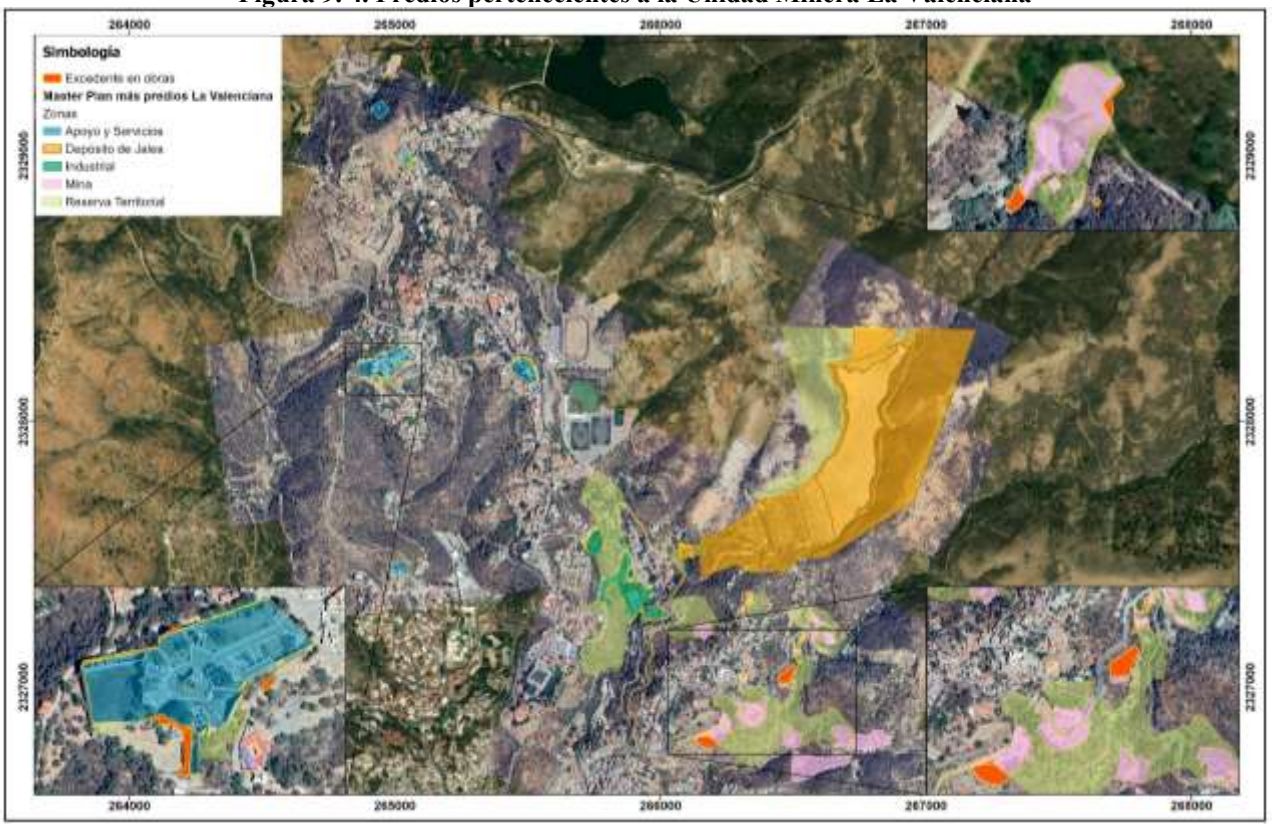


Figura 9. 5. Obras con excedencias fuera de la propiedad de Unidad Minera La Valenciana

A continuación, se describe con esquemáticos las maniobras de cierre que se llevarán a cabo por cada una de las 4 zonas para el Plan de Restitución y Cierre de Unidad La Valenciana.

9.2.4 Zona Apoyo y Servicios

La Zona de Apoyo y Servicios tiene una superficie de total de 3.4766 ha contempla una huella de obras de una superficie de 3.0222 ha. En esta huella se encuentran Ruina de Mina de Cata, Ruinas Mina Tepeyac, Museo de Cata, Ruinas Mina Nopal. Por lo tanto, estas superficies permanecerán a perpetuidad debido a que son de interés histórico-cultural y de gran importancia para la ciudad y estado de Guanajuato. Al ser consideradas activos de importancia estatal, dichas obras se excluyen de las maniobras para cierre y se asignan a la Categoría E (Obras en transición) para su gestión como sitios de interés público. (Anexo 9.2)

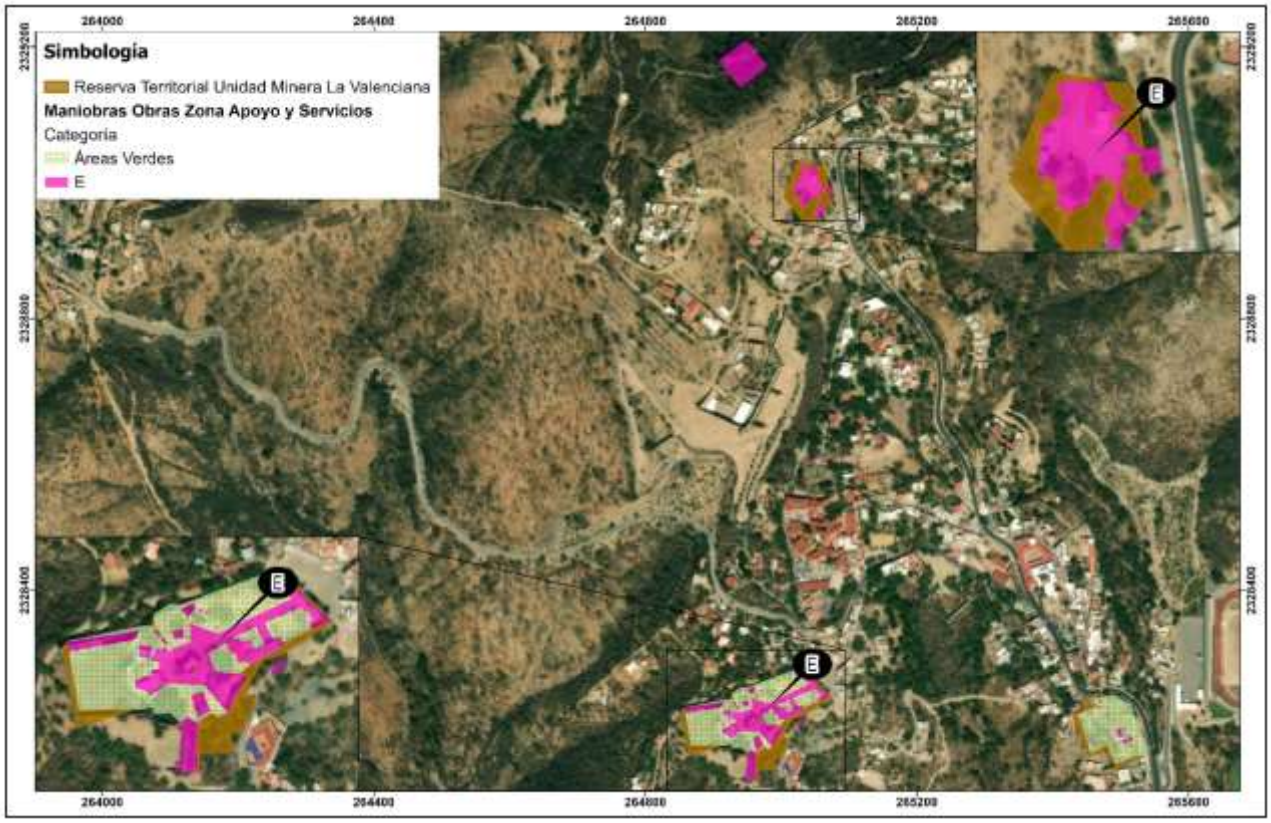


Figura 9. 6 Categorización de Obras Zona Apoyo y Servicios

9.2.2 Zona Mina

La zona Mina tiene una superficie de total de 40.3365 ha contempla una huella de obras de una superficie de 13.0036 ha. Esta huella está Bodegas, generadores de diésel, oficinas, Bocaminas, casetas de vigilancia, etc. La categorización de obras para la restitución y cierre de la zona de Mina se presenta de forma esquemático en la Figura 9. 7 y Anexo 9.3.



Figura 9. 7 Categorización de obras en Zona Mina

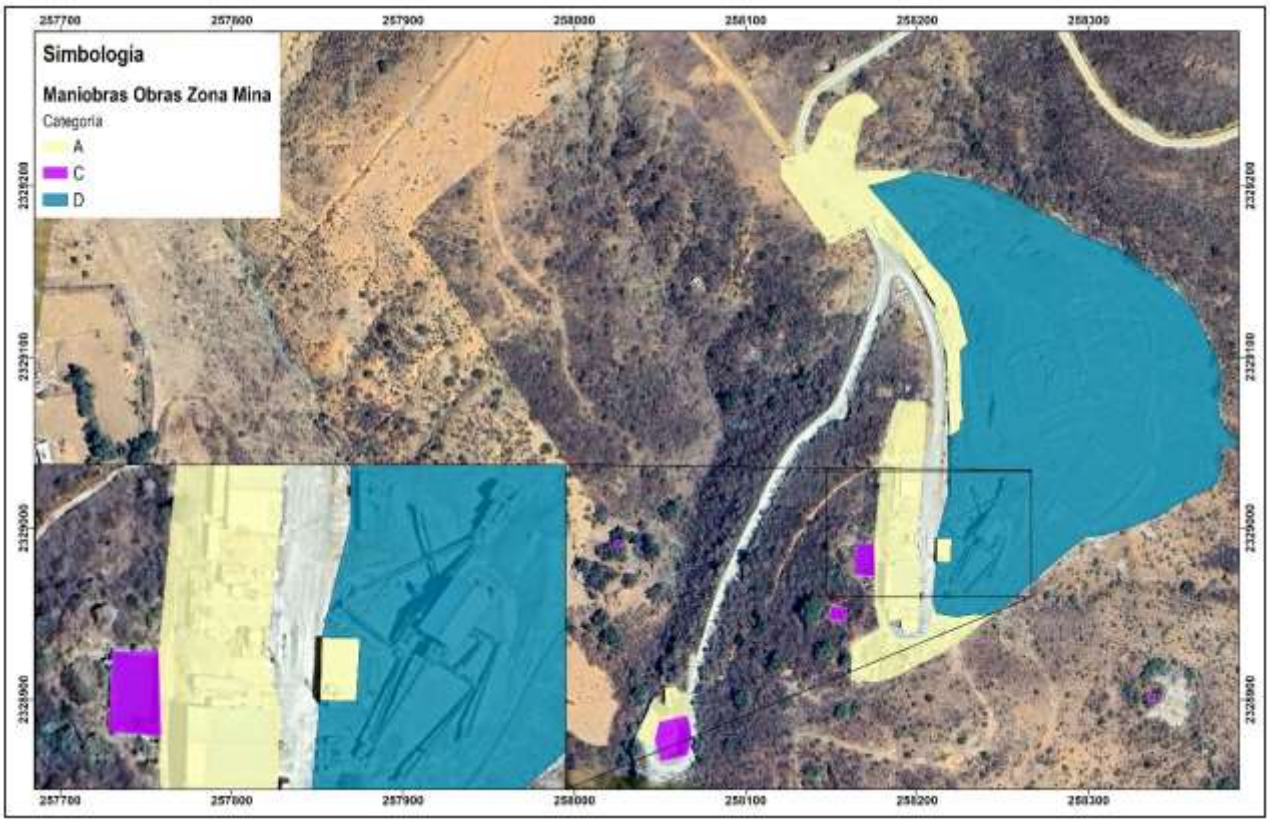


Figura 9. 8 Categorización de obras en Zona Mina (San Ignacio)

Para la Mina se contemplan las siguientes maniobras de cierre para las diferentes obras que la constituyen como se muestran en la Tabla 9. 3 y Anexo 9.3

Tabla 9. 3 Maniobras para la Zona Mina

Zona Mina												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición estructuras y edificaciones**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
1	Tiro Santo Niño	0.0016					0.0016					0.0016
2	Tiro Loreto	0.0016					0.0016					0.0016
3	Tiro San Francisco	0.0016					0.0016					0.0016
4	Tiro La Purisima	0.0016					0.0016					0.0016
5	Tiro El Rosario	0.0016					0.0016					0.0016
6	Tiro Rul	0.0016					0.0016					0.0016
7	Tiro San Pedro	0.0016					0.0016					0.0016

Zona Mina												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición estructuras y edificaciones**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
8	Tiro Mexiamora	0.0016					0.0016					0.0016
9	Tiro Nuevo	0.0016					0.0016					0.0016
10	Tiro San Jose de Gracia	0.0016					0.0016					0.0016
11	Ruinas Mina de Rayas	0.2665	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
12	Ruinas Mina de Rayas	0.0668	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
13	Ruinas Mina de Rayas	0.0233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
14	Ruinas Mina de Rayas	0.0177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
15	Ruinas Mina de Rayas	0.0357	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16	Estacionamiento / Ruinas Mina de Rayas	0.0516	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
17	Patio de maniobras	0.3200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
18	Depósito de chatarra	0.0324			0.0324				0.0324	0.0324	0.0324	0.1296
19	Tiro Promontorio	0.7398					0.7398					0.7398
20	Obras mineras antiguas	1.2030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21	Patio de maniobras	0.8987								0.8987	0.8987	1.7974
22	Bocamina de Mellado	0.1918					0.1918					0.1918
23	Bodega	0.0147				0.0147			0.0147	0.0147	0.0147	0.0588
24	Oficinas	0.0149				0.0149			0.0149	0.0149	0.0149	0.0596
25	Infraestructura	0.0023				0.0023			0.0023	0.0023	0.0023	0.0092
26	Tanque Diesel	0.0094		0.0094	0.0094				0.0094	0.0094	0.0094	0.047
27	Tiro	0.0022					0.0022					0.0022

Zona Mina												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición estructuras y edificaciones**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
28	Tiro Kurtz	0.0005					0.0005					0.0005
29	Tiro Kurtz	0.0015					0.0015					0.0015
30	Tiro Kurtz	0.0013					0.0013					0.0013
31	Infraestructura	0.0124				0.0124			0.0124	0.0124	0.0124	0.0496
32	Infraestructura	0.0090				0.009			0.009	0.009	0.009	0.036
33	Sistema de bombeo antiguo de jales	0.0096	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
34	Pileta de sistema de bombeos de jales antiguos	0.0047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
35	Escuela de Mellado	0.0571	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
36	Tiro	0.0019					0.0019					0.0019
37	Tiro	0.0028					0.0028					0.0028
38	Tiro	0.0026					0.0026					0.0026
39	Mina de Rayas / Ruinas	0.4013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
40	Tiro	0.0015					0.0015					0.0015
41	Tiro	0.0022					0.0022					0.0022
42	Tiro	0.0060					0.006					0.006
43	Tiro San Jose de Mellado	0.0259					0.0259					0.0259
44	Área verde	0.1373	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
45	Ruinas Mina de Rayas	0.0221	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
46	Infraestructura / Ruinas Mina de Rayas	0.0089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
47	Tejaban / Ruinas Mina de Rayas	0.0059	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Zona Mina												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición estructuras y edificaciones**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
48	Infraestructura / Ruinas Mina de Rayas	0.0047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
49	Cuarto de control / Ruinas Mina de Rayas	0.0142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
50	Ruinas Mina de Rayas	0.0193	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
51	Oficinas / Ruinas Mina de Rayas	0.0147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
52	Piletas / Ruinas Mina de Rayas	0.0488	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
53	Tiro con malacate / Ruinas Mina de Rayas	0.0086					0.0086					0.0086
54	Ruinas Mina de Rayas	0.0427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
55	Ruinas Mina de Rayas	0.0427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
56	Ruinas Mina de Rayas	0.0427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
57	Ruinas Mina de Rayas	0.0427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
58	Ruinas Mina de Rayas	0.0210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
59	Ruinas Mina de Rayas	0.0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
60	Ruinas Mina de Rayas	0.0012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
61	Bodegas	0.0121										0
62	Bodegas	0.0129										0
63	Oficinas	0.1022										0

Zona Mina												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición estructuras y edificaciones**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
64	Cuarto de Máquinas	0.0149										0
65	Baños	0.0047										0
66	Pileta 2	0.0013										0
67	Pileta 3	0.0024										0
68	Pileta 4	0.0007										0
69	Pileta 5	0.0030										0
70	Estacionamiento	0.1437										0
71	Infraestructura	0.0043										0
72	Capilla	0.0142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
73	Plancha de concreto	0.0385										0
74	Obras antiguas Predio La Leona	0.3095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
75	Tiro San Miguel / San Francisco Mellado	0.0058					0.0058					0.0058
76	Corral	0.0068		0.0068	0.0068				0.0068	0.0068	0.0068	0.034
77	Pileta 1	0.0208				0.0208			0.0208	0.0208	0.0208	0.0832
78	Tiro	0.0069					0.0069					0.0069
79	Infraestructura	0.0060			0.006				0.006	0.006	0.006	0.024
80	Tanque	0.0014	0.0014		0.0014			0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0084
81	Infraestructura	0.0449				0.0449			0.0449	0.0449	0.0449	0.1796
82	Infraestructura	0.0344				0.0344			0.0344	0.0344	0.0344	0.1376
83	Cuarto de control Osorte	0.0120	0.012	0.012		0.012			0.012	0.012	0.012	0.072
84	Traila 1	0.0097		0.0097								0.0097
85	Traila 3	0.0113		0.0113								0.0113
86	Infraestructura	0.0083				0.0083			0.0083	0.0083	0.0083	0.0332
87	Traila 2	0.0094			0.0094				0.0094	0.0094	0.0094	0.0376
88	Infraestructura	0.0063				0.0063			0.0063	0.0063	0.0063	0.0252
89	Infraestructura	0.0043				0.0043			0.0043	0.0043	0.0043	0.0172
90	Área de rodamiento	0.5928								0.5928	0.5928	1.1856

Zona Mina												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición estructuras y edificaciones**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
91	Almacén de chatarra	0.0861				0.0861			0.0861	0.0861	0.0861	0.3444
92	Tepetatera	3.0071						3.0071	3.0071	3.0071	3.0071	12.0284
93	Bocamina	0.0436					0.0436					0.0436
94	Ex Hacienda San Ignacio	1.4690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
95	Ruinas	0.4564	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
96	Tepetatera N°3	0.9060						0.906	0.906	0.906	0.906	3.624
97	Tepetatera Guanajuatito	0.2245						0.2245	0.2245	0.2245	0.2245	0.898
98	Contrapozo	0.0011					0.0011					0.0011
99	Infraestructura	0.0017				0.0017			0.0017	0.0017	0.0017	0.0068
100	Caseta	0.0040			0.004	0.004			0.004	0.004	0.004	0.02
101	Infraestructura	0.0004				0.0004			0.0004	0.0004	0.0004	0.0016
102	Talud tepetatera antiguo	0.4325							0.4325	0.4325	0.4325	1.2975
Total		**13.0036**	**0.0134**	**0.0492**	**0.0694**	**0.2765**	**1.062**	**4.139**	**4.912**	**6.4035**	**6.4035**	**23.3285**

9.2.3 Zona Industrial

La zona Industrial tiene una superficie total de 10.7386 ha, contempla una huella de obras de una superficie de 2.7952 ha. Esta huella está constituida por Planta de beneficio, oficinas, bodegas, almacenes, 2 Bocaminas (Cata 1 y Manteo), capilla, patios de almacenamiento de concentrado, entre otros. La categorización de obras para la restitución y cierre de la zona de Industrial se presenta de forma esquemático en la Figura 9. 9 y Anexo 9.2.

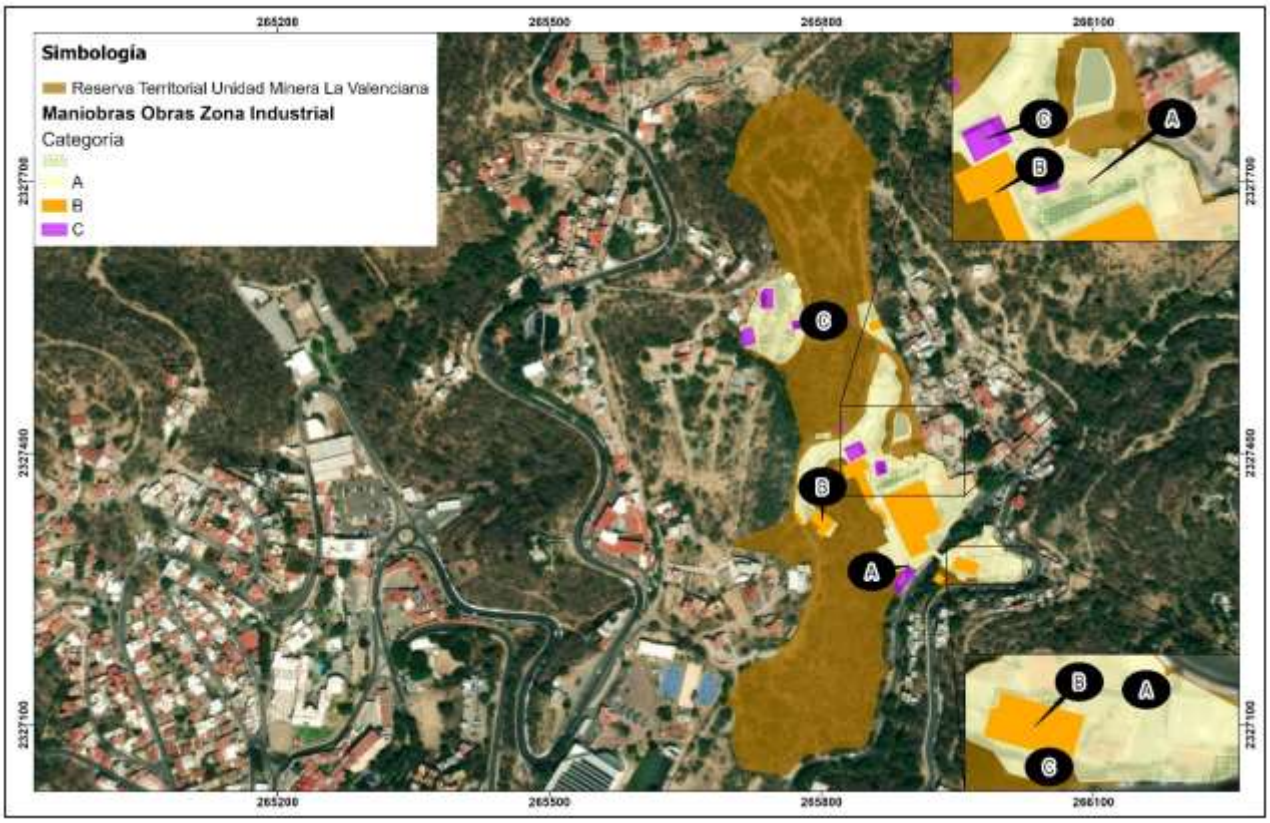


Figura 9. 9 Categorización de obras en Zona Industrial

Para la Zona Industrial se contemplan las siguientes maniobras de cierre para las diferentes obras que la constituyen como se muestran en la Tabla 9. 4 y Anexo 9.4.

Tabla 9. 4 Maniobras para la Zona Industrial

Zona Industrial												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Demolición de estructuras de concreto**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
1	Patio de maniobras	0.7649							0.7649	0.7649	0.7649	2.2947
2	Estacionamiento	0.4029							0.4029	0.4029	0.4029	1.2087
3	Oficina y Baños	0.0228		0.0228					0.0228	0.0228	0.0228	0.0912
4	Malacate	0.0237	0.0237		0.0237							0.0474
5	Lampistería	0.0057		0.0057					0.0057	0.0057	0.0057	0.0228
6	Bodega	0.0315		0.0315					0.0315	0.0315	0.0315	0.126
7	Bodega Mexamon	0.0221		0.0221					0.0221	0.0221	0.0221	0.0884
8	Tejaban	0.0027				0.0027			0.0027	0.0027	0.0027	0.0108

Zona Industrial												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Demolición de estructuras de concreto**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
9	Compresor	0.0257	0.0257	0.0257					0.0257	0.0257	0.0257	0.1285
10	Infraestructura	0.0103		0.0103					0.0103	0.0103	0.0103	0.0412
11	Tiro de Cata	0.0070					0.007					0.007
12	Tiro	0.0045					0.0045					0.0045
13	Oficinas	0.0134		0.0134					0.0134	0.0134	0.0134	0.0536
14	Planta de Beneficio	0.2770	0.2770	0.2770	0.2770			0.277	0.277	0.277	0.277	1.939
15	Patios de almacenamiento de concentrado	0.0456	0.0456	0.0456	0.0456			0.0456	0.0456	0.0456	0.0456	0.3192
16	Almacén	0.0329		0.0329					0.0329	0.0329	0.0329	0.1316
17	Baños	0.0086		0.0086					0.0086	0.0086	0.0086	0.0344
18	Capilla	0.0041		0.0041					0.0041	0.0041	0.0041	0.0164
19	Oficinas	0.0049		0.0049					0.0049	0.0049	0.0049	0.0196
20	Oficinas	0.0902		0.0902					0.0902	0.0902	0.0902	0.3608
21	Oficinas	0.0181		0.0181					0.0181	0.0181	0.0181	0.0724
22	Oficinas	0.0034		0.0034					0.0034	0.0034	0.0034	0.0136
23	Oficinas	0.0116		0.0116					0.0116	0.0116	0.0116	0.0464
24	Taller de soldadura	0.0965		0.0965					0.0965	0.0965	0.0965	0.386
25	Oficinas de Planta de Beneficio	0.0054		0.0054					0.0054	0.0054	0.0054	0.0216
26	Laboratorio de Planta de Beneficio	0.0041	0.0041	0.0041					0.0041	0.0041	0.0041	0.0205
27	Quebradoras	0.0774				0.0774		0.0774				0.1548
28	Tinacos de Agua	0.0009	0.0009						0.0009	0.0009	0.0009	0.0036
29	Tinacos de Agua	0.0009	0.0009						0.0009	0.0009	0.0009	0.0036
30	Pileta	0.0152		0.0152					0.0152	0.0152	0.0152	0.0608
31	Tejaban	0.0108				0.0108			0.0108	0.0108	0.0108	0.0432
32	Almacén de Residuos Peligrosos 1	0.0081		0.0081		0.0081			0.0081	0.0081	0.0081	0.0405
33	Nueva Fundición	0.0381		0.0381		0.0381			0.0381	0.0381	0.0381	0.1905
34	Almacén de Residuos Peligrosos 2	0.0062		0.0062		0.0062			0.0062	0.0062	0.0062	0.031
35	Tolva General	0.0294		0.0294	0.0294				0.0294	0.0294	0.0294	0.147
36	Taller Mecánico de Minas	0.0321		0.0321					0.0321	0.0321	0.0321	0.1284
37	Pasillo	0.0032				0.0032			0.0032	0.0032	0.0032	0.0128
38	Almacén de Núcleo N° 4	0.0055		0.0055					0.0055	0.0055	0.0055	0.022
39	Bodega de Carpitenría	0.0156		0.0156					0.0156	0.0156	0.0156	0.0624
40	Taller de Carpintería	0.0414		0.0414					0.0414	0.0414	0.0414	0.1656

Zona Industrial												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Recuperación Equipos**	**Demolición de estructuras de concreto**	**Desmantelamiento**	**Demolición Plancha de concreto**	**Relleno / Sello**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado del terreno**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
41	Taller Automotriz	0.0265		0.0265					0.0265	0.0265	0.0265	0.106
42	Almacén de Núcleo N° 5	0.0106		0.0106					0.0106	0.0106	0.0106	0.0424
43	Infraestructura	0.0150		0.015					0.015	0.015	0.015	0.06
44	Tanque	0.0425			0.0425			0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.2125
45	Báscula	0.0092			0.0092				0.0092	0.0092	0.0092	0.0368
46	Bocamina Manteo	0.0032					0.0032					0.0032
47	Taller Diesel	0.0156			0.0156	0.0156			0.0156	0.0156	0.0156	0.078
48	Laboratorio SGS	0.0418		0.0418					0.0418	0.0418	0.0418	0.1672
49	Bodega de Núcleos	0.0385		0.0385					0.0385	0.0385	0.0385	0.154
50	IMSS	0.0936		0.0936					0.0936	0.0936	0.0936	0.3744
51	Estacionamiento IMSS	0.0100				0.01			0.01	0.01	0.01	0.04
52	Oficinas	0.0437		0.0437					0.0437	0.0437	0.0437	0.1748
53	Plancha de concreto	0.0229				0.0229			0.0229	0.0229	0.0229	0.0916
54	Área verde	0.0478	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	Sala de capacitación	0.0090		0.009					0.009	0.009	0.009	0.036
56	Almacén de crisoles y copelas	0.0024		0.0024					0.0024	0.0024	0.0024	0.0096
57	Bodega	0.0130		0.013					0.013	0.013	0.013	0.052
58	Tiro	0.0009					0.0009					0.0009
59	Subestación Eléctrica	0.0081	0.0081	0.0081		0.0081			0.0081	0.0081	0.0081	0.0486
60	Piletas Ex-Conos	0.0314		0.0314					0.0314	0.0314	0.0314	0.1256
61	Bodega de aceites	0.0094		0.0094					0.0094	0.0094	0.0094	0.0376
62	Almacén de chatarra	0.0620		0.062					0.062	0.062	0.062	0.248
63	Área de rodamiento 2	0.0074							0.0074	0.0074	0.0074	0.0222
64	Bocamina Cata 1	0.0063					0.0063					0.0063
Total		**2.7952**	**0.386**	**1.3305**	**0.443**	**0.2031**	**0.0219**	**0.4425**	**2.6244**	**2.6244**	**2.6244**	**10.7002**

9.2.1 Zona de Depósito de Jales

La zona Jales tiene una superficie total de 51.4925 ha, contempla una huella de obras de una superficie de 40.9684 ha. Esta huella está constituida por el Depósito de Jales (Jolula), Contrapozos, área de rodamiento, entre otros. La categorización de obras para la restitución y cierre de la zona de Depósito de Jales se presenta de forma esquemático en la Figura 9. 10 y Anexo 9.5.

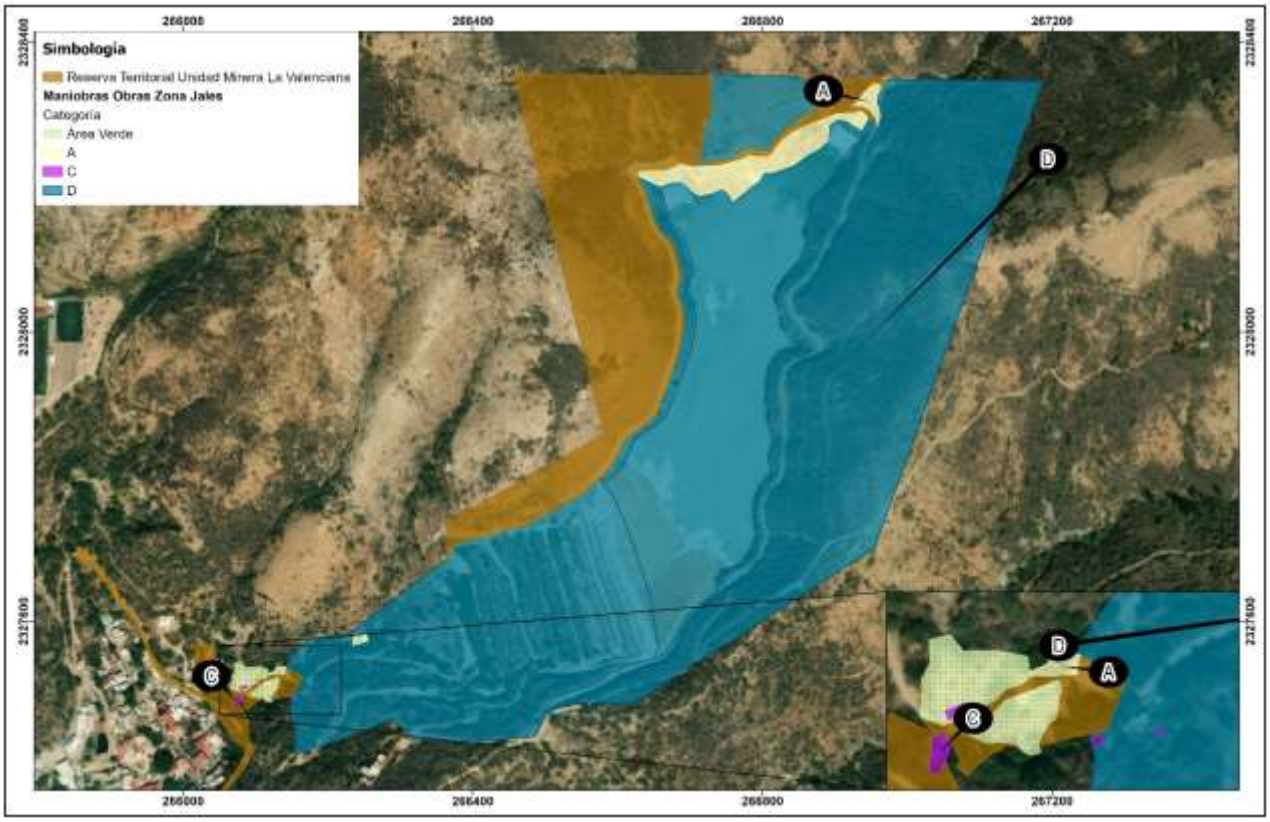


Figura 9. 10 Categorización de obras en Zona Depósito de Jales

Para la Zona Jales se contemplan las siguientes maniobras de cierre para las diferentes obras que la constituyen como se muestran en la Tabla 9. 5 y Anexo 9.5

Tabla 9. 5 Maniobras para la Zona de Depósito de Jales

Zona Depósito de Jales												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición de estructuras de concreto**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado**	**Relleno y Sello**	**Suavizado de Taludes**	**Encapsulamiento de Jales**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
1	Talud	10.875						10.875				10.875
2	Polvorín	0.0053		0.0053		0.0053				0.0053	0.0053	0.0212
3	Asador 1	0.0016	0.0016			0.0016				0.0016	0.0016	0.0064
4	Infraestructura	0.0195	0.0195			0.0195				0.0195	0.0195	0.078
5	Socavón	0.0139								0.0139	0.0139	0.0278
6	Asador 2	0.0017	0.0017			0.0017				0.0017	0.0017	0.0068
7	Tiro	0.0005					0.0005					0.0005

Zona Depósito de Jales												
Id	**Obras**	**Superficie (ha)**	**Demolición Plancha de concreto**	**Demolición de estructuras de concreto**	**Limpieza del terreno**	**Escarificado**	**Relleno y Sello**	**Suavizado de Taludes**	**Encapsulamiento de Jales**	**Adición de suelo**	**Reforestación**	**Área total (ha)**
8	Tiro	0.0016					0.0016					0.0016
9	Infraestructura	0.0213		0.0213						0.0213	0.0213	0.0639
10	Depósito de Jales Jolula	9.6507							9.6507	9.6507	9.6507	28.9521
11	Cortina Depósito de Jales	0.7267								0.7267	0.7267	1.4534
12	Área de rodamiento	1.0972				1.0972				1.0972	1.0972	3.2916
13	Banco de materiales	1.4278								1.4278	1.4278	2.8556
14	Bordo Depósito de Jales Jolula	16.901								16.901	16.901	33.802
15	Área verde	0.2246	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Total		**40.9684**	**0.0228**	**0.0266**	**0**	**1.1253**	**0.0021**	**10.875**	**9.6507**	**29.8667**	**29.8667**	**81.4359**

9.2.4 Reserva Territorial

La Reserva Territorial tiene una superficie total de 46.2548 ha. Esta área se destinará para conservación, monitoreo y mantenimiento.

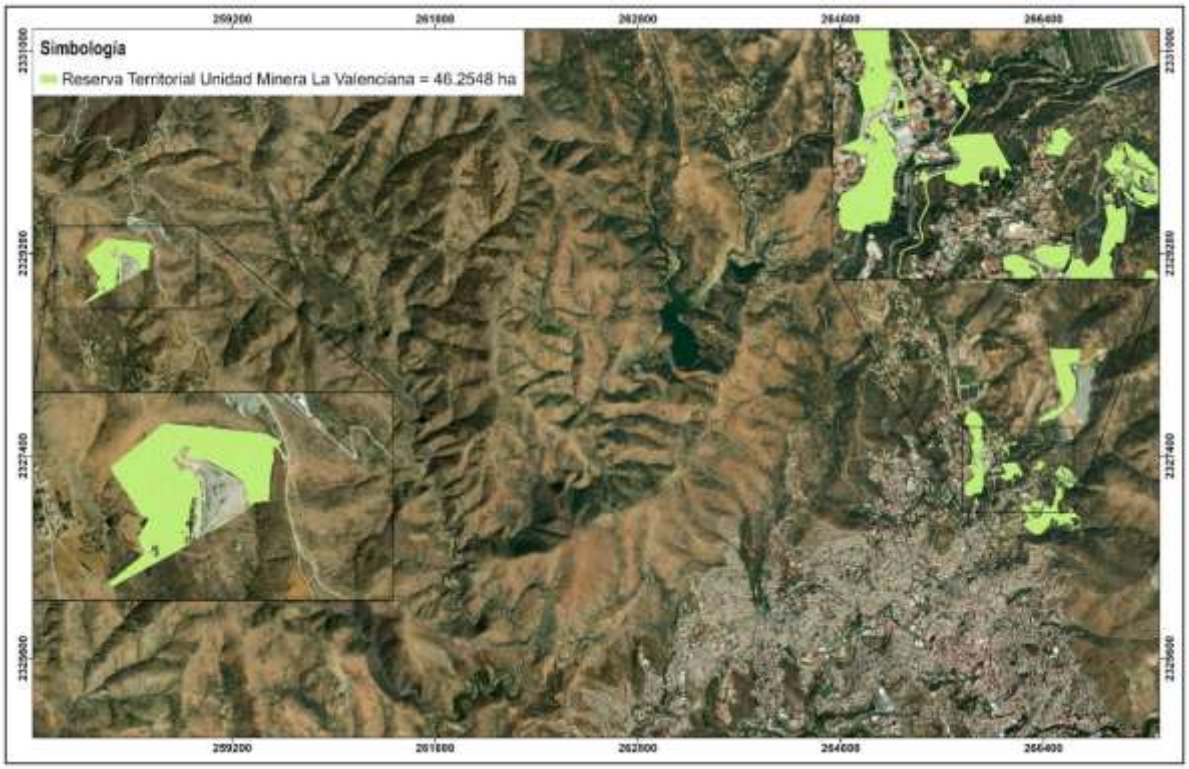


Figura 9. 11 Reserva Territorial

9.3 Lagunas de información

El proceso de planeación y preparación para la etapa de restitución y cierre de Minera La Valenciana, ha identificado áreas de oportunidad en materia de generación de información por medio de estudios que proveerán información para afinación, confirmación o modificación de maniobras de clausura de obras.

Las lagunas de información identificadas en la actualidad y que serán completadas durante la fase final de operación, contemplan los siguientes puntos:

- Ejecución de un estudio geoquímico para la detallada caracterización de residuos mineros (tepetate y jales, además de obras mineras antiguas) durante la operación de mina. El enfoque de los estudios y caracterizaciones deberá no solo contemplar cumplimiento a normatividad, sino la identificación del manejo/destino de los residuos mineros (relleno de mina, encapsulamiento, segregación como material o banco de roca para cierre (especialmente roca con alto potencial de neutralización). El estudio corresponde a la integración de la caracterización continua e interpretación final en función de estabilidad química, diseño ejecutado y confirmación de condiciones a largo plazo.

- Confirmación geotécnica de estabilidad de obras mineras y taludes, conforme a las condiciones de final de explotación y operación de unidad minera.

- Llevar a cabo estudios en materia social para la adecuada aceptación del esquema de restauración del sitio y/o integración de modificaciones pertinentes dentro de un marco de cumplimiento a objetivos de estabilización y aseguramiento de ausencia de pasivos ambientales o riesgos al entorno.

- Llevar a cabo la actualización de planes y diseños de cierre, conforme a las condiciones finales de mina y resultados obtenidos de los estudios, peritajes y caracterizaciones a desarrollar en la etapa final de operación.

- Llevar a cabo estudios de factibilidad (costo beneficio) de posibles alternativas que emerjan durante el desarrollo de estudios, investigaciones y peritajes para cierre de mina, así como integrar ajustes enfocados a reducción de costos (dentro del esquema de cumplimiento a estabilidad física, química y biológica del sitio).

- Evaluación de usos y destino de obras con valor residual, especialmente en materia de campamento, infraestructura recreativa, terrenos restituidos, y potencial integración de actividad productiva (ecoturismo, aprovechamiento forestal/aserradero, industrial, urbano, etc.).

- Evaluación de medidas de adaptación ante los futuros escenarios de cambio climático y su integración a los costos.

9.4 Variaciones potenciales para restitución y cierre

El proceso de restitución y cierre para la unidad minera, puede estar sujeto a importantes variaciones y ajustes, tanto en la ejecución de la operación como en la selección final del esquema de cierre y modificaciones derivadas de procesos de participación con grupos de interés.

- Variaciones derivadas de la etapa de operación
    - Posibles ampliaciones de la unidad minera.
    - Incremento en la huella de depósitos de jales.
    - Modificación de procesos que impliquen nuevos equipos o edificaciones adicionales.
    - Integración de bancos de material y/o bancos de arcillas, suelos para reducción de costos, implican ampliación de huella final.

- Variaciones en el esquema final del cierre
    - Las caracterizaciones de jales y medidas adoptadas durante la operación para neutralización y prevención de drenaje ácido permitirán facilitar el proceso de cierre de obra.
    - El empleo de Tepetateras como relleno de mina podrá reducir la huella final en superficie y reducir costos de cierre.
    - Esquema para capitalización positiva con base en venta de equipos, chatarras, materiales.
    - Esquema para integrar capitalización positiva e importante en caso de una transacción de venta de activos y edificaciones para otro tipo de industria.
    - Surgimiento de nuevas y más estrictas regulaciones aplicables para el cierre de minas.

- Variaciones derivadas de consultas públicas
    - Reducción de superficies de reforestación para utilización en agricultura.
    - Reforestación de terrenos para agricultura protegida.
    - Empleo de porciones de terreno para ganadería tecnificada.
    - Interés de terceras partes para utilización de terrenos y edificaciones para fines productivos (industria ligera, maquiladora, bodegas, etc.).
    - Instalación de zonas de aprovechamiento forestal y aserradero.
    - Potencial uso de suelo en actividades ecoturísticas en zonas de conservación y recuperación.

La planeación de la etapa de restitución y cierre para el abandono del sitio debe ser lo suficientemente flexible para reducir o incrementar inversiones, pero sin dejar de identificar posibles puntos de variación (a la baja o al alta).

9.5 Resumen de áreas, sitios y obras para cierre de Unidad Minera La Valenciana

La interacción de las zonas y sitios de restitución, con las maniobras de restitución presenta el segundo paso en las estimaciones de labores de cierre para la Unidad Minera La Valenciana. Cada

una de las categorías ha sido contemplada para la implementación de las maniobras representativas de la restitución y cierre como se muestra en la Tabla 9. 6.

Tabla 9. 6 Resumen de maniobras de cierre a implementar para el PRC 2025 Unidad Minera La Valenciana

ID	Zona	Superficie total (ha)	Recuperación Equipos	Demolición de estructuras de concreto	Desmantelamiento	Demolición Plancha de concreto	Relleno / Sello	Limpieza del terreno	Escarificado del terreno	Adición de suelo	Reforestación	Suavizado de Taludes	Encapsulamiento de Jales	Superficie sujeta a Cierre (por zona)
1	Depósito de jales	40.9684	0.0000	0.0266	0.0000	0.0228	0.0021	0.0000	1.1253	29.8667	29.8667	10.875	9.6507	81.4359
2	Industrial	2.7952	0.3860	1.3305	0.4430	0.2031	0.0219	0.4425	2.6244	2.6244	2.6244	0.0000	0.0000	10.7002
3	Mina	13.0036	0.0134	0.2765	0.0492	0.0694	1.0620	4.1390	4.9120	6.4035	6.4035	0.0000	0.0000	23.3285
4	Apoyo y Servicios	3.0222	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total		**59.7894**	**0.3994**	**1.6336**	**0.4922**	**0.2953**	**1.0860**	**4.5815**	**8.6617**	**38.8946**	**38.8946**	**10.8750**	**9.6507**	**115.4646**

De la tabla anterior se desprenden lo siguientes puntos:

- La superficie total considerada para el PRC 2025 es de 106.0442 ha; y la superficie sujeta a cierre es de 56.7672 ha, ya que para la Zona de Apoyo y Servicios se encuentran los polígonos que se quedan a perpetuidad a servicio de la comunidad.
- La maniobra de Reforestación y Adición de suelo son las de mayor superficie de aplicación, además, la zona de Depósitos de Jales es la que cuenta con mayor superficie respecto a estas maniobras.
- La maniobra de menor superficie es demolición de Plancha de concreto y la zona con menor área de implementar maniobras es la de Zona Mina.

Es necesario considerar las “maniobras” o conceptos complementarios de estudios, peritajes e investigaciones, así como monitoreo:

- Los estudios, peritajes, investigaciones, diseños estarán enfocados a la confirmación de maniobras y acotamiento de la manera más apropiada de llevar a cabo cierre de obras, dentro de un balance de cumplimiento de estabilización, máximo aprovechamiento de materiales e integración de resultados de consultas a ser llevadas en un futuro.

- El monitoreo estará enfocado al aseguramiento del cumplimiento a los objetivos de estabilización, identificación y reparación de desviaciones, así como presentar el soporte adecuado para el eventual abandono responsable del sitio.

Las actividades de monitoreo deberán de estar enfocadas al cumplimiento y verificación de las actividades de restauración, con especial énfasis en estabilidad, calidad del agua, sobrevivencia y desarrollo de la vegetación en sitios restituidos, estado de la zona, así como el factor social en materia de opinión pública y aceptación a los usos de suelo propuestos y las inherentes restricciones.

10.0 Programa general de reforestación para fines de PRC 2025

Las maniobras de reforestación corresponden a la fase final de restitución en los terrenos que han sido estabilizados física y químicamente. Solo porciones pequeñas de terrenos, en espacios identificados como degradados y sin actividad minera, serán reforestados sin una preparación exhaustiva.

La reforestación para ejecutar deberá ir en función del uso de suelo propuesto: área verde o parque, forestal de arbolado, forestal de matorral xerófilo. En la medida posible, se deberá evitar la utilización de especies introducidas, salvo en casos extraordinarios de intolerancia al sustrato.

10.1 Justificación, objetivos y metas

Justificación

Con el presente proyecto se recuperará o restituirá un espacio que en su momento conto con vegetación, pero que fue sujeto a cambio de uso de suelo para el desarrollo de trabajos de extracción y beneficio de minerales.

Con la restitución del sitio realizando una reforestación y obras de suelos se pretende recuperar y mejorar la estética y funcionalidad del área deforestada en las diferentes etapas del Proyecto y que este pueda ser utilizado y aprovechado sustentablemente cuando este alcance la madurez correspondiente, además de que provea los servicios ambientales que deóo de proveer por la acción del proyecto. Las reforestaciones con plantas forestales nativas son una alternativa y una medida ecológica para la restitución de terrenos degradados por la acción de los trabajos de la Minería para este caso, pero también puede ser por otras causas, como terrenos impactados por incendios o fuertes vientos, así como la agricultura y ganadería.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad particular, en su punto II.2.6 Etapa de abandono del sitio (post-operación), pide describir un programa tentativo de abandono del sitio, enfatizando en las medidas de rehabilitación, compensación y restitución del sitio de cambio de uso del suelo.; por lo antes mencionado es una obligación en el abandono de cualquier proyecto que genero cambio de uso de suelo, la restitución de este y tratar de dejarlo como estaba en sus condiciones naturales antes del inicio de este.

Objetivo general

Desarrollar obras de restauración de los sitios de cambio de uso de suelo, al final de la vida útil del proyecto, para de esta forma retornar estas áreas a su estado anterior al cambio de uso de suelo, en el Proyecto; además de restaurar progresivamente áreas sin cubierta vegetal aledañas al proyecto durante la vida útil de este.

Objetivos específicos

La ejecución de un programa de reforestación contempla ciertos objetivos específicos, al considerar a la reforestación como un componente integral del concepto de restitución y cierre:

1. Realizar una reforestación con especies nativas en todos los sitios de cambio de uso de suelo realizado durante la vida útil del proyecto.
2. Realizar una reforestación con especies nativas en áreas aledañas al proyecto impactadas con baja densidad o sin cubierta vegetal.
3. Apoyar la reforestación con obras de suelos, para garantizar la sobrevivencia de esta en las áreas de la huella del proyecto y en las áreas aledañas impactadas con baja densidad o sin cubierta vegetal.
4. Cultivo de pastos sobre las áreas a reforestar de la huella del proyecto.
5. Desarrollar obras de protección de la reforestación (Cercado y brechas cortafuego principalmente).
6. Determinar los costos de la restauración del sitio.
7. Determinar los costos de la restauración del sitio
8. Establecer indicadores de desempeño para la conservación de los suelos y reforestación del proyecto

Metas

1. Reforestar 50.5464 ha., en las áreas de la huella del proyecto a una densidad de 1,100 plantas/ha.
2. Plantar un estimado de 56,806.86 plantas con especies nativas sobre la huella del proyecto.
3. Construir terrazas individuales en 50.5464 ha y sobre áreas de la huella del proyecto y áreas aledañas impactadas con baja densidad o sin cubierta vegetal.
4. Construir zanjas bordo con tractor agrícola en 50.5464 ha y sobre áreas de la huella del proyecto y áreas aledañas impactadas con baja densidad o sin cubierta vegetal.
5. Construir un aproximado de 26,057.2 m. lineales de cerco de alambre de púas con postes de metálicos.
6. Construir un aproximado de 26,057.2 m. lineales de brechas cortafuego.
7. Obtener una sobrevivencia cuando menos del 80 % al primer año.
8. Plantar 20 % de pérdidas de plantas como parte del seguimiento a sobrevivencia
9. Agregar abono animal (estiércol) al suelo en parcelas que requieran incrementar capacidad
10. Cultivar pastos sobre 50.5464 ha de la huella del proyecto como parte de cubierta vegetal
11. Riego de auxilio en las parcelas de reforestación compensatoria durante la operación y a parcelas de restitución en huella y áreas afectadas durante cierre y etapa de mantenimiento

10.2 Terrenos a reforestar

En la Unidad La Valenciana no cuenta con terrenos para reforestación ya que la mina se encuentra en suelo de uso agrícola y algunas partes son forestal, por lo que solo se contemplan ciertas zonas como se desglosan en la Tabla 10. 1 con una superficie total de 50.5464 ha contemplada a reforestación. Para ver más a detalle las áreas a reforestar ver Anexo 10.1.

Tabla 10. 1 Superficie por Zonas a Reforestación

ID	Nombre	Superficie (ha)
1	Apoyo y Servicios	0.0000
2	Mina	6.8546
3	Industrial	2.7255
4	Depósito de Jales	40.9663
	Total	**50.5464**

En la Figura 10. 1 se muestran la superficie propuesta para reforestación del área de la Unidad La Valenciana para la actualización del PRC 2025.



Figura 10. 1 Huella propuesta para reforestación de la Unidad Minera La Valenciana

La clasificación de la superficie propuesta se ha determinado en función del impacto minero y su uso final dentro del programa de cierre de mina, quedando de la siguiente forma:

- *Área no afectada:* Superficies que no tienen uso minero
- *Área No Intervenida (Conservación para Cierre):* Obras y espacios que se conservan para integrar el Plan de cierre de mina, como obras mineras antiguas, piletas para uso de recolección de agua pluvial, áreas verdes que no fueron intervenidas y obras que se

consideran como patrimonio histórico cultural o con un uso determinado dentro el cierre de mina.

- *Área de Restauración Ecológica Forestal (Reforestación Prioritaria):* Son todas las superficies de obras que se consideran para el cierre de mina, y por medio de la reforestación como estrategia para la restauración de la cubierta vegetal intervenido y el restablecimiento del equilibrio ecológico.

Zona Industrial

La zona de reforestación propuesta para la Zona de Industrial es de 2.7255 ha. Dentro de esta zona existe una superficie estimada de 10.7386 ha que incluye superficies clasificadas como no afectadas (es decir sin uso minero) y el área no intervenida (destinadas para el manejo del cierre de mina), además de la superficie que se propone para reforestación prioritaria. Anexo 10.2

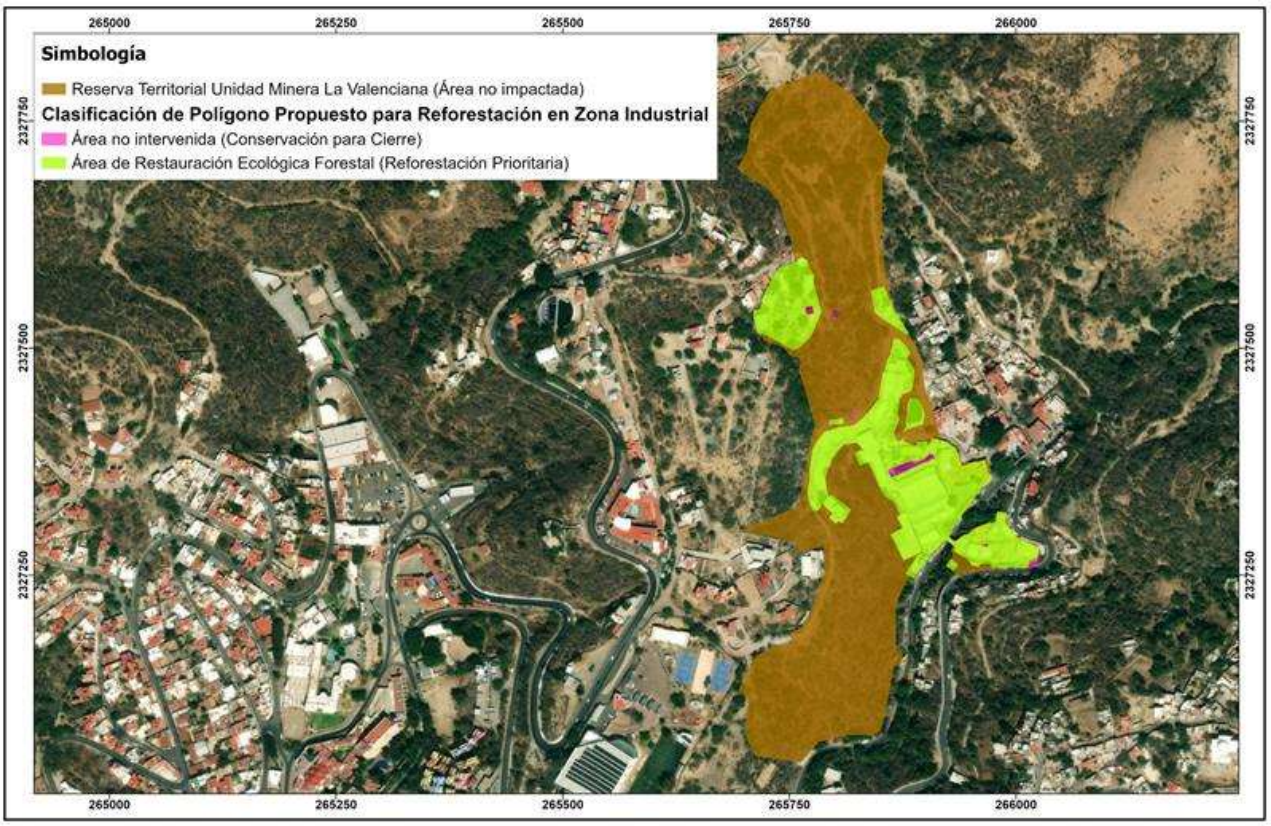


Figura 10. 2 Huella para Reforestación para Zona Industrial

A continuación, la clasificación de las áreas y su superficie respectiva se presenta a detalle en la Tabla 10. 2.

Tabla 10. 2 Clasificación para Reforestación

Id	Clasificación para Reforestación Zona Industrial	Superficie (ha)
1	Área no afectada	7.9434
2	Área No Intervenida (Conservación para Cierre)	0.0697

Id	Clasificación para Reforestación Zona Industrial	Superficie (ha)
3	Área de Restauración Ecológica Forestal (Reforestación Prioritaria)	2.7255
Total		10.7386

Zona Mina

La zona de reforestación propuesta para la Zona de Mina es de 6.8546 ha. Dentro de esta zona existe una superficie estimada de 40.3365 ha que incluye superficies clasificadas como no afectadas (es decir sin uso minero), área no intervenida (destinadas para el manejo del cierre de mina), además de la superficie que se propone para reforestación prioritaria. Anexo 10.3

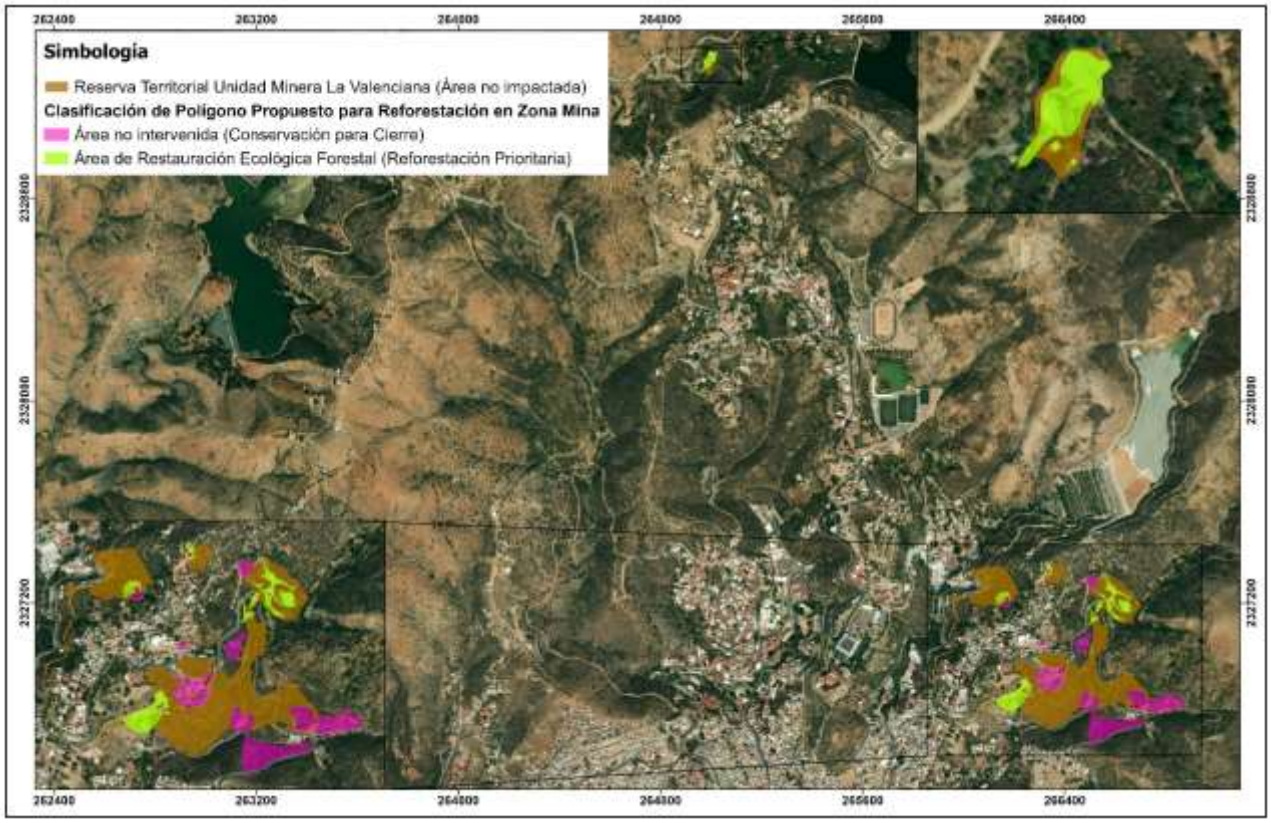


Figura 10. 3 Huella para Reforestación para Zona Mina

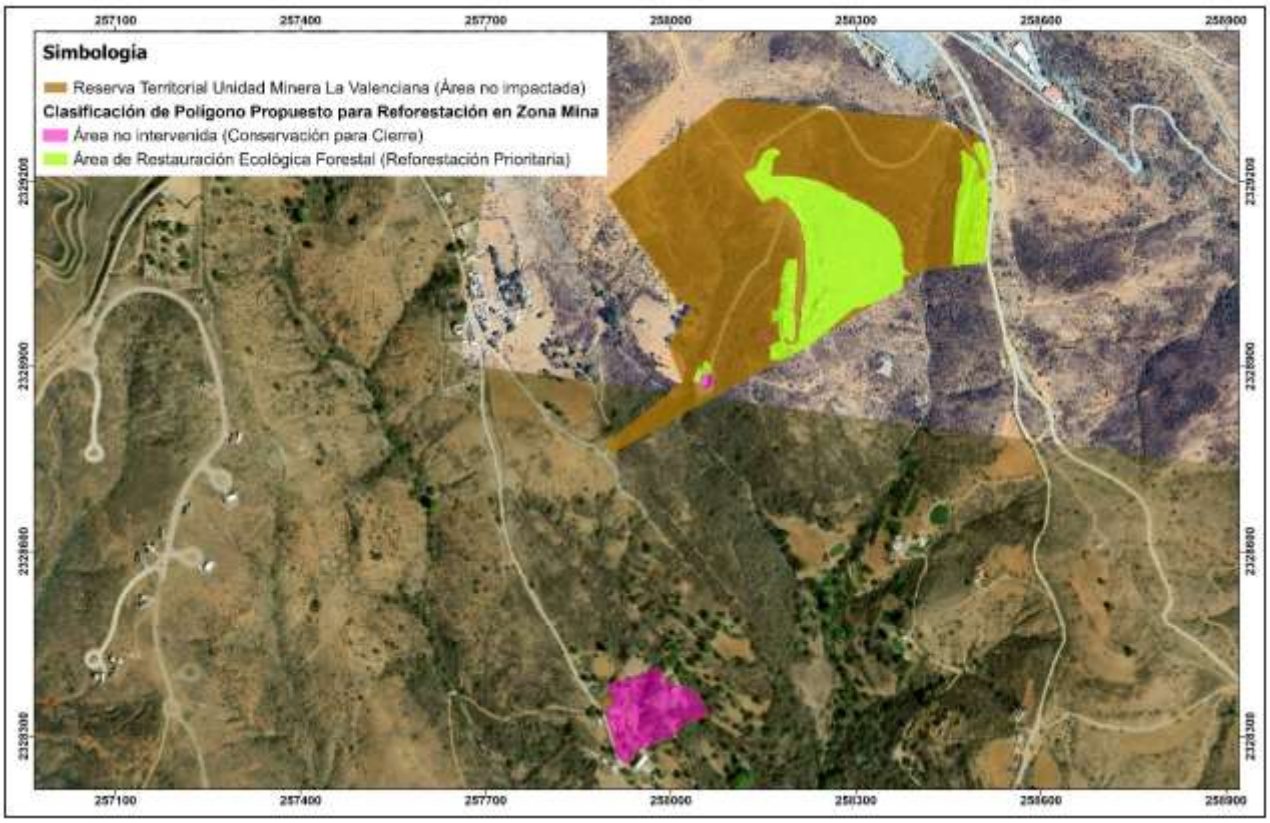


Figura 10. 3 Huella para Reforestación para Zona Mina (Porción San Ignacio)

A continuación, la clasificación de las áreas y su superficie respectiva se presenta a detalle en la Tabla 10. 3

Tabla 10. 3 Clasificación para Reforestación

Id	Clasificación para Reforestación Zona Mina y Servicios	Superficie (ha)
1	Área no afectada	27.3329
2	Área No Intervenida (Conservación para Cierre)	6.1490
3	Área de Restauración Ecológica Forestal (Reforestación Prioritaria)	6.8546
Total		**40.3365**

Zona Apoyo y Servicios

La zona de reforestación propuesta para la Zona de Apoyo y Servicios es de 0 ha al ser las obras consideradas con interés histórico cultural con intención de que estas sean conservadas a perpetuidad. Dentro de esta zona existe una superficie estimada de 3.4766 ha que incluye superficies clasificadas como no afectadas (es decir sin uso minero), área no intervenida (destinadas para el manejo del cierre de mina), además de la superficie que se propone para reforestación prioritaria. Anexo 10.4

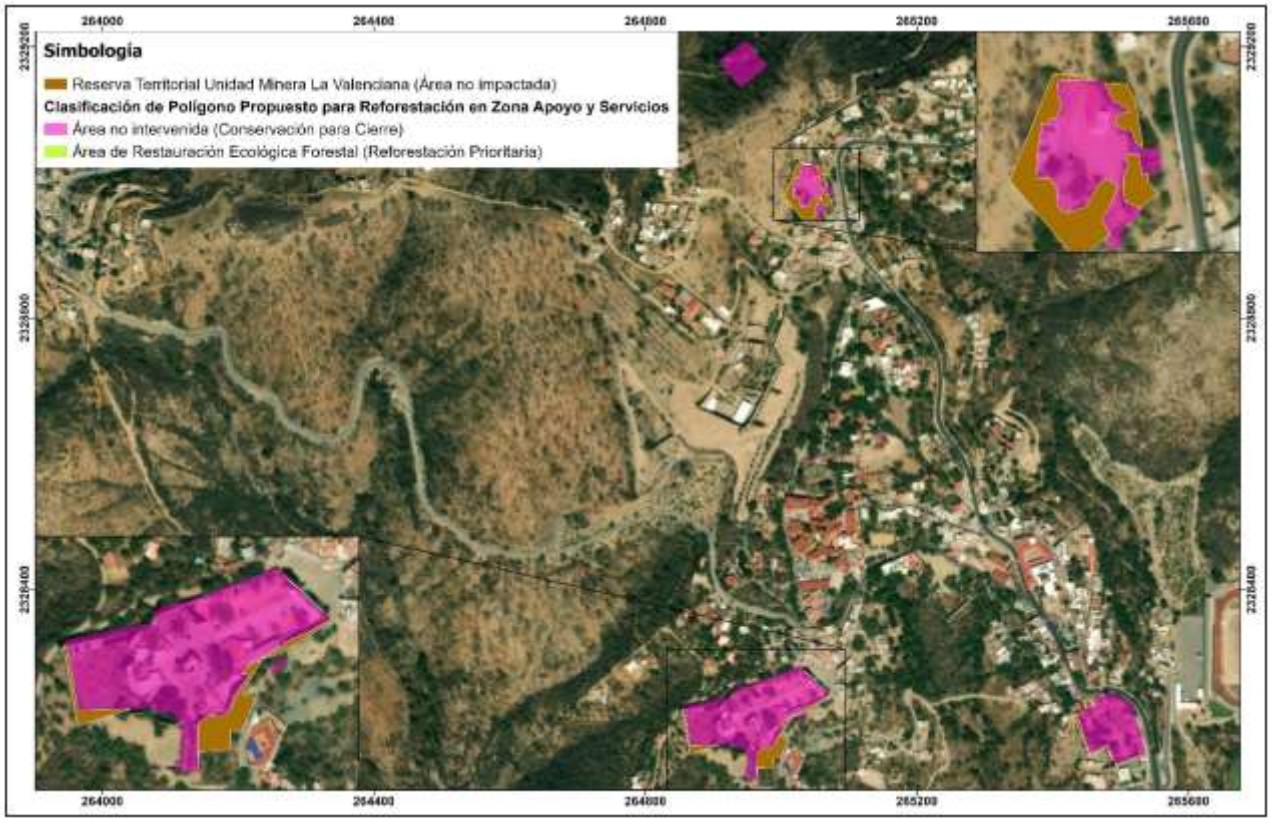


Figura 10. 3 Huella para Reforestación para Zona Apoyo y Servicios

A continuación, la clasificación de las áreas y su superficie respectiva se presenta a detalle en la Tabla 10. 3

Tabla 10. 3 Clasificación para Reforestación

Id	Clasificación para Reforestación Zona Mina y Servicios	Superficie (ha)
1	Área no afectada	0.4544
2	Área No Intervenida (Conservación para Cierre)	3.0222
3	Área de Restauración Ecológica Forestal (Reforestación Prioritaria)	0.0000
Total		**3.4766**

Zona Depósitos de Jales

La zona de reforestación propuesta para la Zona de Depósitos de Jales es de 40.9663 ha. Dentro de esta zona existe una superficie estimada de 51.4925 ha que incluye superficies clasificadas como no afectadas (es decir sin uso minero), área no intervenida (destinadas para el manejo del cierre de mina), además de la superficie que se propone para reforestación prioritaria. Anexo 10.5

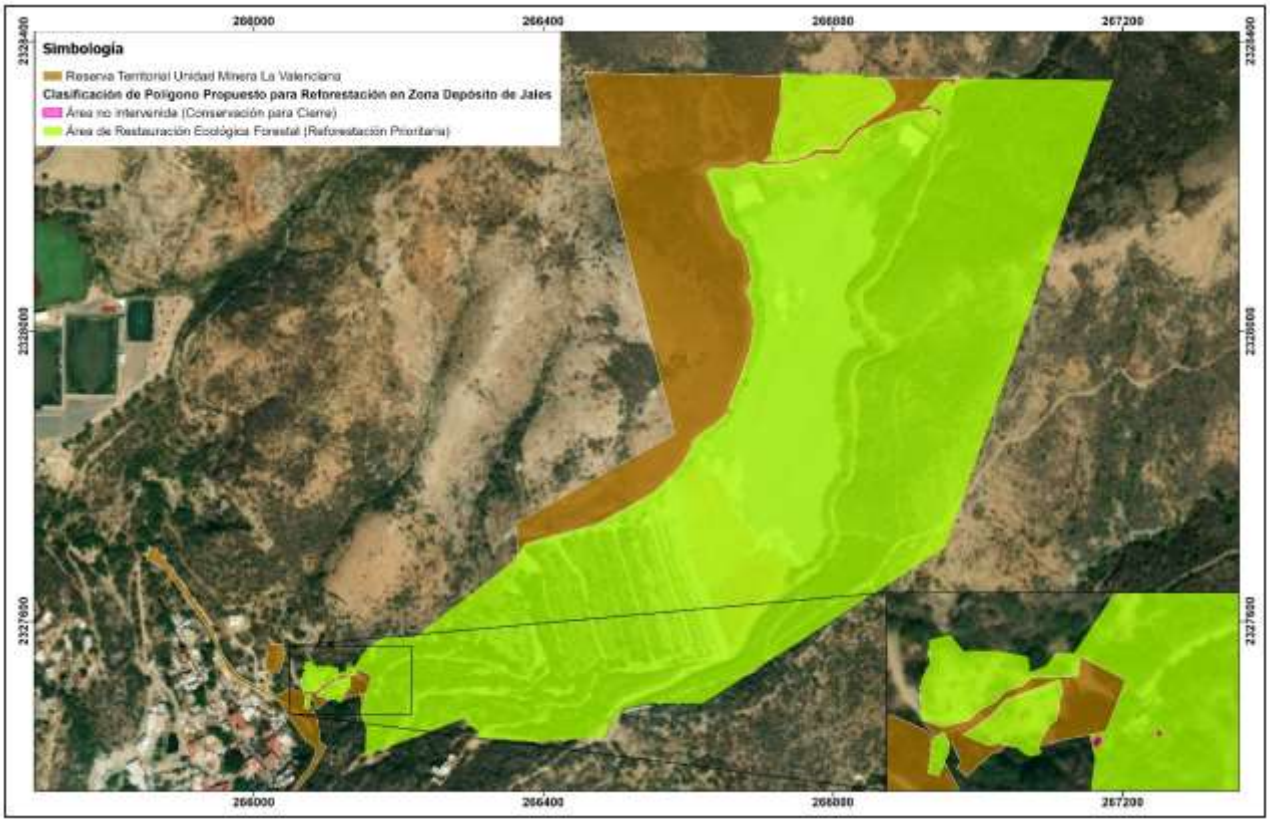


Figura 10. 4 Huella para Reforestación para Zona Depósitos de Jales

A continuación, la clasificación de las áreas y su superficie respectiva se presenta a detalle en la Tabla 10. 4

Tabla 10. 4 Clasificación para Reforestación

Id	Clasificación para Reforestación Zona Depósitos de Jales	Superficie (ha)
1	Área no afectada	10.5241
2	Área No Intervenida (Conservación para Cierre)	0.0021
3	Área de Restauración Ecológica Forestal (Reforestación Prioritaria)	40.9663
Total		**51.4925**

10.2.1 Superficie y tamaño de parcelas

En la Tabla 10. 1 se muestran las áreas a reforestar, de la Unidad La Valenciana para el ejercicio de cierre del año 2025 la cual representa una superficie total de 50.5464 ha.

10.2.2 Propuesta de especies a reforestar

Para la reforestación se eligieron las especies de la región que mejor adaptadas están a las condiciones del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras.

Con fines de restauración se debe seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación.

Entre las especies nativas existentes en el área se determinaron las especies más viables a utilizarse tomando en consideración las razones siguientes: abundancia, importancia ecológica y económica en la región, mejor adaptabilidad, fácil de reproducir y calidad. La propuesta de especies seleccionadas para reforestar es la siguiente:

La Valenciana pretende ejecutar el proceso de reforestación con las siguientes especies de interés:

- Tepozan (*Bursera palmeri*)
- Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans)*
- Varaduz (*Eysenhardtia polystachya*)

10.3 Acciones para la reforestación

10.3.1 Preparación del terreno

En la preparación del terreno es importante considerar varios factores para elegir las obras adecuadas de suelos en apoyo a la reforestación para el éxito de esta y de acuerdo con la pendiente y textura del suelo, tomando en cuenta la disponibilidad de materiales existentes en la zona aledaña al proyecto, mano de obra, maquinaria disponible, etc.

Para el caso del presente proyecto donde se presentan suelos sin vegetación forestal, compactados y con desechos de la minería, se recomienda que las obras más adecuadas para la restitución del sitio en zonas con pendiente suave son obras de suelos con preparación mecanizada, como son Subsoleo con un tractor Caterpillar D8 o similar y Zanjas bordo con tractor agrícola; para áreas con pendiente pronunciada y donde no son viables los trabajos de forma mecanizada, lo más recomendable es realizar Terrazas Individuales. Las obras de suelos son indispensables para crear un mejor desarrollo y éxito de toda plantación.

El objetivo de estas obras es dejar el suelo en condiciones tales que permitan una mayor retención de agua, que las raíces puedan extenderse y desarrollarse con facilidad, y promover el desarrollo de un mejor sostén de la planta y permitir un mayor aprovechamiento de los nutrientes

contenidos y agregados en el perfil del suelo. Favorece a su vez, la penetración de agua y el aire a mayor profundidad, además de un mejor control de maleza, arbustos y otros.

Subsoleo en curvas a nivel

Esta labor consiste en remover el suelo compactado a una profundidad de 30 a 60 cm, de manera que las raíces de las plántulas tengan mayor espacio donde desarrollarse. Se realiza el subsoleo con un tractor Caterpillar D8 o similar, sobre líneas de plantación a curvas de nivel.

Los trabajos de subsoleo son un conjunto de obras tipo zanjas y que se construyen siguiendo curvas a nivel, en donde en medio de la excavación se realiza una zanja de hasta 60 cm de profundidad con el subsuelo, a los lados del subsuelo se realiza un arado con dos discos a cada lado que bordea la tierra hacia el centro dejando una zanja a cada lado que sirve para retención de agua y suelo.

El subsoleo se construye siguiendo una curva de nivel a partir de una línea guía o línea madre. Este trazo se puede realizar con el aparato "A" o se puede utilizar el clisímetro, el nivel de manguera, el nivel de mano o el nivel montado con el tránsito.

Densidad

Se plantea la construcción de las líneas de subsoleo cada tres metros y medio, con una densidad de 2,857.1 m por hectárea en las zonas que requieran de una descompactación.

Proceso de construcción del subsoleo.

Primer paso. El subsoleo se debe formar un montículo central de suelo, del suelo que bordean los discos de los lados y debe formar dos zanjas a cada lado del subsoleo que los forman los mismos discos. Las dimensiones promedio del subsoleo es de 80 cm de profundidad y de 40 cm de profundidad cada zanja que se forma a los lados del subsoleo. Se recomienda que el fondo de las zanjas al lado del subsoleo esté a nivel para que el agua no se estanque en una determinada zona.

Segundo paso. Para controlar la velocidad de escurrimiento y evitar que en las zanjas al lado de cada subsoleo se forme una cárcava, se recomienda dejar un dique de 30 o 40 centímetros aproximadamente, cada 4 o 5 metros. La altura del dique puede alcanzar la superficie del terreno o dejarlo a 10 centímetros de la superficie, para permitir el paso del agua de un tramo de la zanja a otro.

Tercer paso. En la construcción del subsoleo se puede utilizar maquinaria, para el caso un tractor Caterpillar D8 es el indicado u otro similar, para lo cual se diseña o se adapta el implemento subsoleo con sus discos a los lados. Para la formación de los diques centrales en cada zanja es posible que se incorpore mano de obra familiar, en la que participen hombres y mujeres.

La forma del desarrollo del subsoleo con el tractor Caterpillar D8 se puede observar en la Figura 10. 7.



Figura 10. 7 Sistema de subsoleo para la posterior plantación

Para el desarrollo de la obra de subsoleo, la Empresa cuenta con la maquinaria adecuada para su desarrollo, solo faltaría preparar en taller de mina la rastra sabana, que es el nombre del aditamento para la construcción del subsoleo y arado al lado de este.

Zanja bordo en curvas a nivel

Esta labor consiste en remover el suelo a una profundidad de 40 cm, de manera que se forma una zanja que retenga agua y así humedecer el terreno y crear condiciones más favorables para la sobrevivencia de la planta. Se realiza la Zanja bordo con un tractor agrícola, sobre líneas de plantación a curvas de nivel.

Las zanjas bordo en curvas a nivel son un conjunto de zanjas y bordos continuos que se construyen siguiendo curvas a nivel, en donde el volumen de excavación se coloca aguas abajo para formar el bordo. Las zanjas y los bordos disponen de diques divisores para controlar la velocidad del flujo de agua.

Las zanjas se construyen siguiendo una curva de nivel a partir de una línea guía o línea madre. Este trazo se puede realizar con el aparato “A” o se puede utilizar el clisímetro, el nivel de manguera, el nivel de mano o el nivel montado con el tránsito.

Densidad

Se plantea la construcción de las zanjas bordo con el tractor agrícola cada tres metros con una densidad de 3,333.3 m por hectárea.

Proceso de construcción de las zanjas bordo.

Primer paso. El bordo se debe formar con el producto del suelo extraído de la zanja y colocado aguas abajo de la misma. Las dimensiones promedio de cada zanja son de 0.4 metros de ancho x 0.4 metros de profundidad. Se recomienda que el fondo esté a nivel para que el agua no se estanque en una determinada zona.

Segundo paso. Para controlar la velocidad de escurrimiento y evitar que en la zanja bordo se forme una cárcava, se recomienda dejar un dique de 30 o 40 centímetros aproximadamente, cada 4 o 5 metros. La altura del dique puede alcanzar la superficie del terreno o dejarlo a 10 centímetros de la superficie, para permitir el paso del agua de un tramo de la zanja a otro.

Tercer paso. En la construcción de la zanja bordo puede realizarse con personas y se puede utilizar maquinaria agrícola, para lo cual se diseña o se adapta un implemento que forme el bordo. Cuando se usa este método, se reducen de manera considerable los costos.

La forma del desarrollo de la Zanja Bordo con tractor agrícola se puede observar en Figura 10. 8.



Figura 10. 8 Sistema de zanja bordo con tractor agrícola (preparación) Terrazas individuales.

Esta labor consiste en remover el suelo a una profundidad mayor a 30 cm, de manera que se forma una cavidad en forma de medialuna con un metro de diámetro aproximadamente, para que retenga agua y así humedecer el terreno y crear condiciones más favorables para la sobrevivencia de la planta. Se realiza la Terraza Individual de manera manual con pico, sobre líneas de plantación a curvas de nivel. En el centro de esta se establece una especie forestal.

Densidad

Se plantea la construcción de estas obras con una densidad de 1,100 terrazas por hectárea a una distancia de 3 metros entre líneas de plantación y de 3 metros entre terrazas.

Elementos de diseño

Las terrazas individuales se deben construir en suelos con profundidades mayores a 30 centímetros. Se deben alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas que requiere cada especie forestal.

La dimensión promedio de las terrazas individuales es de un metro de diámetro en donde se forma un "círculo" de captación de agua y de suelo.

Primer paso. Para su construcción, se utiliza una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo; se debe trazar un círculo de un metro de diámetro.

Segundo paso. Después, se procede a excavar en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado, que permita almacenar agua de lluvia y proporcionar humedad a las especies forestales ahí plantadas. Dicho bordo puede reforzarse con piedras u otro material.

Tercer paso. Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno, se les puede dar a las terrazas una inclinación en contra pendiente dentro de la terraza.

La forma del desarrollo de las terrazas individuales se puede observar en la Figura 10. 9.



Figura 10. 9 Sistema de terrazas individuales para la posterior plantación

Periodo de construcción de las obras de suelos

Las tres obras de suelos propuestas anteriormente para la restitución del sitio del proyecto se deben realizar al inicio del periodo de lluvias, aproximadamente entre los meses de abril a mediados de junio, para que estas estén listas para el comienzo de la reforestación con las primeras lluvias del verano.

Además de las obras antes descritas es recomendable contemplar el desarrollo de obras de Presas filtrantes y Cabeceo de Cárcavas con piedra acomodada si se presentaran problemas de cárcavas que pusieran en peligro a la plantación o también sería recomendable su desarrollo si existiere este problema en áreas aledañas a la reforestación. Estas pueden ser de otros materiales, como puede ser madera murta, de geocostales llenos de suelo, de llantas, etc.

En la Figura 10. 10 se muestra cómo se deben de desarrollar estas obras en caso de que se ocupe su construcción:



Figura 10. 10 Diseño de Presas filtrantes, con de cabeceo de cárcavas

Aplicación de abonos orgánicos.

En varios experimentos realizados en diferentes partes del mundo se ha podido ver que el uso de abonos orgánicos puede mejorar la estructura del suelo y el contenido de nutrientes, disminuir la erosión y mejorar la alimentación de las plantas, dando como resultados mayores rendimientos y menos susceptibilidad a las plagas. Además, estabilizan el pH del suelo.

Las condiciones ambientales, la vegetación natural, el tipo de suelo y los métodos que se utilizan para la agricultura son decisivos para el éxito del uso de abonos orgánicos.

Existen una gran variedad de abonos orgánicos, entre los más utilizados se encuentran: Compost, Bocaschi, Humus de lombriz, Estiércol, Mulch, Abonos verdes, etc. Para el caso se describirá el de Estiércol que es el que se plantea utilizar, ya que es el más fácil de adquirir y además el más económico.

Estiércol

Los estiércoles son los excrementos sólidos y líquidos de los animales. Su incorporación al suelo aporta nutrientes, incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica y, por tanto, la fertilidad y la productividad del suelo.

Composición del estiércol

Como todos los otros abonos orgánicos, el estiércol no tiene una concentración fija de nutrientes. Esto depende de la especie animal, su edad, su alimentación y los residuos vegetales que se utilizan, entre otros. Mientras los animales jóvenes consumen una gran cantidad de nutrientes para su crecimiento y producen excrementos pobres, los animales adultos solamente substituyen las pérdidas y producen estiércoles ricos en elementos fertilizantes. Además, mientras más rica la alimentación, mejor sale la composición del abono. El mayor rol lo juega la especie animal porque produce excrementos muy diferentes, en relación con su contenido de nutrientes. Analizando los diferentes abonos según este criterio, los estiércoles ovinos son los más ricos en nutrientes, después sigue el guano de gallina (gallinaza) el estiércol equino, bovino y, por último, el estiércol porcino.

Por lo general, todos contienen mucho nitrógeno (N) y potasio (K), pero muy poco fósforo (P) disponible.

Manejo del estiércol

Antes de usar los estiércoles, deben ser sometidos a un proceso de fermentación para que los nutrientes lleguen al suelo de forma asimilable. Para lograr que este proceso sea lento y que no haya demasiada pérdida de nitrógeno, los montones no deberían tener una altura de más de 2 metros, además, hay que mantenerlos húmedos y con una capa de tierra encima para evitar lo máximo posible la pérdida de agua. El riego se puede realizar preferentemente con el mismo líquido que sale del montón o, en ausencia de éste, con agua.

10.3.2 Plantación

1. El área para reforestar y la densidad de población vegetal tiene que estar plenamente delimitada y establecida por el Coordinador del SAA (Sistema de Administración Ambiental – Control Ambiental), previa información con expertos que indicarán en el terreno el lugar en que se plantará cada especie. En el caso de reforestación por causa de árboles secos, queda a criterio del encargado de forestación la distancia a la cual se colocará la nueva planta.

2. Los encargados de plantar las especies tomarán en cuenta que la perforación en el suelo debe ser de una profundidad del doble de la bolsa en que viene la planta y 3 veces el ancho de esta (Figura 10. 11).

3. En caso de hacer la cepa con la retroexcavadora, la misma queda de tamaño sobrado por lo que se considera adecuada para la plantación.

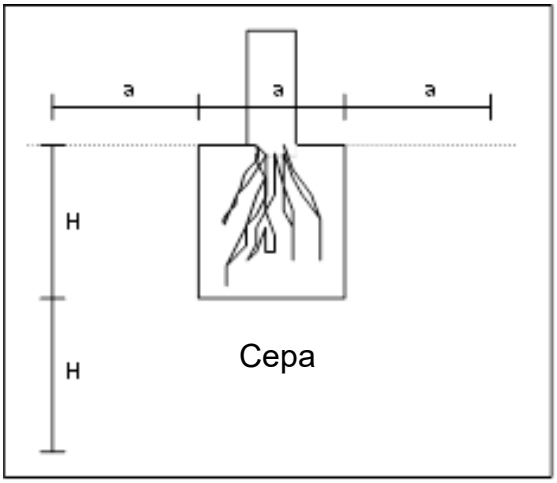


Figura 10. 11 Cepa individual para reforestación con plántulas

4. Se deberá tener disponible en el lugar la cantidad de tierra fértil suficiente para rellenar la cepa.

5. Se quita cuidadosamente la bolsa de plástico del árbol a plantar; se coloca tierra fértil en la cepa y se planta el árbol de tal forma que la parte baja del tallo quede aproximadamente a 10 cm por debajo de la superficie del terreno, agregando tierra fértil (Figura 10. 12).

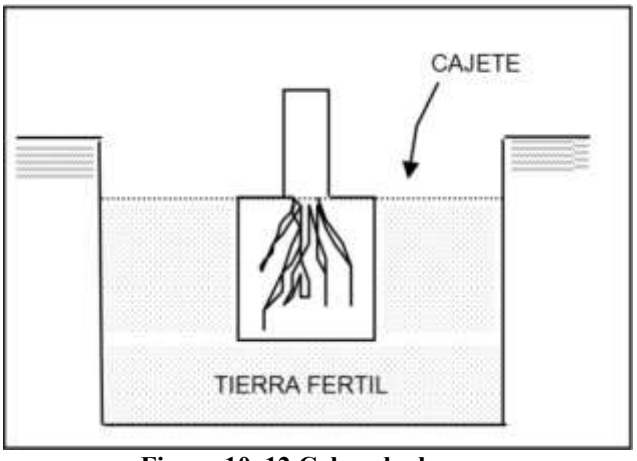


Figura 10. 12 Colocado de cepa

6. Se rellena la cepa con la tierra fértil hasta la base del tallo, agregando agua suficiente en el cajete formado.

7. Para plantas de talla menor a 50 cm se colocará una vara o testigo, a la que se atará el tallo del árbol plantado.

8. Para evitar el deslave y la erosión en los bordos de Depósitos de Jales se plantará pasto o vegetación nativa de la región en las laderas de éstos, quedando prohibido usar eucaliptos (*Eucalyptus* sp.), casuarinas (Casuarina sp.), Tamarix sp. u otras especies exóticas, incluso las de ornato, en las actividades de forestación.

10.3.3 Protección de la plantación

El objetivo de esta actividad es evitar la destrucción o daño de la reforestación por posibles agentes que pueden ser controlados por el hombre.

Es importante precisar que el proceso de la reforestación no termina al momento de concluir la plantación, pues la totalidad de las plantas puede morir si no se establecen medidas adecuadas de protección y mantenimiento.

Es recomendable proteger todas las áreas, para lograr una protección a menores costos unitarios por unidad de superficie.

En este sentido, primero se debe identificar el posible agente causal del daño a la reforestación, y proceder a implementar la protección específica y adecuada al predio, considerando su oportunidad, los materiales a utilizar, la participación de los dueños y factores extremos.

Protección contra animales

Se pueden considerar tres tipos de protección de acuerdo con el tamaño de los animales:

Animales de porte mayor. Se refiere al ganado vacuno, equino y a todo tipo de animales que se pueda controlar con un cercado de tres a cuatro líneas de alambre. El daño que provocan a las plantas es por pisoteo de las plantas, además de que compactan el suelo impidiendo la correcta oxigenación de las raíces y el paso del agua.

Animales de porte medio. Incluye el ganado ovino, sobre todo el caprino, que causa más daños a las plantaciones por su enorme capacidad digestiva y su dieta multiespecífica. El costo que implica la protección contra este tipo de animales en relación con el anterior es mayor, debido a que se requiere un sistema de cercado diferente para poder proteger la plantación. Se puede emplear el cerco con alambre con los hilos más juntos (15 centímetros cada uno) o el cerco con malla ciclónica. Cabe mencionar que en la región no manejan este tipo de ganado, por lo que la protección mediante cercado se encaminaría solo a animales de porte mayor.

Animales de porte bajo. Abarca todo tipo de animales silvestres como conejos, liebres, ciervos, tuzas y algunas especies de aves, entre otros. Para impedir el acceso de éstos al área reforestada, se pueden construir murallas de piedra o colocar cercos con malla ciclónica o borreguera. Aunque por lo costoso que conllevaría realizar una protección contra este tipo de animales, lo más viable seria realizar el ahuyentamiento de estos, hasta que la reforestación se establezca y las plantas se lignifiquen completamente.

Protección con cerco de alambre de púas y postes metálicos.

Este cerco se caracteriza por su rigidez, la cual deriva de la corta distancia entre postes y el uso de alambre de púas, grapas, tubos o ángulos metálicos. La distancia entre postes debe ser de cuatro metros como máximo, dependiendo de la topografía del terreno, del material y del tamaño de los postes; y con un mínimo de cuatro hilos de alambre de púas. Este tipo de cerco es costoso debido a la cantidad de postes que se utilizan y al costo del alambre. Sin embargo, es el más generalizado debido a su rápida colocación, instalación y durabilidad (ver Figura 10. 13).



Figura 10. 13 Protección con alambre de púas y postes metálicos

Aunque también se recomienda que si existe arbolado muerto dentro del área a reforestar se puede cercar con postes de madera (Figura 10. 14), lo que reduciría los costos considerablemente, ya que el poste metálico duplica el costo de adquisición.



Figura 10. 14 Protección con alambre de púas y postes de madera

Protección contra plagas y enfermedades

Diversos agentes patógenos pueden afectar una o más partes de los árboles, dando como resultado la reducción del crecimiento o, en casos severos, la muerte del arbolado. Por este motivo es importante implementar acciones de prevención, y en su caso de control, para reducir sus efectos.

El manejo integrado de plagas consiste en una estrategia que combina diversas acciones para tratar de reducir el uso de agroquímicos, disminuyendo así los efectos negativos para el ambiente y la salud humana.

Detección de plagas y enfermedades

La detección de plagas y enfermedades se realiza mediante monitoreos continuos, que implica la realización de recorridos en campo o sitios donde se establecerá la reforestación. No hay que olvidar que para que una planta se establezca favorablemente en campo, debe salir libre de plagas y enfermedades del vivero de procedencia.

En reforestaciones donde se favorece el establecimiento de una sola especie en áreas compactas, se generan condiciones favorables para el desarrollo de ciertas plagas.

Control mecánico y físico. Incluye una serie de prácticas que pueden eliminar directamente a las plagas o cambiar las condiciones favorables del medio a condiciones adversas para el desarrollo de estas (Andrews, 1989).

Tala de salvamento. Consiste en la eliminación total del arbolado en una o más áreas de la plantación con el fin de erradicar la plaga o enfermedad en un área determinada, éstas se denominan focos de infección debido a su condición. Los árboles derribados y el material secundario (ramas y ramillas) se deben de tratar en el sitio.

Poda de control de plagas.

Poda sanitaria. Es la remoción de una o más partes del árbol que han sido severamente afectadas por plagas o enfermedades. La remoción se efectúa por medio de podas.

Raleo sanitario. Es el derribo de árboles aislados dentro de la plantación que están afectados severamente y cuya condición no puede revertirse.

Control etológico. Consiste en aprovechar el comportamiento de la plaga ante ciertos estímulos, aprovechándolos para su control. Incluye el uso de feromonas sexuales, de agregación o antiagregación, atrayentes en trampas y cebos, repelentes e inhibidores de alimentación, entre otros.

Medidas preventivas. El manejo integrado de plagas y enfermedades en la reforestación inicia con la implementación de acciones que prevengan y eviten, en la medida de lo posible, la aparición de patógenos que afecten el buen desarrollo de esta.

Aislamiento. Consiste en delimitar con barreras físicas una o varias partes de la plantación con el fin de evitar la dispersión de la plaga o enfermedad, restringiendo el tráfico de personal y vehículos en esa área.

Eliminación de hospederos alternos. Se trata de la eliminación de plantas dentro del sembradío y sus alrededores que pueden ser hospederas alternas de plagas o enfermedades.

Canales de drenaje. La construcción de canales de drenaje evita la anegación de las zonas bajas de la plantación, dificultando así el desarrollo de plagas o enfermedades.

Medidas de control. Una vez que se identifican las plagas o enfermedades que afectan a la plantación, se pueden emplear diversos métodos para su control y combate.

Remoción y destrucción manual. Cuando se encuentre la presencia de insectos que pupen en ramas, corteza o suelo, es necesario hacer la remoción manual de las pupas y destruirlas en el sitio para cortar el ciclo del insecto.

Control biológico. Es la regulación de la población de un organismo por medio de otro. Parte del principio de que en la naturaleza todo organismo tiene uno o más antagonistas que lo eliminan o compiten con él.

Control por conservación. Consiste en conservar y promover la sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales nativos presentes en la plantación, con el fin de ampliar su impacto sobre las plagas.

Control biológico clásico. Consiste en la introducción y establecimiento de nuevas especies de enemigos naturales altamente específicas para el control de las plagas en la plantación.

Control químico. Plagas y enfermedades se controlan por medio de sustancias químicas o biológicas.

Para la utilización de sustancias químicas para el control de plagas es importante:

Seguir las normas de seguridad indicadas en la etiqueta para la aplicación, almacenamiento y eliminación de residuos.

•Usar los plaguicidas en forma sensata y racional. El uso excesivo y mal dirigido puede ocasionar resistencia en las plagas y mayor contaminación al medio ambiente.

•Utilizar los plaguicidas con oportunidad de aplicación, es decir, en el tiempo en que la plaga es más sensible y el producto trabaja con mayor eficacia.

•Utilizar productos selectivos.

Para combatir las plagas y enfermedades de ser necesario se utilizará un insecticida biológico de Aceite de Neem, este se describe enseguida:

Aceite de Neem como insecticida y fungicida

Los extractos naturales obtenidos de la semilla del árbol de Neem son un ingrediente fundamental en los nuevos productos comerciales registrados por la Agencia de Protección de Medio Ambiente para el control de plagas y enfermedades es Estados Unidos. El Neem puede controlar plagas tales como la mosca blanca, pulgones, cochinilla blanca y ácaros. El Neem puede proteger cultivos ornamentales y alimenticios contra enfermedades de hongos, tales como la roya y el oídio que atacan a las hojas.

El aceite de neem es un pesticida botánico obtenido de un extracto de la planta *Azadirachta índica*. Dado que no afecta significativamente a humanos, mamíferos o insectos beneficiosos, los granjeros usan el aceite de neem como un insecticida y fungicida para mantener alejadas plagas como los pulgones o la mosca blanca. El aceite de neem incluso protege los cultivos de infecciones de hongos tales como la roya y el mildiu. La gente también usa insecticidas con aceite de neem como repelentes de mosquitos y piojos.

La planta que proporciona el aceite de neem es originaria del Sudeste Asiático. La gente de estos países ha disfrutado, durante cientos de años, de los beneficios de machacar las hojas y tallos del árbol de neem, y ponérselos sobre la piel para mantener alejadas las picaduras de insectos como el mosquito. Un uso comercial e industrial más amplio se le encontró al potente aceite de neem, al machacar las semillas de la planta de neem. Cuando el aceite es destilado de las semillas, su mezcla concentrada contiene elevadas cantidades del ingrediente activo azadiractina.

El aceite de neem, rico en azadiractina, puede ser rociado sobre los cultivos como un sustituto orgánico, en lugar de otros insecticidas, químicos que podrían ser cancerígenos o tener usos limitados. El aceite de neem es repelente de insectos dañinos como la mosca blanca, mosquitos, pulgones, ácaros, y gorgojos; así como también, para reforzar las cosechas contra roya, botritis, mildiu y filoxera. Los cultivos comestibles de vegetales no se contaminan cuando se utiliza aceite de neem.

El aceite de neem hace que el sabor de las plantas sea más amargo, así las plagas no las comerán, empleándose como insecticida de contacto. La azadiractina también interrumpe la transición de los insectos entre sus diferentes estados de metamorfosis, como el paso de larva a crisálida. Impide que los insectos desarrollen un exoesqueleto más duro, y que se reproduzcan. Cuando el aceite es absorbido a través de las raíces de las plantas, actúa como un insecticida sistémico. Lo que implica que los cultivos no necesiten ser fumigados constantemente.

Otra gran ventaja del uso del aceite de neem es que no perjudica a los insectos beneficiosos. Las mariposas, lombrices y abejas ayudan a las plantas en la polinización y absorción de nutrientes. Los escarabajos “mariquitas” y los lacewings (crisopos verdes) comen los insectos cuando éstos intentan comerse las cosechas.

Uso como fungicida

En lugar de usar cobre, sulfuro, o incluso tratamientos sistémicos, el tratamiento ecológico basado en el aceite de neem se usa en frutales, nueces, vegetales, plantas de especias, rosales, plantas

de interior, árboles ornamentales, todo tipo de flores y arbustos. Y, es especialmente indicado en los viñedos contra el oídio y mildiu, que atacan a las cepas de uvas, no solamente como preventivo, sino también como un eficaz tratamiento curativo. De esta manera, cuando una planta se vea afectada por alguna de estas plagas, el método más eficaz sería tanto el uso de aceite de neem como tratamiento de contacto basado en la fumigación, así como también el riego del mismo producto que hará el efecto de tratamiento sistémico, siendo absorbido desde las raíces hacia todas las partes de la planta.

El aceite de neem es, por lo tanto, un fungicida efectivo para la prevención y control de varias enfermedades producidas por los hongos, incluyendo oídio, mildiu, moteado negro, botritis o podredumbre gris, antracnosis, roya, leaf spot (mancha foliar), filoxera y alternaría.

Tratamiento de plagas.

Las semillas y hojas del árbol de Neem contienen muchos componentes que son útiles para el control de las pestes. A diferencia de los insecticidas químicos, los componentes del neem actúan sobre el sistema hormonal de los insectos, no sobre el sistema nervioso o digestivo, y por lo tanto no originan el desarrollo de resistencia en las futuras generaciones. Estos componentes pertenecen a la clasificación general de productos naturales llamados "limonoides".

Con los limonoides presentes en el neem se elaboran efectivos insecticidas, pesticidas, nematicidas y fungicidas, que además son inocuos para el medio ambiente. Los limonoides más significativos encontrados en el neem, con probada capacidad para bloquear el crecimiento de los insectos, son: la azadiractina, salanina, meliantriol y nimbina. La azadiractina se considera actualmente como el agente más importante, extraído del neem, para el control de los insectos. ‘Parece tener eficacia en más del 90% de las plagas. No mata los insectos –o, al menos, no inmediatamente–, en lugar de ello, sirve tanto de repelente, como para interrumpir su crecimiento y reproducción. Investigaciones realizadas durante los últimos años, han demostrado que es el regulador y disuasorio más potente, nunca ensayado. Repelerá o reducirá la alimentación de muchas especies de plagas de insectos, así como de algunos nematodos. De hecho, es tan potente que una mínima cantidad de azadiractina evita que los insectos incluso toquen las plantas.

Ciertas hormonas son necesarias para el crecimiento y desarrollo de los insectos. Estas hormonas controlan el proceso de metamorfosis en que los insectos pasan de larvas a adultos. La azadiractina bloquea las partes del cerebro de los insectos que producen estas hormonas vitales. Como resultado, los insectos son incapaces de transformarse. Es a través de estos sutiles efectos hormonales, cómo este importante compuesto de neem rompe el ciclo vital de los insectos. Las poblaciones de insectos disminuyen drásticamente al ser incapaces de reproducirse.

El meliantriol y la salanina actúan como poderosos agentes inhibidores del proceso de alimentación. La nimbina, al igual que la nimbidina (otro componente del neem) tiene propiedades antivirales.

Bloquear la transformación de las larvas, se considera que es una de las cualidades más importantes del neem, que puede usarse para eliminar muchas especies de plagas. Los productos del

Neem son inocuos para la mayoría de los insectos beneficiosos, los humanos y demás mamíferos, excepto ciertos integrantes de la vida marina, como cangrejos, langostas, pescados y renacuajos.

A pesar de tener una gran selectividad, los derivados del neem afectan aproximadamente a unas 400 o 500 especies de plagas pertenecientes a Blattodea, Caelifera, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Ensifera, Hetroptera, Homoptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Phasmida, Phtniraptera, Siphonoptera y Thysanoptera, ostracodos, arañas y nematodos, especies nocivas de lombrices y hongos, incluyendo el productor de afllatoxina*, Aspergillus flavus*.

Se recomienda que en caso de presentarse insectos descortezadores se deba aplicar la metodología de combate contra esta plaga de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-019-RECNAT-1999, Que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas, las especies de descortezadores son las siguientes:

- *Dendroctonus mexicanus Pinus durangensis y P. cooperi*
- *Dendroctonus adjuntus Pinus durangensis*
- *Dendroctonus brevicomis Pinus durangensis*
- *Dendroctonus aproximatus Pinus durangensis*
- *Dendroctonus rhizophagus Pinus durangensis y P. cooperi*
- *Ips mexicanus Pinus durangensis y P. cooperi*
- *Ips bonanseai Pinus durangensis*
- *Ips pini Pinus durangensis y P. cooperi*
- *Ips lecontei Pinus durangensis y P. cooperi*

La norma en mención específica el tipo de control para cada caso, así como los productos químicos a aplicar, las dosis y frecuencias de aplicación. Así que en caso de que haya un brote de estos insectos se desarrollara un aviso de combate de estas, ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, siguiendo las especificaciones de la Norma.

Para tener un buen control de estas plagas se realizarán revisiones constantes fitosanitarias para tomar las medidas pertinentes esto para impedir su invasión. Es importante estar atentos a la presencia de plagas y enfermedades y rápidamente darle seguimiento e Incorporar paquetes tecnológicos disponibles para el control de plagas.

Protección contra incendios forestales

El peligro de incendios es un factor de alta consideración en materia de reforestación. Para minimizar riesgos es necesario implementar acciones preventivas y, en el caso de registrarse un incendio, se deben emplear las técnicas de combate más apropiadas de acuerdo con las herramientas y personas disponibles, así como la peligrosidad de este.

Prácticas para la prevención de incendios

Apertura de brechas cortafuego. Consiste en abrir líneas o franjas de dos a tres metros de ancho, dependiendo de las condiciones del terreno y el objetivo de la práctica. Con la apertura de las

brechas se busca eliminar todo el material combustible que se encuentre en las zonas críticas de la plantación para evitar que pueda provocar un incendio. Con este trabajo se logra aislar y proteger las áreas reforestadas.

Rehabilitación de brechas corta fuego. Una vez que se tienen las brechas corta fuego, es importante rehabilitarlas cada año, eliminando todo el material que pueda convertirse en combustible y dañar la reforestación en caso de incendio. Conviene no esperar a que la brecha haya sido cubierta en su totalidad.

Para proteger la reforestación se debe considerar la elaboración y colocación de rótulos en los límites del área de plantación, sobre todo donde los caminos llegan al sitio. Dichos rótulos deben incluir la información básica, como superficie plantada, especies utilizadas, año de establecimiento, dependencias responsables y advertencias de lo que no está permitido hacer dentro del área y a quién debe reportarse las irregularidades o emergencias. Los rótulos deben elaborarse con material durable y la pintura debe ser resistente a las condiciones climáticas.

10.4 Soporte y mantenimiento

1. El riego de las especies vegetales se lleva a cabo de manera permanente, cerrándose un ciclo de riego de acuerdo con la siguiente tabla de frecuencia:

Tabla 10. 6 Frecuencia de riego

Época	Tiempo
Normal	25 días
Sequía	15 días
Lluvias	Se suspende

2. La fumigación de las especies se puede llevar a cabo 2 veces por año, en caso de requerirse.

10.5 Procedimiento general e indicadores para monitoreo de sobrevivencia

Para determinar el éxito de la reforestación, se realizará a los 5 meses del término de esta un muestreo, donde se evaluará la sobrevivencia, el vigor, la sanidad y las dimensiones promedio de las plántulas.

Evaluación de la sobrevivencia en una plantación

La evaluación de la sobrevivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se desea conocer es la proporción de árboles que están vivos respecto a los árboles efectivamente plantados; además se supone que se plantaron plántulas con buen vigor. Buena sanidad y con dimensiones, se evaluarán estos indicadores en comparación con la situación actual.

Se entenderá como plantación al conjunto de todos los árboles que han sido plantados en un predio o rodal. En caso de que existan fracciones de terreno separadas, cada predio o rodal será evaluado como unidad por sí misma.

Selección de la muestra

La selección de la muestra consistirá en identificar como unidades de muestreo a sitios de determinada dimensión y forma y realizar la selección sistemática de ellos, en los que la evaluación se realiza en los árboles plantados incluidos en cada uno de los sitios seleccionados. Esta opción se considera como ventajosa por su practicidad y se identifica como el diseño de Muestreo por Conglomerados, en donde cada parcela es un conglomerado y los árboles son las unidades de muestreo secundarias, el muestreo es en una sola etapa, ya que todos los árboles dentro de una parcela seleccionada son evaluados.

Distribución de los sitios de muestreo

Aun cuando la teoría del muestreo se finca en la selección aleatoria de las unidades de muestreo sobre el marco de muestreo, la selección sistemática ha probado superioridad en la práctica y empleando las mismas fórmulas, los resultados satisfacen el nivel de precisión esperado, siempre que la población no tenga una distribución sistemática en cuanto al valor de la variable que se evalúa.

Para hacer una distribución sistemática de los sitios, se empleará una retícula, a la escala del plano o croquis, que ubique el número de puntos, representando cada uno a un sitio, correspondiendo a una determinada intensidad de muestreo. Las distancias entre líneas de muestreo y entre sitios deben ser iguales. Para una intensidad de muestreo de 0.5 % con sitios de 100 m2, esa equidistancia debe ser de 140 m aproximadamente.

Forma y tamaño de los sitios de muestreo

Para evaluaciones de sobrevivencia y demás indicadores mencionados de arbolado menor de tres metros de altura y densidades de plantación de 1000 a 1400 árboles/ha se emplearán sitios de 100 m2 de forma circular (5.64 m de radio) por lo que serán el tamaño y forma que se emplearán en esta evaluación.

Precisión, confiabilidad e intensidad de muestreo

La precisión que se demanda en la estimación de la proporción de sobrevivencia es del 5 % con una confiabilidad de 95 %. Se recomienda emplear una intensidad de muestreo de 0.5 %, cuando se tienen superficies de 50 ha o mayores. Sin embargo, en plantaciones o estratos muy pequeños (1 a 3 ha) el tamaño del error de muestreo es normalmente muy alto, y se requiere entonces de un número mayor de sitios para obtener estimaciones representativas (Spitler, 1995) (Tabla 10. 7).

Tabla 10. 7 Intensidad de muestreo sugerida

Tamaño del estrato o plantación (ha)	Intensidad de muestreo (% del área total)	Número de sitios/ha	Distanciamiento entre sitios y fajas (m)
1.0 a 3.0	2.5	2.5	63

Tamaño del estrato o plantación (ha)	Intensidad de muestreo (% del área total)	Número de sitios/ha	Distanciamiento entre sitios y fajas (m)
3.1 a 6.0	2.0	2.0	71
6.1 a 10.0	1.5	1.5	82
10.1 a 20.0	1.0	1.0	100
20.1 50.0	0.75	0.75	115
>50.0	0.5	0.5	140

En el cuadro anterior es notorio que entre más pequeña es la plantación aumenta la Intensidad de muestro y disminuye la distancia entre líneas y transectos, por lo cual aumentara el número de sitios por hectárea. La distancia entre sitios y fajas se obtiene con base a la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{A}{P}} = \sqrt{\frac{30{,}000m^2}{7.5}} = 63m$$

Dónde:

- D= La distancia entre sitios y fajas
- A= El área de la plantación en m^2
- P= Número de sitios a muestrear de acuerdo con la intensidad de muestreo
- Núm. sitios se obtiene: (área m cuadrados/ Tamaño de sitio) Intensidad de muestreo en decimales.

Proceso estadístico

Evaluación de la sobrevivencia de una plantación y de su estado sanitario

Ejemplo de aplicación:

El objetivo es conocer la proporción de árboles vivos respecto de los árboles plantados de una determinada plantación. Enseguida se expone un ejemplo en el que de manera inductiva se desarrollarán las partes sustantivas de una evaluación de la sobrevivencia.

Suponiendo que una plantación de 100 ha, plantada con un espaciamiento de 2.5 X 2.5 m entre plantas, 1600 árboles por hectárea, por lo que se tendrán 160,000 árboles en la plantación. Se emplearán sitios de muestreo de 100 m^2, por lo que se espera encontrar 16 árboles por sitio. La notación que se empleará es:

- p: Proporción estimada de árboles vivos.
- q: Proporción estimada de árboles muertos, (1-p)
- ai: Número de árboles vivos en el sitio i.
- N: Número total de sitios que, al ser de forma circular, será igual a 10,000; por lo expuesto antes, se aceptará ese número (10 000).
- n: Número total de sitios que se evalúan, tamaño de la muestra, en el ejemplo se considerarán solamente 10, que representa el 0.1 % de intensidad de muestreo, pero la que se recomienda es la del cuadro 2 (0.5 %).
- mi: Número de árboles plantados en el sitio i.

- m: Número promedio de árboles plantados por sitio en la muestra.
- v (p): Varianza estimada de p.
- LIM: Límite de error para la estimación de p o p' o p", según el caso, con una confiabilidad del 95%.

Las ecuaciones apropiadas para estas estimaciones se presentan enseguida, (Scheaffer, Mendenhall y Ott, 1987):

Estimador de la proporción de sobrevivencia (*p*):

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai}{\sum_{i=1}^{n} mi}$$

Varianza estimada de *p*:

$$v(p) = \left(\frac{N-n}{Nm^{-2}}\right)\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(a_i - p\,m_i)^2}{n-1}\right]$$

Límite para el error de estimación (*LIM*):

$$LIM = 2\sqrt{v(p)} = 2\sqrt{\left(\frac{N-n}{Nm^{-2}}\right)\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(a_i - p\,m_i)^2}{n-1}\right]}$$

10.6 Estimación de costos de rehabilitación forestal

Los terrenos degradados u ocupados por materiales y que requieren de una preparación previa para lograr el adecuado establecimiento de cubierta vegetal, implican la consideración de movimientos de materiales, rompimiento de compactación, limpieza, acarreo de sustrato, etc.

De acuerdo con el enfoque de cierre progresivo, es razonable suponer que gran parte de la superficie considerada para reforestación en el presente PRC 2025, al finalizar la operación, ya se encontrarán restituidas o en proceso de reforestación. Con base a los ajustes financieros aplicables, las estimaciones de costos de reforestación total pueden considerarse como presupuesto tope y una fracción importante será ejecutada por la misma operación para las obras que vayan alcanzando su capacidad de diseño, especialmente para el Depósito de Jales.

La estimación detallada de costos se presenta en el capítulo 14 de estimación de costos de restitución y cierre; así como en el respectivo Anexo 14.1.

11.0 Descripción del escenario modificado para el cierre de mina

Las zonas de conservación y recuperación (por medio de reforestación de plantas de vivero) planeadas para la restitución durante la vida útil de la mina, disminuirán el efecto de fragmentación de la vegetación, lo que permitirá que la fauna siga habitando las diferentes zonas del predio, teniendo diferentes lugares de refugio y que los depredadores no mermen las poblaciones actuales de mamíferos pequeños, medianos y grandes. La responsabilidad de la empresa en la conservación y protección del predio en aquellas áreas que son de su propiedad y que no han sido explotadas, representa un elemento relevante para modificar la tendencia de degradación del medio ambiente en cuanto a extensión y calidad de sus diferentes componentes.

La difusión de información y concientización del personal que opera y operará durante el resto de la vida útil de la unidad minera, permitirá que se recupere, mantenga y coexista la flora y fauna del lugar, ya que, conocerán los beneficios ambientales que tienen los recursos, entre otros, evitar la pérdida de suelo por erosión, conocer valor de las especies de la zona, mantener zonas de conservación de vida silvestre, incrementar espacios de recreo y compensar el paisaje modificado con nuevas áreas verdes.

Si bien el municipio y área urbana de Guanajuato cuentan con un modelo de Ordenamiento Sustentable del Territorio PEDUOET 2040, invariablemente al final de la operación de la Mina Valenciana, contará con planes, incluso parciales o distritales, por lo que se recomienda integrar a la Mina Valenciana en las etapas finales en dichos planes de tal forma que pueda ser considerado como una zona de transición y se divulgue el uso de suelo potencial y las restricciones aplicables (en materia de construcción, actividades productivas, áreas de conservación, zonas de recuperación, etc.). En la actualidad, se identifica los sitios de depósitos de jales como un sitio apto para reforestación y restauración.

11.1 Relieve topográfico y vegetación previa al desarrollo del Proyecto

En los terrenos de Minera Valencia, el punto máximo dentro del polígono del PRC 2025 cuenta con una altitud de 2,319 msnm y el bajo topográfico dentro del polígono cuenta con una elevación de 2,062 msnm. Dentro de los polígonos de mina San Ignacio la elevación más alta es de 2,395 msnm correspondiente a la tepetatera y el bajo topográfico es de 2,349 msnm en el arroyo San Ignacio. En las zonas aledañas a mina Valenciana se localizan otras elevaciones cuyas alturas son de 2,544 msnm siendo parte de la Sierra de Guanajuato, fisiográficamente está ubicado en la Mesa del Centro.

En la Figura 11. 1 y Figura 11. 2 se muestra un modelo digital de elevación en el que se aprecian las variaciones altitudinales con respecto a las formaciones cerriles que se extienden entorno a la Unidad Valenciana.

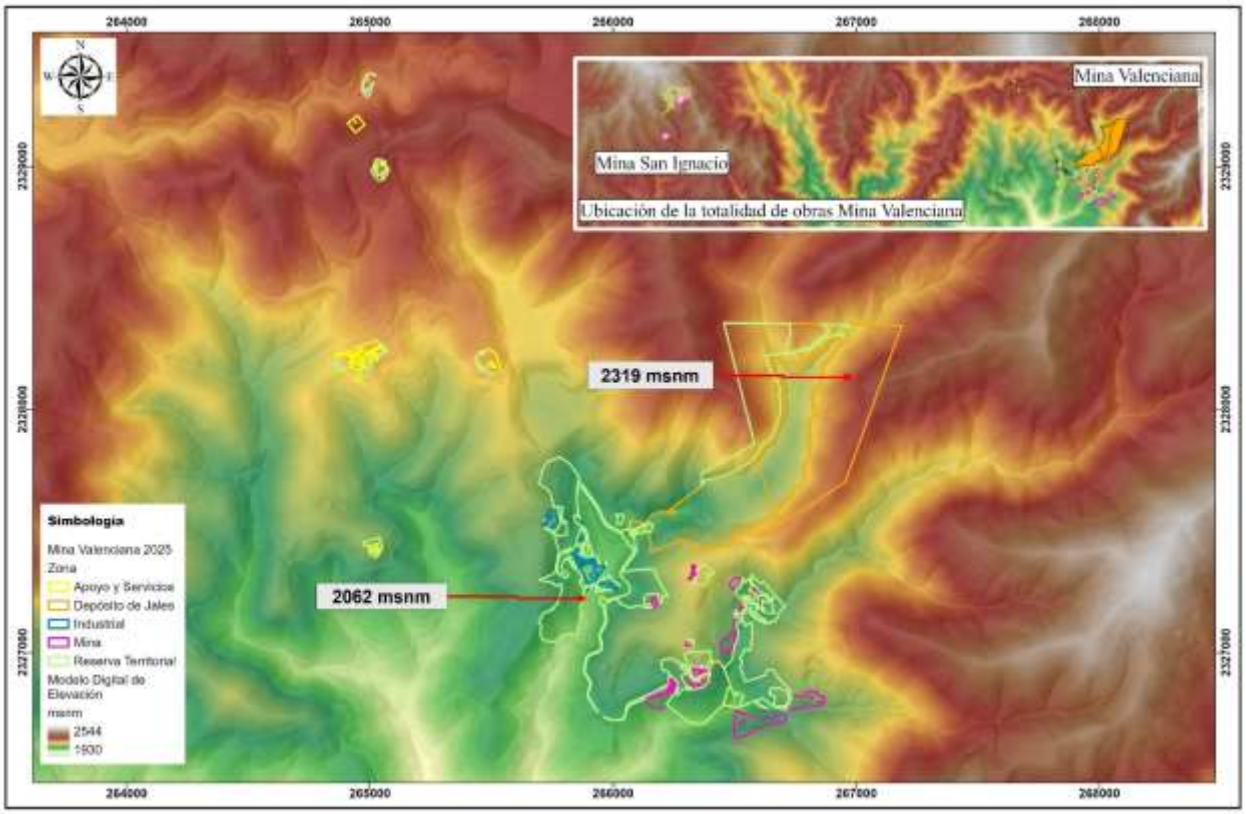


Figura 11. 1 Mina Valenciana respecto al Modelo Digital de Elevación

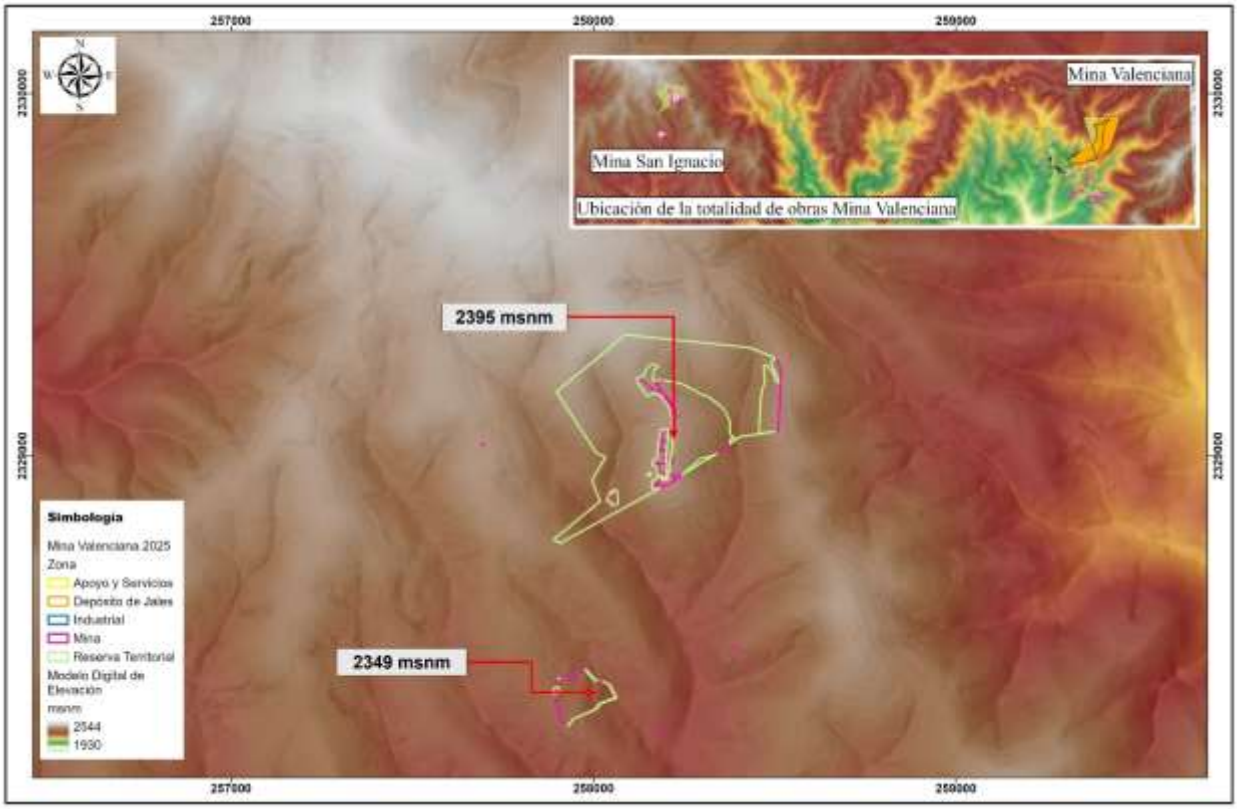


Figura 11. 2 Mina San Ignacio respecto al modelo Digital de Elevación

El uso de suelo previo a la mina Valenciana correspondía a terrenos con minería histórica (minería desde el siglo 17), terrenos de vegetación silvestre, seguido por la zona urbana de Guanajuato.

Según información obtenida de la Serie II de Usos del Suelo y Vegetación del 2001 de INEGI, los cambios de suelo agropecuario o forestal a uno minero-industrial por el desarrollo de obras y la instalación de infraestructura dentro del polígono PRC 2025 se realizaron en sitios con los tipos de vegetación y usos de suelo mencionados a continuación (Figura 11. 2):

- Pastizal inducido.
- Bosque cultivado plantación forestal permanente.
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

En la Figura 11. 5 y Figura 11. 4, se muestra la distribución del uso de suelo y vegetación cerca de la mina Valencina y mina San Ignacio de acuerdo con la serie VII de INEGI. Se puede observar la ausencia de vegetación aparente en la zona de los depósitos de jales.

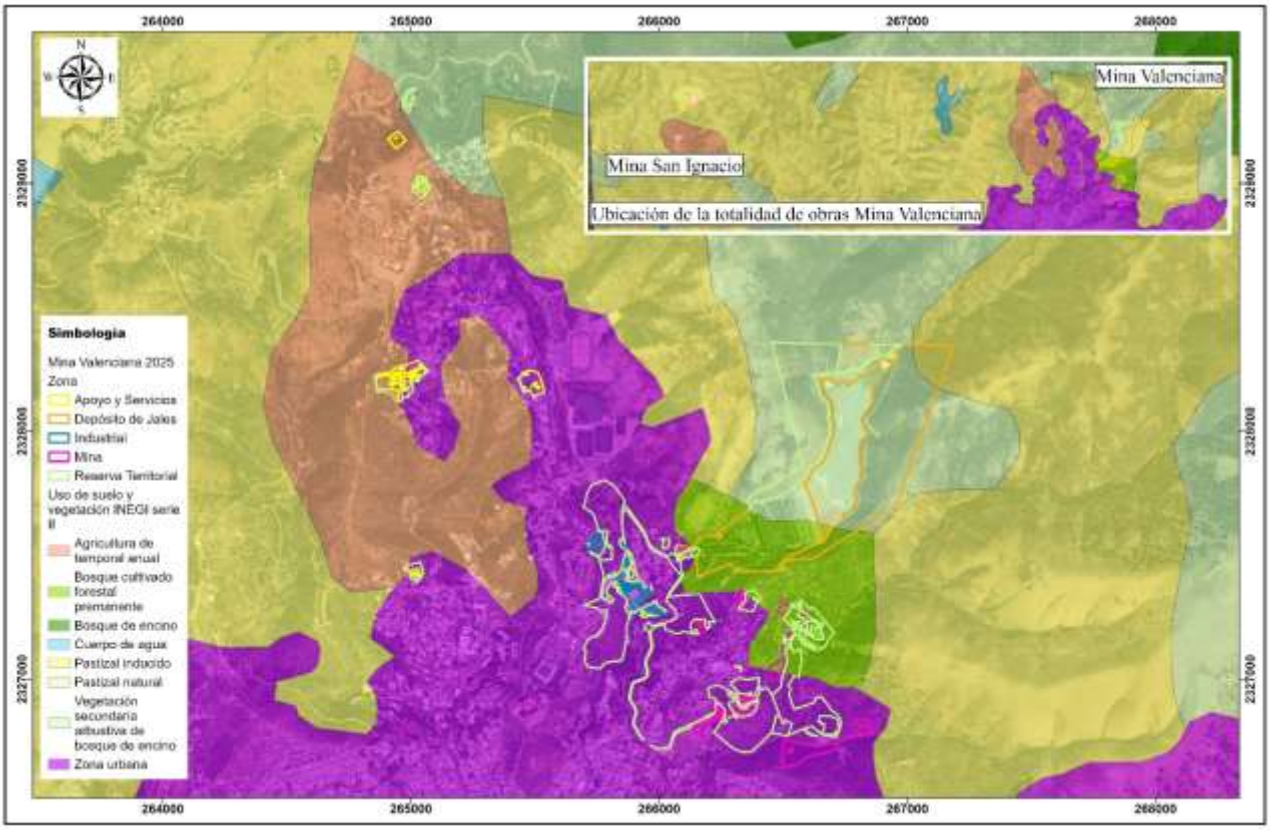


Figura 11. 3 Usos de suelo en la mina Valenciana Serie II INEGI

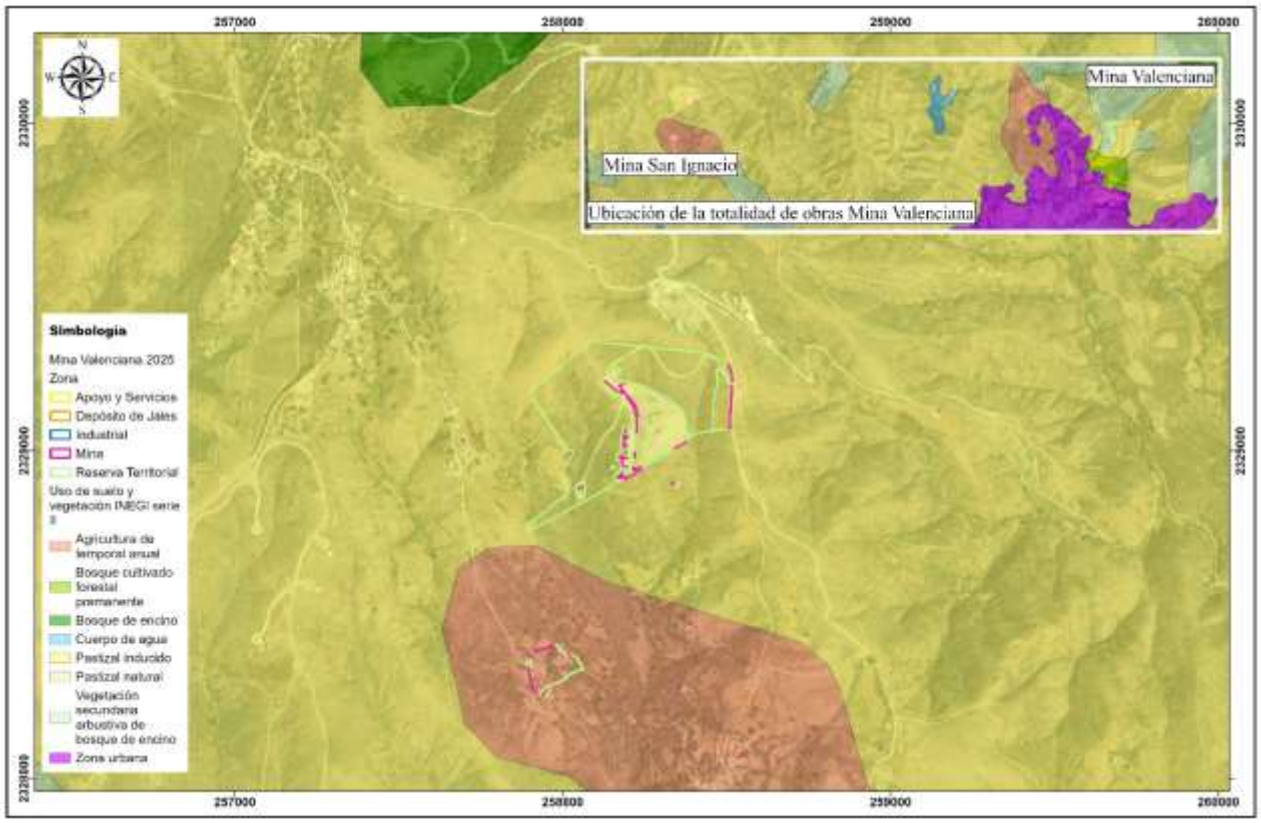


Figura 11. 4 Usos de suelo en la mina San Ignacio Serie II INEGI

En la Figura 11. 5 Figura 11. 6 se observa la distribución actual del uso de suelo y vegetación en el área de mina Valencia y mina San Ignacio, un número considerable de obras se ubican sobre la zona urbana de Guanajuato, en pastizal inducido y en pastizal natural.

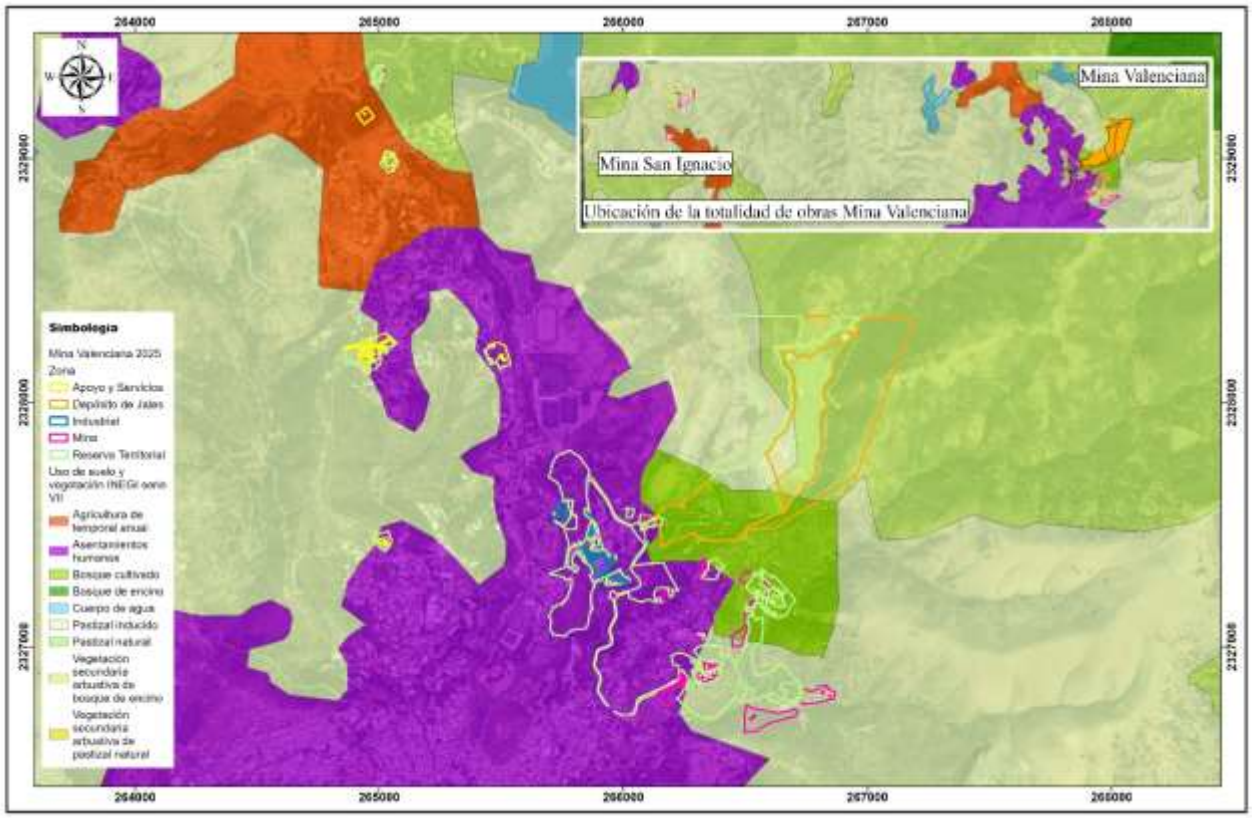


Figura 11. 5 Usos de suelo en la mina Valenciana serie VII INEGI

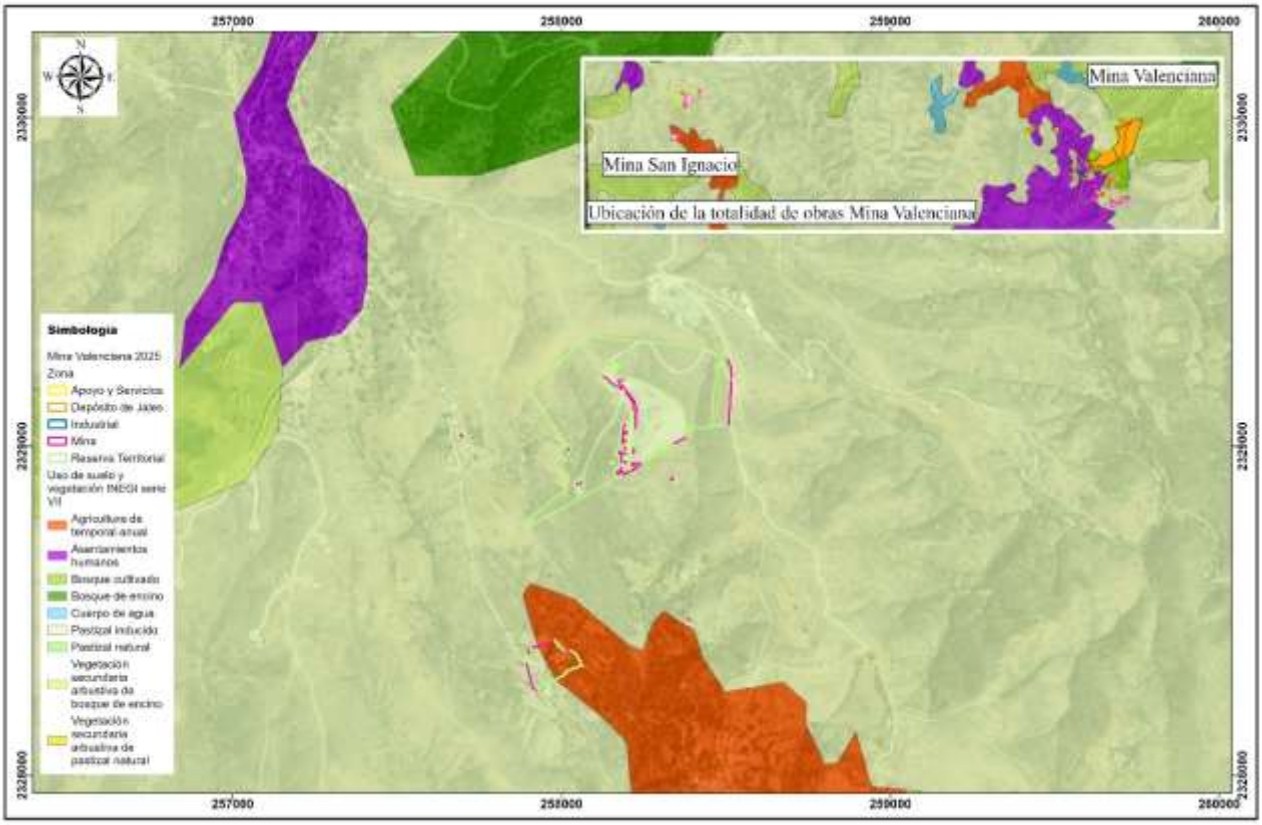


Figura 11. 6 Usos de suelo en mina San Ignacio serie VII INEGI

11.2 Esquema conceptual de cierre de jales

El escenario para el cierre de la Mina Valenciana contempla la estabilización física, química y biológica de las obras que permanecerán en el sitio (depósito de jales). Para lograr la estabilidad, se deberán realizar ciertas maniobras que permitirán la reintegración paulatina al paisaje de dicha obra.

Las presas de jales Jolula está diseñada con base en un bordo iniciador de línea central, con un eje de conducción de soluciones para el eficiente drenado de agua pluvial y estabilidad de taludes externos. El mismo diseño de las Presas de Jales ya considera el establecimiento de bermas o bancos de 3 a 4 metros de ancho para estabilidad operativa (factor de seguridad) y estabilidad a largo plazo, facilitando las maniobras de restitución.

Particularmente, la Presa de Jales Jolula en su diseño actual cuenta con una altura máxima (pie de presa contra cresta) a los 2180.5 msnm y una inclinación promedio de su talud de 16 grados, sin embargo, si se cuenta con las condiciones necesarias (autorización de las autoridades, presupuesto interno, etc) puede seguir creciendo el depósito o cambiar a jales filtrados.

Para la etapa de cierre será necesario la utilización de suelos tomados de bancos de material, ya que no se dispone de suficiente suelo rescatado en el sitio. La cubierta de superficie con jales será con base en una capa de tepetate y suelo orgánico para asegurar un potencial adecuado de restitución de cubierta vegetal. Estos posibles bancos no han sido identificados ni estudiados, por lo que en futuras actualizaciones del PRC se tendrá que detallar esta información.

El diseño final conforme a ingeniería a detalle de cubiertas de los depósitos de jales podrá implicar mejoras y variaciones al esquema conceptual, siempre y cuando se cumplan con los requisitos básicos de cubierta:

- Reducción de ingreso de oxígeno.
- Reducción y/o control de tasas de infiltración.
- Contención y prevención a dispersión (eólica/hídrica) de partículas y sedimentos de jales).
- Compactación apropiada de acuerdo con especificaciones de mecánica de terreno (90 a 95% Proctor).
- Los materiales que podrán identificarse como sustitutos a tepetate alcalino compactado, corresponden de forma no limitativa a:
    - Geo sintético de alta resistencia para encapsulado, implicando un diseño y balance de agua dentro de un esquema de estabilidad (estático y pseudo-estatico).
    - Arcillas naturales compactadas para encapsulado y sellamiento de jales.
    - Bentoliner (doble capa de geotextil con capa intermedia de bentonita) para integrar una capa de cubierta de encapsulamiento.

Las planicies de las celdas contarán con una ligera pendiente de 2% que permitirá el escurrimiento del agua hacia los bordes para evitar la acumulación de agua y posibles daños o filtraciones al depósito. La pileta de agua permanecerá en el sitio adaptado como un humedal de temporal para la retención de sedimentos y metales.

La derivación de aguas pluviales coadyuva en la reducción de humedad al interior de vasos de jales, sin embargo, la precipitación directa y filtraciones, implicara salidas de agua de temporal en la base de los depósitos de jal (por galerones rellenos con tepetate). Se asume que las bóvedas al interior sufrirán colapsos a mediano y largo plazo, con potencial arrastre y liberación de jales. El esquema conceptual de estabilización de Mastrantos IV y V, se plasma en la Figura 11. 7:

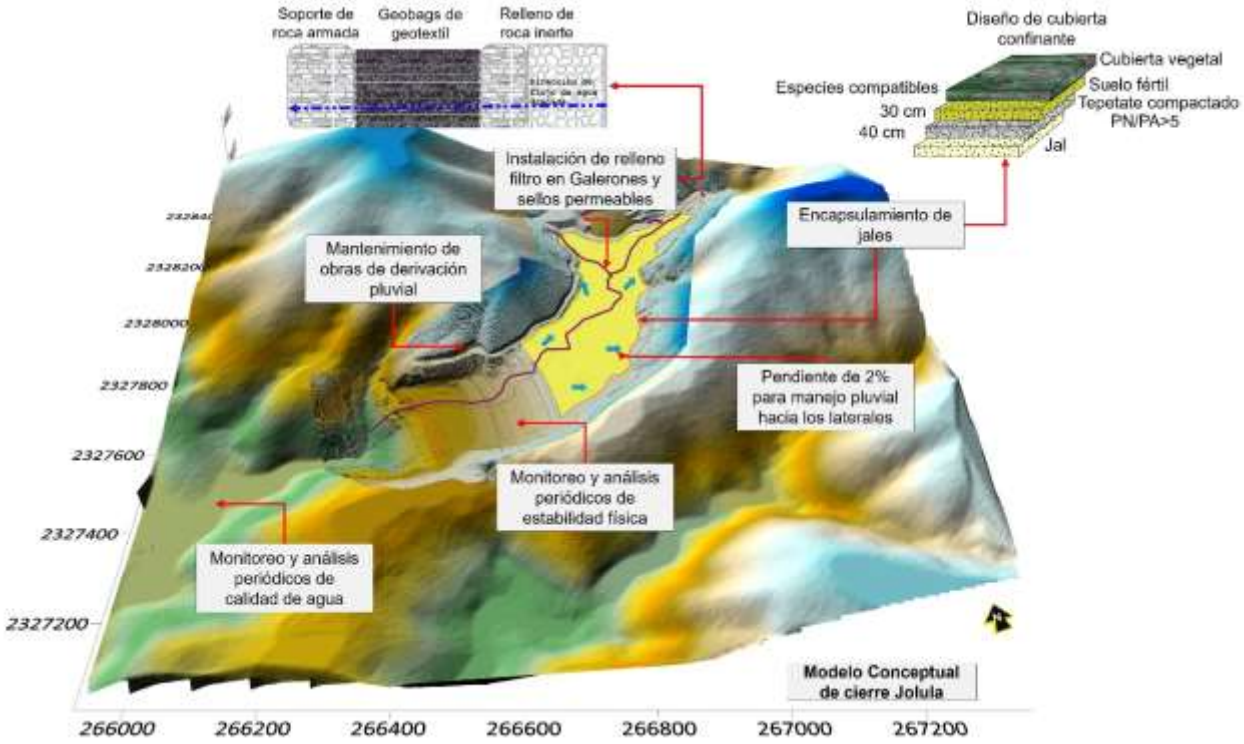


Figura 11. 7 Esquema conceptual de cierre de presa de jales Jolula

Al considerar la persistencia de agua de filtración de los depósitos, se plantea llevar a cabo un relleno de bóveda al interior (en la medida que sea factible) e instalación de un sello permeable (Figura 11. 8) construido con estivado de bolsas de geotextil tubulares rellenas con arena para actual como sello filtrante, reteniendo sólidos y permitiendo drenado de agua de temporal y humedad residual.

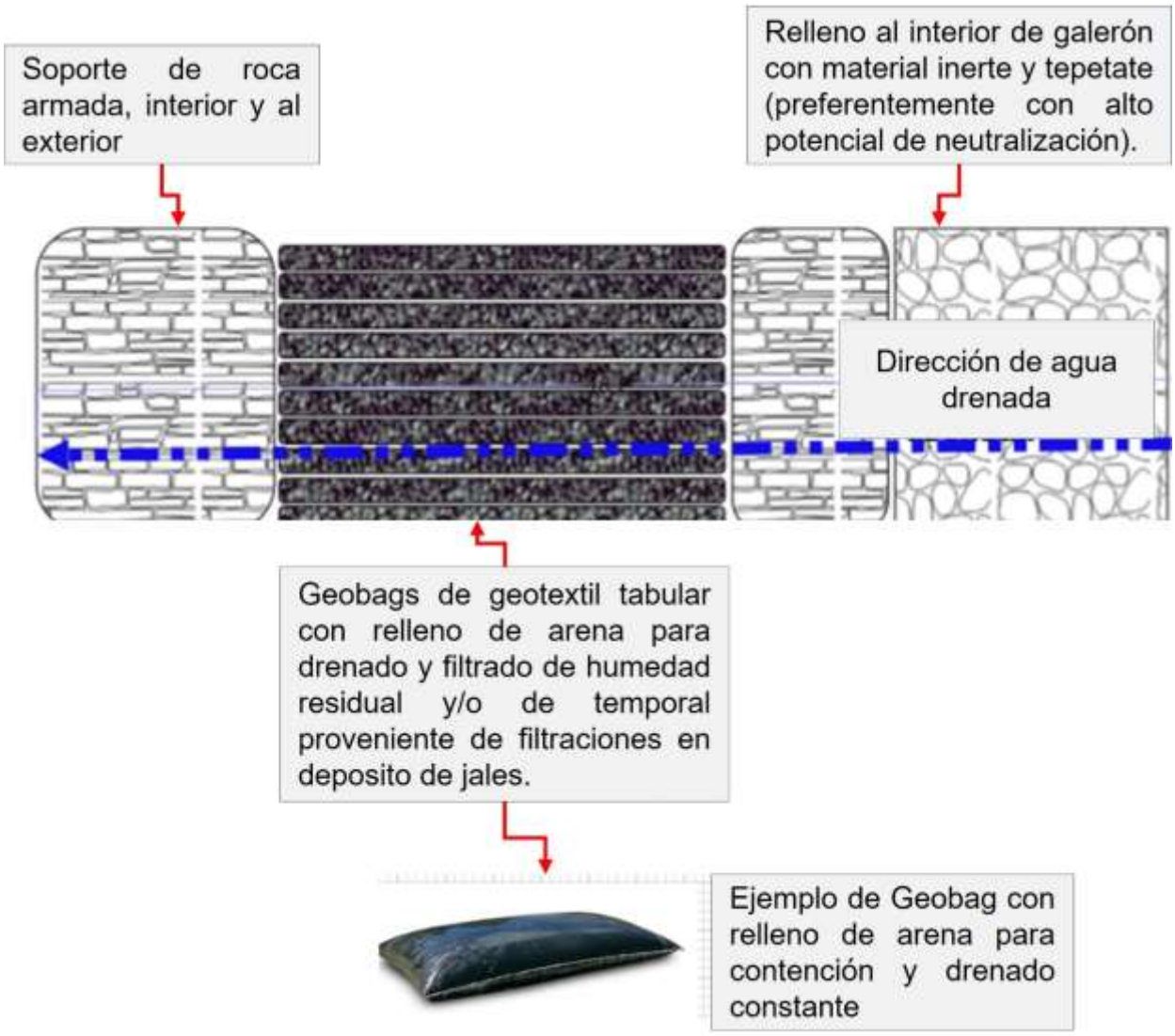


Figura 11. 8 Esquemático de relleno e instalación de tapón permeable para filtrado de efluentes

La aplicación del sello permeable en galerones será evaluada en la ingeniería definitiva de cierre con posible reemplazo por relleno consolidado de materiales apropiados para evitar colapso de la estructura. Estos podrán ser jales espesados, jales con aditivos de sello (arcillas y cemento).

11.3 Escenario modificado para cierre de tepetateras

Los depósitos de tepetate corresponden a las obras de mayor grado de variación para planeación de cierre al no contar con un balance definitivo de volumen, altura, huella de ocupación para fin de operación. Los depósitos se pueden considerar como patios temporales de acopio, almacenamiento temporal y maniobras para depositar y extraer material para relleno de mina y otros usos, con base a su valoración.

La operación de los depósitos de tepetate en superficie se enfoca a los siguientes usos que impactarán en la determinación eventual y definitiva de las maniobras reales de estabilización y cierre:

- Aprovechamiento de terrero para procesar en planta de beneficio.
- Aprovechamiento prioritario de tepetate como material de relleno de mina subterránea.
- Aprovechamiento de tepetate como material de préstamo, construcción y refuerzo de los depósitos de jales (crecimiento y maniobras de cierre).
- Aprovechamiento de material para cubierta y encapsulado de jales.
- Aprovechamiento de tepetate como material de relleno para cierre de accesos a mina.
- Aprovechamiento de tepetate como material de construcción y mantenimiento de operaciones (rellenos, terraplenes, caminos, construcción de presas de roca, etc.).
- Como banco de material para cierre, incluyendo cubierta de jales, construcción de presas permeables como obras de control hidrológico, mantenimiento de caminos, etc.

En la actualidad, en Mina Valenciana cuenta con 4 Tepetateras y Terreros identificadas, esto se puede observar en la Figura 11. 9 y Figura 11. 10



Figura 11. 9 Ubicación de tepetateras y terraplenes mina Valenciana

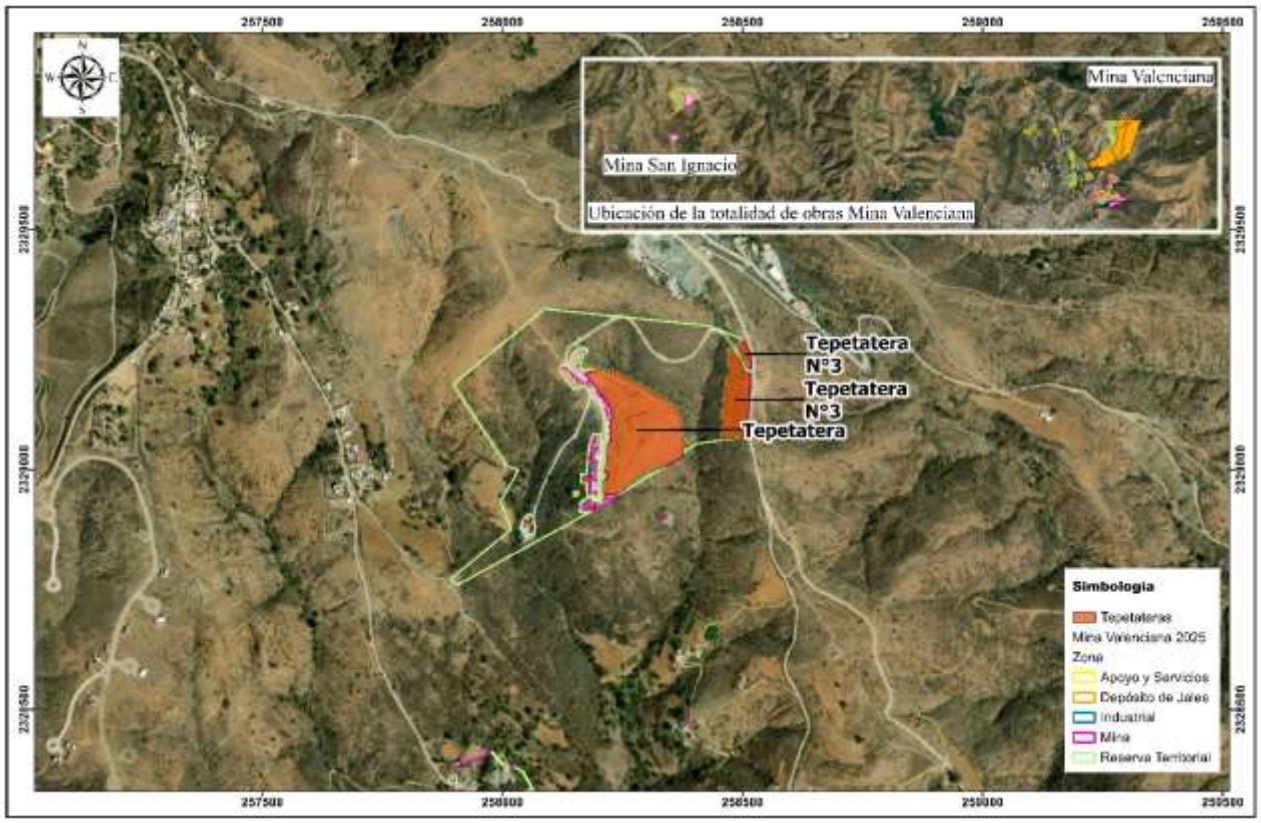


Figura 11. 10 Ubicación de tepetateras en mina San Ignacio

En función del alto requerimiento de roca para contrafuertes, cubiertas, relleno de mina, sellos de accesos a mina, se anticipa un déficit de tepetate y por lo tanto la opción más viable y sustentable en manejo y cierre de tepetateras, corresponde a su eliminación por aprovechamiento como bancos de material (reduciendo de forma parcial la necesidad de apertura de bancos de préstamo de materiales).

Las tepetateras podrán permanecer en el sitio, únicamente en caso de no contar con las características apropiadas para su aprovechamiento como material de calidad apropiada para contrafuertes y cubiertas, en cuyo caso, será necesario la estabilización y cierre:

- Reducción de agua de contacto por derivación en perímetro de los depósitos, con la finalidad de separar escurrimientos provenientes de laderas aguas arriba y superficie de captación.
- Aprovechamiento de tepetate como material de construcción y relleno de mina.
- Aprovechamiento de tepetate con potencial de neutralización para fines de instalación de cubiertas.
- El tepetate en patios y terraplenes considera:
    - Mantenimiento y construcción de controles pluviales y barreras de retención de sedimentos.
    - Instalación de una cubierta vegetal con la mayor densidad posible, para retener humedad, liberar agua a la atmosfera, prevenir procesos de erosión y mantener estabilidad de taludes.

  - La cubierta vegetal propuesta, corresponde a herbáceas y arbustivas con potencial de incluir arbóreos en porciones superiores y supeditado a mejora de terreno.
  - Los taludes, se consideran como estables para la operación, pero para fines de estabilidad a perpetuidad, se anticipa la necesidad de reconformación y/o suavizado de taludes remanentes o la aplicación de soportes adicionales que permitan mantener pendiente marcada (materiales de cubierta para estabilizar taludes, colocación de gaviones de soporte, etc.).
  - Los taludes con influencia aguas abajo, contarán con estructuras de roca para conformación de barreras permeables con capacidad de retención de sedimentos, construidas con materiales de granulometría adecuada y de capacidad apropiada de neutralización para regulación de pH en caso de presentar alguna condición de acidez (de momento, el tepetate permanece clasificado como NO peligroso) o instalación de bermas de retención.
- Los taludes sin influencia aguas abajo, serán estabilizados con cubierta vegetal, pero sin barreras permeables o contenciones adicionales en base de taludes.

11.4 Esquema conceptual para cierre de edificaciones e infraestructura de beneficio

El enfoque de cierre para edificaciones e infraestructura de beneficio corresponde a la eliminación de edificaciones, integrando la recuperación de equipos y materiales, desmontaje de estructuras, demolición limpieza del terreno, rispado del terreno, adicción de sustrato y por último para restauración del sitio se llevará a cabo la reforestación.

La zona que cuenta con edificaciones e infraestructura de beneficio es la zona Industrial, en ella se encuentran infraestructuras como tolvas, tanques, los procesos de trituración primaria, la planta de beneficio, bodegas de reactivos. En la Figura 11. 11 se observa el esquema conceptual para el cierre de la infraestructura de beneficio, la cual consiste en la eliminación de edificaciones, estabilización, desmantelamiento y recuperación de equipo.

La infraestructura de beneficio se encuentra dentro de la mancha urbana de Guanajuato por lo que tiene un valor histórico, es importante mencionar que existe la posibilidad de que las estructuras tengan un proceso de transición hacia el gobierno o la sociedad.



Figura 11. 11 Esquema conceptual para cierre de edificaciones e infraestructura de beneficio

11.5 Esquema conceptual para cierre de edificaciones e infraestructura de apoyo y servicios

La infraestructura de apoyo y servicios de Mina Valenciana corresponde a las obras de oficinas, servicios, bodegas y talleres, así como de obras antiguas con valor histórico. El enfoque de cierre corresponde a la eliminación de los patios, obras, y servicios que no son requeridos para la etapa de cierre, mantenimiento, monitoreo o que no presentan una clara utilidad para beneficio de las localidades cercanas y sus comunidades.

Guanajuato se encuentra en la lista de la UNESCO como patrimonio de la humanidad, de forma local cuenta con la designación de obras y zonas como Patrimonio Cultural Arquitectónico ó Patrimonio Cultural Urbano. Se recomienda determinar que obras de mina Valenciana cuentan con esta designación para establecer los criterios de transición hacia los actores correspondientes. Para este PRC estas obras se consideran en el Plan Maestro, pero no se aplican obras de restitución al considerar que son obras que permanecerán a perpetuidad.

En la Figura 11. 12 se muestran la localización de las obras respecto al polígono determinado por la UNESCO y las designaciones locales de patrimonio.

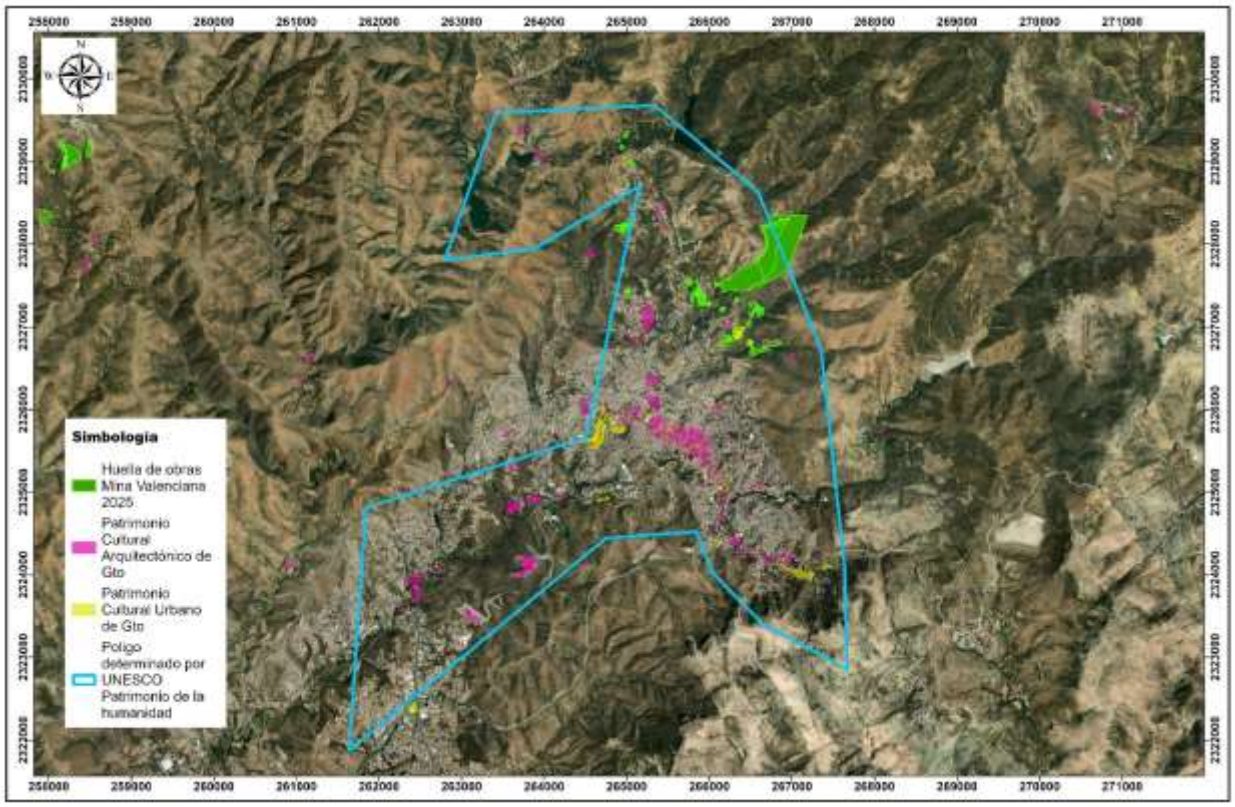


Figura 11. 12 Localización de las obras de Mina Valencia respecto a condiciones de patrimonio

Al no tener un esquema de maniobras de restitución se sugiere realizar la transición de estas obras con los actores interesados. En la Figura 11. 13 se observa el esquema conceptual para la transición de estas obras y un ejemplo de las fichas de patrimonio por parte del estado de Guanajuato.



Figura 11. 13 Esquema conceptual para el cierre de infraestructura de apoyo y servicios

11.6 Escenario modificado en función de los objetivos de cierre

La alteración y/o afectación a los recursos bióticos y abióticos del ecosistema en el área de Proyecto comenzó con las primeras actividades de exploración minera realizadas en la zona en el siglo XVII, sin embargo, el área ha sido constantemente sometida a cambios por la ampliación o ejecución de nuevas obras, desarrollo de nuevos Proyectos y por la frecuencia de la explotación de minerales.

Una vez aplicadas las medidas propuestas para obras y áreas impactadas en la Mina Valenciana, se espera que las alteraciones y afectaciones a los recursos bióticos y abióticos generadas en el área de la mina desde el inicio de las actividades mineras, sean revertidas a mediano-largo plazo, mitigadas o compensadas durante la ejecución del plan de cierre.

En términos de sustentabilidad, se busca mantener el equilibrio entre las actividades humanas y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales, logrando un desarrollo económico con la implementación de tecnología y ciencia avanzada. Todo esto sin comprometer el desarrollo aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables de las generaciones futuras, por ello, la reincorporación (total o parcial) de las áreas impactadas al entorno para formar parte del paisaje natural, es primordial.

Los objetivos de estabilización del Proyecto serán cumplidos a partir de los siguientes principios:

- Estabilización física:
  - Modificar y mantener las estructuras remanentes (depósito de jales, terreros, rampas, bocaminas y malacates) con geometrías, contenciones y protecciones apropiadas. En caso de ser necesario, los taludes y obras que requieran modificaciones por aspectos de estabilidad a largo plazo serán suavizados y/o reforzados conforme a los diseños e ingenierías de cierre (incluyendo análisis de estabilidad final).
  - Instalación de obras de control aguas para evitar ingreso al interior de los depósitos de jales, implementación de reingenierías de diseño, etc.

- Estabilización química:
  - Encapsulamiento de los depósitos de jales y para evitar arrastre y dispersión de contaminantes por medio de escurrimientos superficiales y levantamiento de polvos.
  - Manejo adecuado de los distintos tipos de residuos y desinstalación de estructuras donde se manejes sustancias peligrosas o nocivas para el medio ambiente y la salud.

- Estabilización biológica:
  - Instalación de cubierta vegetal en depósitos superficiales, reforestación de zonas degradadas, protección y conservación de terrenos forestales.
  - Ejecución de programas de aprovechamiento sustentable, que permitan restablecimiento de poblaciones de flora y fauna en los espacios en recuperación y bosques aledaños y fomentar la conservación y protección de especies y zonas con vegetación densa y vigorosa no impactadas durante la operación de la mina.

En la Figura 11. 14, Figura 11. 15, Figura 11. 16 y Figura 11. 17se plasma la proyección del escenario futuro de cada zona en función de los objetivos de estabilización física, química y biológica del plan de cierre:

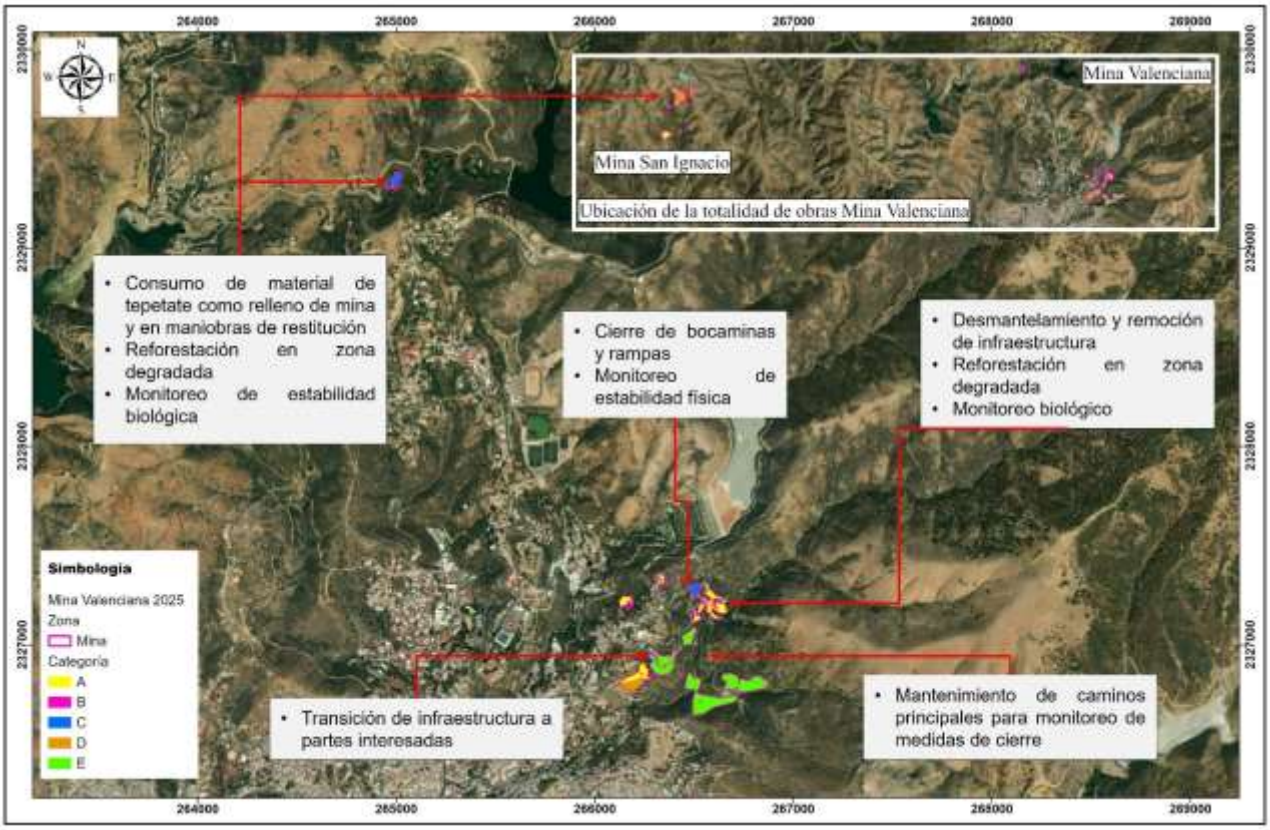


Figura 11. 14 Escenario modificado en Zona Mina

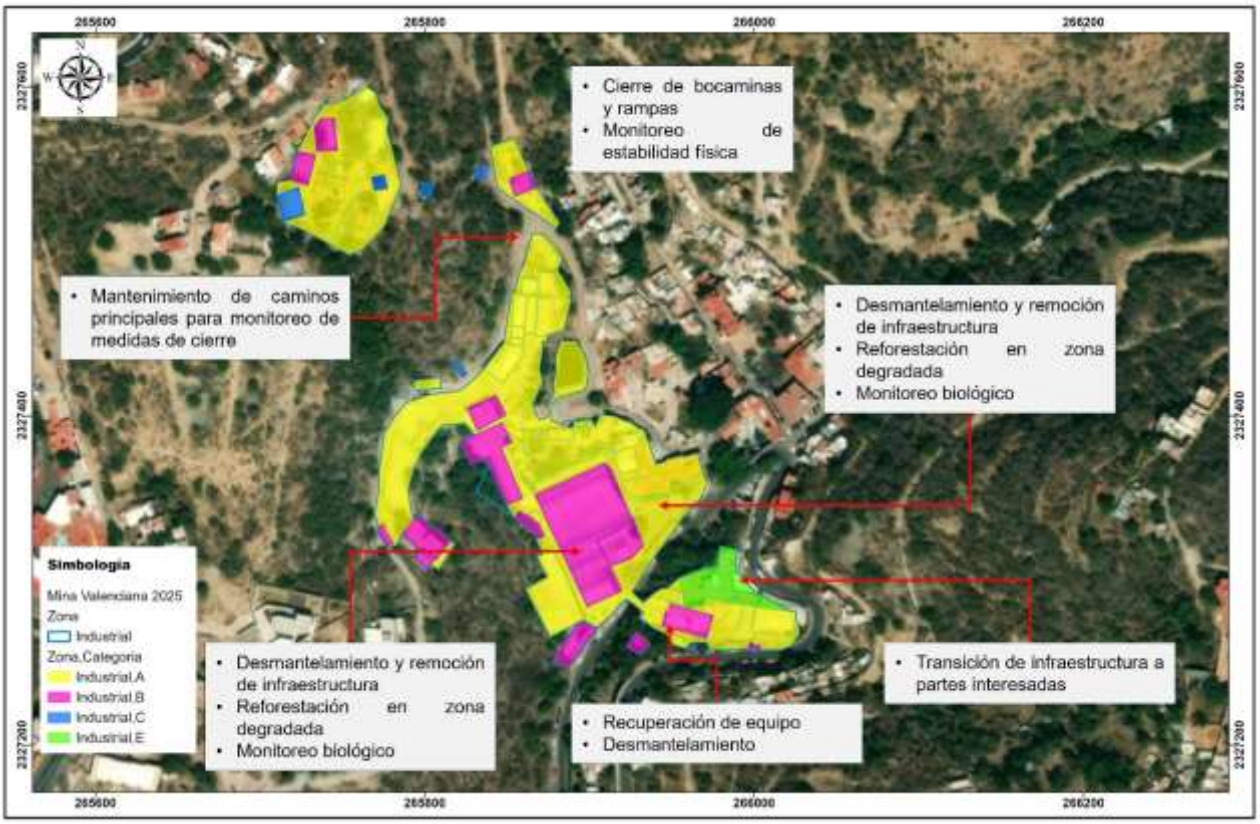


Figura 11. 15 Escenario modificado en Zona Industrial

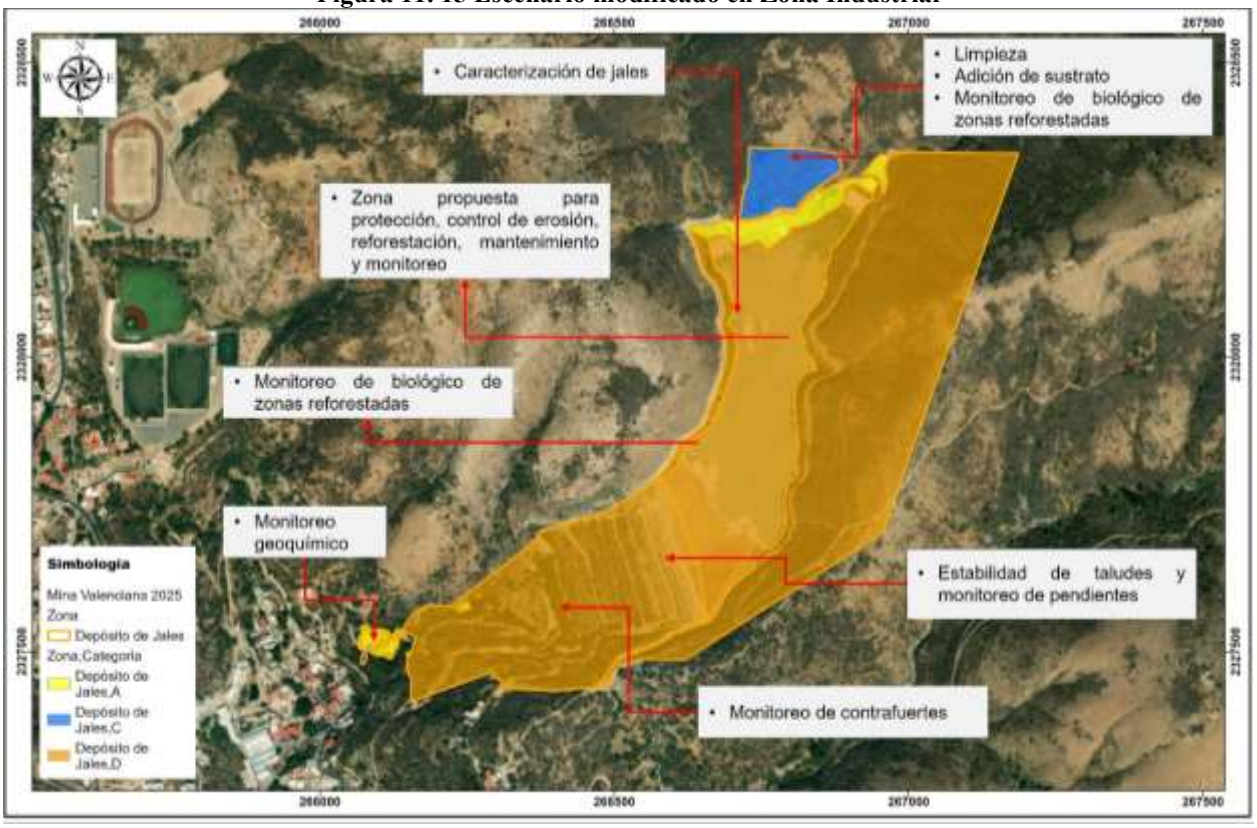


Figura 11. 16 Escenario modificado en Zona de Jales



Figura 11. 17 Escenario modificado en Apoyo y Servicios

11.7 Riesgos e incertidumbres del escenario modificado

La planeación de restitución y cierre del Proyecto Mina Valenciana se enfoca en la eliminación o minimización de riesgos en materia ambiental que pudieran afectar al ecosistema y al entorno social. Por ello, para minimizar los riesgos a largo plazo del escenario modificado, es de suma importancia el cumplimiento adecuado de los principios de estabilización física, química y bilógica. Algunos de los factores que pudieran derivar en un mayor riesgo a largo plazo, corresponden a:

- Detección de contaminación severa (al suelo, al aire, a la hidrología, etc.) que represente un riesgo a la salud o al ambiente a largo plazo, por ende, se podría extender la etapa de cierre y se elevarían los costos para el abandono de sitio.
- Identificación de medidas y actividades adicionales a las ya propuestas para cierre en el área de jales antiguos abandonados.
- Saqueos o maltrato a cercos, rejas, señalética o cualquier otra infraestructura instalada como medida de control y delimitación de áreas para fines de cierre por parte de los habitantes de las comunidades aledañas.
- Conflictos con las comunidades aledañas respecto a los usos de suelo propuestos.
- Fallas en los planes de financiamiento o aseguramiento de capital para fines de restitución y cierre que puedan postergar o extender los periodos esperados.

- Bajo índice de sobrevivencia de las especies seleccionadas para la reforestación y regeneración de cobertura vegetal.
- Carencia de material para cubierta, encapsulamiento y suelos para cubierta de las obras, lo cual implica la necesidad de abrir nuevos bancos de material y ampliar la huella de obras a restituir.

12.0 TCFD (Task Force on Climate Rel Fin Disclosure)

12.1 Efectos del Cambio Climático con relación al Plan de Cierre

El cambio climático afecta de manera directa a las poblaciones mundiales ocasionando sequias, inundaciones, cambios repentinos del clima, incendios etc. Estos cambios en los patrones de clima pueden provocar en las compañías mineras lo siguiente (International Council on Mining & Metals, 2019):

- Pérdida de ingresos a medida que disminuye la productividad
- Impactos en el valor de los activos
- Incremento en costo de las materias primas debido a su posible escaseo (ej. disponibilidad hídrica) o inversión en operaciones no planeadas como medida de adaptación
- Afectaciones en la infraestructura para exportar o importar materiales
- Eficiencia en los procesos de producción
- Costos de operación y mantenimiento
- Salud y seguridad
- Desempeño ambiental y social, ya que hay una afectación directa a las comunidades locales y el entorno ambiental

El diseñar y desarrollar una metodología integral de riesgos y oportunidades como respuesta ante el cambio climático es importante para fortalecer la rentabilidad financiera, la sostenibilidad ambiental, social y económica.

El ICMM reconoce la importancia de incorporar y contemplar los posibles escenarios futuros ante el cambio climático dentro del plan de cierre con el fin de evitar el fracaso de la estabilización y restauración del sitio, así como pasivos ambientales. Asimismo, se deben considerar el posible aumento de los costos en las diferentes etapas de cierre (International Council on Mining & Metals, 2019)

A continuación, se describe el proceso para identificar prioridades físicas que tienen mayor riesgo climático y las medidas a tomar:

1. Definir el alcance
2. Comprender la situación actual
3. Explorar los futuros escenarios climáticos
4. Evaluar los riesgos y oportunidades climáticos
5. Identificar los riesgos y las opciones de adaptación
6. Evaluar los riesgos, identificar los beneficios de adaptación, herramientas y metodologías de evaluación
7. Desarrollar mecanismos de adaptación

El cambio climático deriva en consecuencias variables dependiendo del tema: cierre de mina, maniobras, restauración uso de suelo forestal (matorrales, pastizales y agropecuario), gestión del

agua, actividades productivas (ganadería extensiva, forraje, agricultura) y capacidad adaptiva de las comunidades.

12.2 Índice de estabilidad climática (IEC) en el área de Proyecto

El índice de estabilidad climática o IEC (elaborado por CONABIO, IB-UNAM y PNUD en 2019) identifica las áreas con mayor o con menor estabilidad climática ante distintos escenarios de cambio climático. Uno de los enfoques principales en los planes de conservación es el de "adaptación" donde se identifican las zonas más o menos propensas a experimentar cambios a consecuencia del clima.

El índice de estabilidad climática resume cuatro modelos globales de circulación (MGC): (1) CNRMC-M5 del Centre National de Recherches Météorologiques de Francia, (2) GFDL-CM3 del Geophysical Fluid Dynamics Laboratory de Estados Unidos, (3) HADGEM2-ES del Met Office Hadley Center del Reino Unido y, (4) MPI-ESM-LR del Max Planck Institute for Meteorology de Alemania, cada uno de los modelos con sus respectivos escenarios 4.5 y 8.5 de *forzamiento radiactivo* (expresado en W/m^2), denominados trayectorias de concentraciones representativas (RCP, por sus siglas en inglés) con horizontes a futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y futuro lejano (2075-2099).

El modelo RCP 8.5 proyecta el comportamiento del clima bajo el escenario donde se continúa generando la misma cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero al ritmo actual, aumentando la temperatura media del planeta hasta 3.7°C (a futuro lejano). Por otro lado, el modelo RCP 4.5 proyecta el comportamiento del clima bajo el escenario donde se implementan acciones estratégicas para reducir la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, aumentando la temperatura media del planeta 1.8°C en para futuro lejano.

El IEC para el área del Proyecto en el escenario RCP 4.5 y en el escenario RCP 8.5 para futuro cercano (2015-2039) se encuentra en la zona de Mayor estabilidad climática que equivale al valor de 1.0 y de 0.8 respectivamente (Figura 12. 1). Los valores reportados, entre más cercanos a 1.0, representan una mayor estabilidad climática, por lo que, de acuerdo con lo anterior, el Proyecto se localiza en un área con alta estabilidad climática en ambos escenarios para futuro cercano.

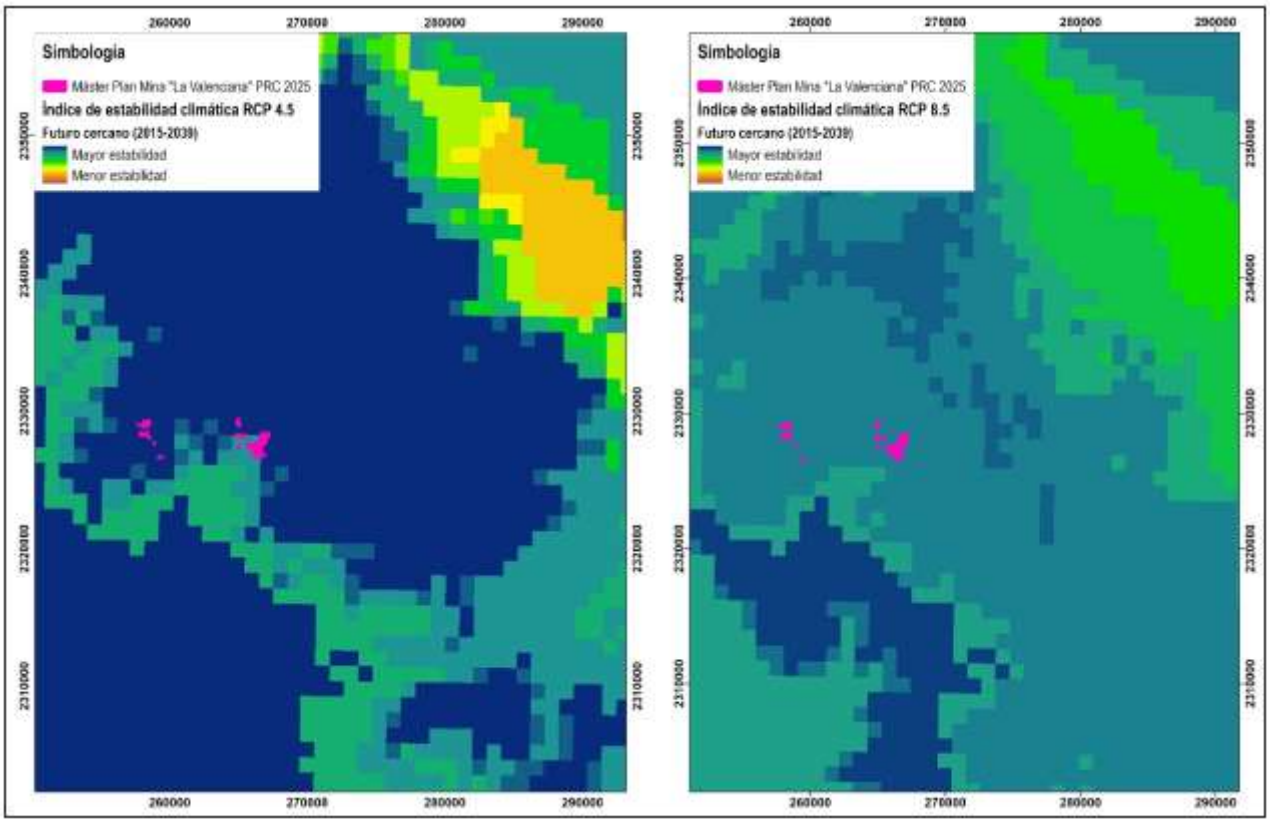


Figura 12. 1 RCP 4.5 y RCP 8.5 futuro cercano

El IEC para el área del Proyecto en el escenario RCP 4.5 para futuro lejano (2075-2099) es de 0.70 con una estabilidad media-alta por otro lado el IEC en el escenario RCP 8.5 para futuro lejano (2075-2099) es de 0.75 en su totalidad con una estabilidad climática menos estable, pero sin una diferencia mayor a la del RCP 4.5 futuro cercano. A diferencia de los escenarios de futuro cercano, en las proyecciones de futuro lejano si disminuyen el Índice de Estabilidad Climática de acuerdo con el escenario RCP 4.5 y el RCP 8.5. Lo anterior deberá considerarse para la planeación y ejecución de las maniobras de restauración, cierre y monitoreo post-cierre, ya que, las condiciones climáticas podrían afectar las áreas restauradas en temas de estabilidad (cambios en lluvias, granizadas, nevadas, sequias, adaptación de la vegetación, migración de especies, etc,) (Figura 12. 2).

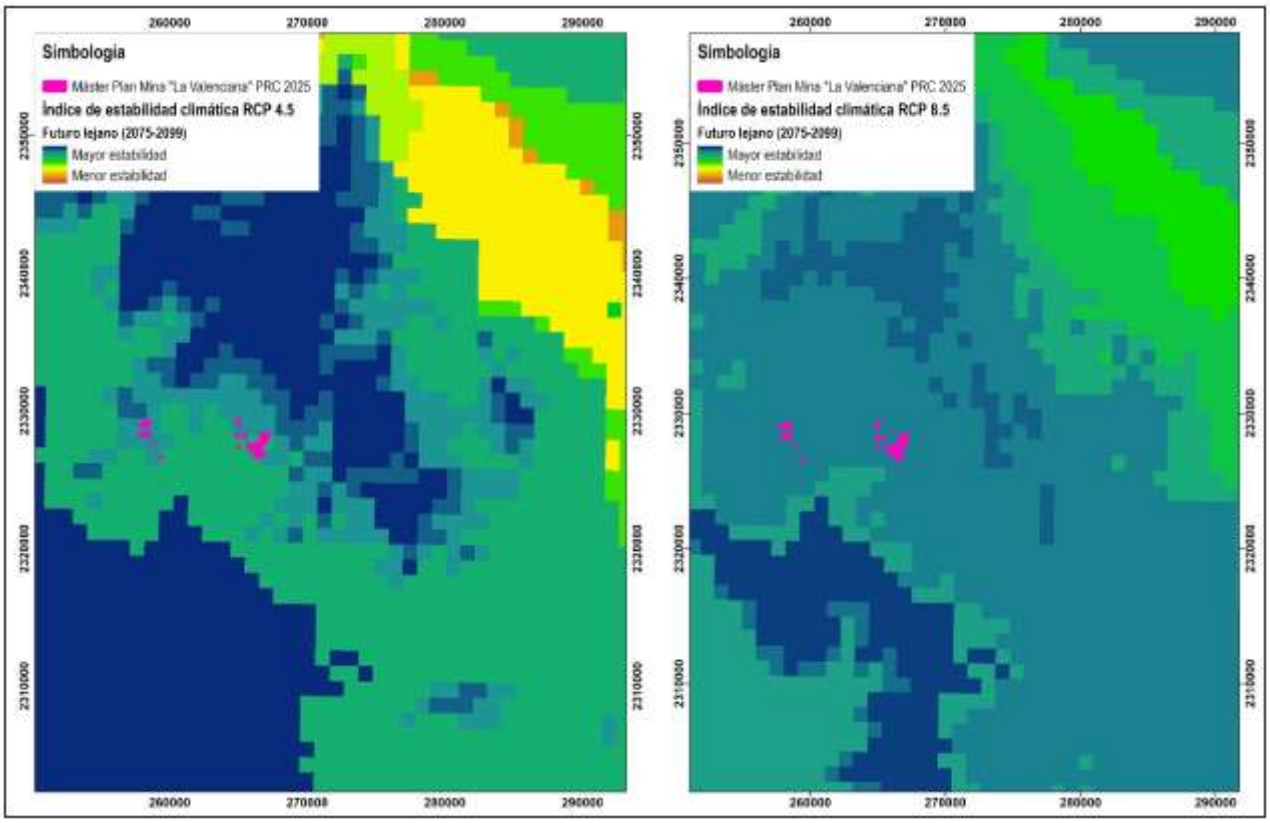


Figura 12. 2 RCP 4.5 y RCP 8.5 futuro lejano

Los modelos y escenarios presentados anteriormente no contemplan el desarrollo y actividades actuales del Proyecto, así como el impacto a la estabilidad climática que este conlleva, por lo tanto, aun cuando el área del Proyecto se sitúa en un área que indica una alta estabilidad climática para el futuro cercano, es importante contemplar la implementación de estrategias, herramientas, planes, programas y acciones para la adaptación al cambio climático, ya que, esto podría representar (dependiendo el escenario) una alta inversión económica para el cierre del Proyecto.

Por otro lado, el municipio de El Cubo, de acuerdo con el modelo de circulación global para el 2039 (Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, INECC 2022), está catalogado como de baja vulnerabilidad en términos generales.

Taba 12.1, Vulnerabilidades ante cambio climático, Mpio. Guanajuato, Guanajuato

Id		Nivel de Vulnerabilidad
1	Capacidad adaptativa	Media
2	Sensibilidad	Baja
3	Vulnerabilidad	Muy Baja
4	Exposición	Muy baja

12.3 Variación climática en el Área del Proyecto (temperatura y precipitación)

El análisis preliminar considera las fluctuaciones mensuales de variables climatológicas en un periodo de 46 años (1979 – 2025) a una resolución espacial de 30 km^2, considerado como punto de referencia El Municipio de Guanajuato (coordenada de referencia empleada es 21.02° N y 101.26°O).

En la Figura 12. 3 se presenta una gráfica donde se muestra la tendencia (línea punteada azul) con respecto a la temperatura promedio (línea continua morada) en el área del Proyecto, evidenciando el aumento gradual promedio de 1.6°C en el periodo de 1979 al 2025. Asimismo, se muestra un gráfico de franjas de calentamiento (warming stripes) donde cada una representa la temperatura promedio de cada año (y las anomalías en temperatura para cada uno). Las franjas azules representan los años con temperaturas más bajas, mientras que, las franjas rojas representan los años con temperaturas más altas. De acuerdo con lo anterior, desde el año 2004 no se han registrado anomalías en temperaturas bajas. En el año 1992 se presentó una anomalía en la temperatura de -0.9°C. Lo anterior demuestra no hay anomalías tan drásticas en la zona, manteniéndose relativamente estable la temperatura.

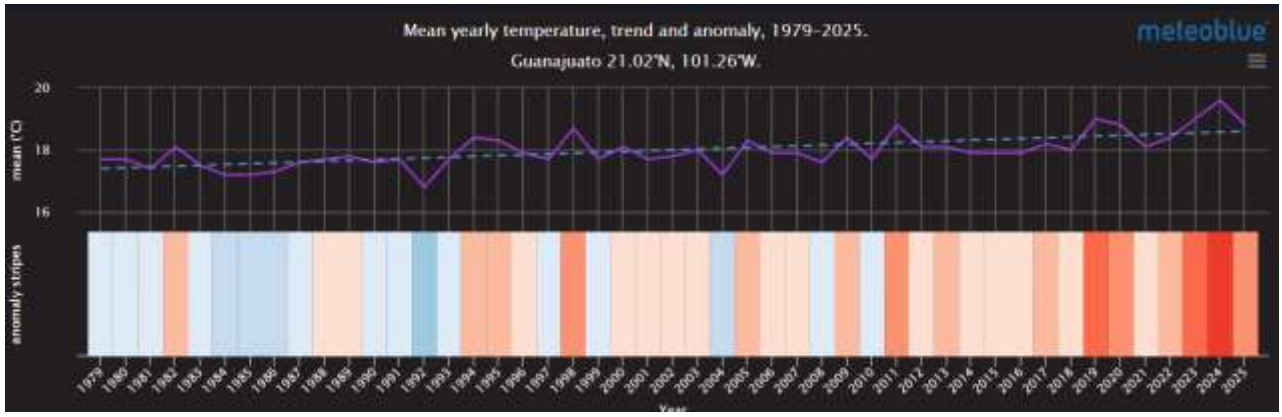


Figura 12. 3 Anomalías (incrementos/decrementos) en temperatura

En la Figura 12. 4 se presenta una gráfica donde se muestra la tendencia (línea punteada azul) con respecto a la precipitación promedio (línea continua morada) en el área del Proyecto, donde la tendencia presenta un aumento promedio de 86.3 mm de 1979 al 2025. Así mismo, se muestra un gráfico de franjas de precipitación (precipitation stripes) donde cada una representa la precipitación promedio de cada año. Las franjas azules representan los años más húmedos (valores positivos), mientras que, las franjas marrones representan los años más secos (calores negativos). De acuerdo con lo anterior, desde el año 2022 se ha registrado únicamente una anomalía con valor positivo en la precipitación en el año 2025. El año con el mayor registro de precipitación promedio fue 2018 con 1000.7 mm y el año más seco con el menor registro de precipitación promedio fue 2011 con 495.8 mm.

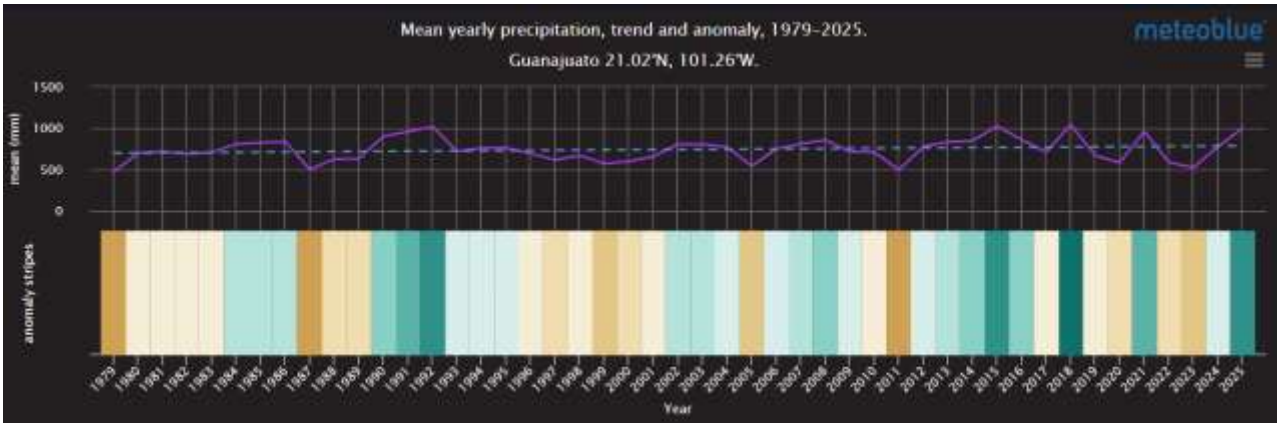


Figura 12. 4 Anomalías (incrementos/decrementos) en precipitación

El análisis para la Figura 12. 6 considera las variaciones mensuales (1980 – 2025) de variables climatológicas en un periodo de 45 años y a una resolución espacial de 30 km2, considerado como punto de referencia a la coordenada 21.02° N y 101.26°O), se presenta en el siguiente compendio grafico de la figura antes mencionada.

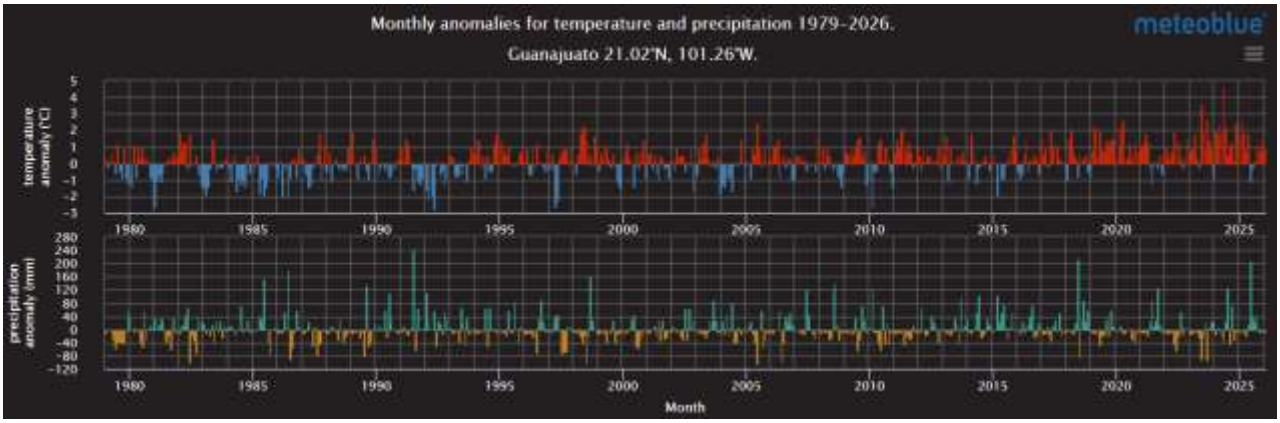


Figura 12. 5 Compendio de anomalías mensuales de Temperatura y Precipitación

La serie completa de datos mensuales y variaciones en temperatura se emplea para interpretación y establecer supuestos en materia de consideraciones y planeación de cierre de mina.

En la Figura 12. 5 se presentan los registros de anomalías en temperatura donde las barras rojas representan los meses con temperaturas más elevadas de lo normal, mientras que, las barras azules representan los meses con temperaturas más bajas de lo considerado normal. Se observa un claro aumento en las anomalías con respecto al incremento de temperatura mensual, incluso en los meses donde solían detectarse temperaturas bajas y una disminución considerable en las anomalías de temperaturas bajas. Estos incrementos y decrementos se presentan tanto en los valores registrados de temperatura, como en la frecuencia con la que ocurren los eventos.

Con respecto a la precipitación, las barras verdes representan anomalías en el aumento mensual de precipitación, mostrando meses con mayor humedad de lo normal, mientras que, las barras marrones representan los meses más secos de lo normal. Se observa una menor frecuencia en

la presencia de anomalías en los periodos húmedos y una mayor frecuencia en la presencia de anomalías en periodos de sequía.

12.4 Consideraciones generales con respecto al Proyecto

Específicamente para la estabilización, cierre y abandono de obras mineras (tepetateras y depósito de jales), se consideran de forma preliminar los siguientes efectos por cambio climático:

Depósito de jales

Se anticipa que los efectos de cambio climático pueden tener implicaciones en el comportamiento hidráulico del depósito y, por lo tanto, con las siguientes implicaciones para cierre de mina:

- Establecer un diseño de manejo pluvial para eliminación de aportes de agua directos.
- Aseguramiento de capacidad apropiada de derivación de aguas de escurrimientos de cuenca de captación.
- En caso de mantener algún espejo de agua, el incremento de temperatura se traduce en mayor evaporación y la posibilidad de eventos extraordinarios implican un crecimiento en espejo de agua que deberá estar incorporado en diseño de cierre.
- Revisión de ingeniería de cierre con cálculos basados en tiempo de retorno de 1000 años o mayor.
- La geoquímica del espejo de agua puede verse modificada por efecto de incremento en evaporación y, por lo tanto, una apropiada definición del encapsulado de jales.
- Es necesario incorporar en el diseño pluvial, una capacidad para manejar y liberar volúmenes provenientes de lluvias torrenciales.
- Los taludes del depósito deben contar con una geometría y cubierta resistente a erosión, especialmente por eventos de tormentas.
- La cubierta vegetal de ser diseñada con especies resistentes a periodos de sequía y reforestación complementaria para reposición de perdidas por mortalidad, así como mayor retención de humedad de temporal (considerando una cubierta de evapotranspiración).

Cierre en general de Mina El Cubo

La Mina El Cubo, de acuerdo con modelos actuales de cambio climático, se localiza en una región de estabilidad alta (futuro cercano) y estabilidad media-alta (futuro lejano)

La principal consideración en materia de cambio climático (incremento de temperatura y cambios en precipitación) en Mina El Cubo, corresponde a la continuidad de los estudios de línea base, caracterización y especialmente, en la determinación de uso de suelo a futuro, anticipando de momento que el uso generalizado será forestal (conservación y recuperación) y en caso de considerar otro uso, este deberá ser diseñado con base a estas limitantes.

Los efectos de sequía podrán tener repercusiones en las maniobras de reforestación y restitución de uso de suelo forestal para vida silvestre, lo cual esta amortiguado por la consideración

de una mortalidad estimada del 20% de cubierta vegetal y por lo tanto, reemplazo de hasta 20% con reforestaciones complementarias en etapa de mantenimiento y transición a monitoreo de cierre de mina.

Con base a las especificaciones actuales de maniobras de cierre, cierre conceptual y continuidad de los estudios de monitoreo / caracterización continua, no se considera una modificación para aseguramiento de reservas financieras de cierre de mina. Estas podrán ser incluidas en actualizaciones futuras y con la adecuada justificación (especialmente por alguna modificación de uso de suelo).

13.0 Monitoreo y mantenimiento Post-Cierre

Para que el Plan de Cierre del Proyecto Mina Valenciana sea ejecutado de manera adecuada y efectiva, no basta con la implementación de las obras de ingeniería propuestas, sino, será necesario complementar con un monitoreo constante para dar seguimiento a las condiciones de las zonas restauradas y con los usos de suelo sugeridos.

Debido a que en el sitio permanecerán obras mineras como las presas de jales, se estima que el área del Proyecto sea monitoreada por un periodo de 10 años posterior al abandono de obras, dependiendo de las condiciones en las que se abandone el sitio. Sin embargo, este periodo podrá ser modificado según sea considerado por el evaluador con base en resultados positivos que lo podrán reducir o resultados negativos arrojando áreas de mayor enfoque y aumentando el periodo de monitoreo.

La implementación de estudios y diseños enfocados a detallar las ingenierías finales para cierre de las obras principales impactará de forma positiva en los resultados, aumentando la eficiencia y eficacia para alcanzar una estabilidad apropiada en el área de interés.

El seguimiento está integrado por las siguientes actividades:

- Inspecciones y evaluaciones periódicas.
- Monitoreo de las condiciones ambientales con respecto a variables cuantitativas y semicuantitativas por medio de muestreos anuales o semestrales según se requiera.
- Reportes de resultados de los muestreos y monitoreos.

Se propone llevar a cabo visitas periódicas de inspección a las zonas afectadas por actividades mineras con la finalidad de evaluar la restricción de accesos; avances de reforestación o crecimiento de herbáceas de forma natural; regreso paulatino de la fauna silvestre; riesgos potenciales a la vida silvestre o a la comunidad; y la estabilidad de taludes y planicies de las tepetateras, presas de jales y patios de maniobras a modo de terraplén.

Las inspecciones y evaluaciones contemplan también, visitas a las diferentes zonas destinadas para conservación y recuperación natural en sitios no impactados por actividades mineras pero que han sido restituidas por el grupo minero. Estas inspecciones pueden ser semestrales y/o anuales dependiendo de las condiciones del sitio y la programación del calendario al momento de planear la ejecución del cierre.

Adicionalmente, se programarán reuniones o asambleas con la comunidad y las autoridades locales de forma periódica, con la finalidad de:

- Darles un espacio donde podrán expresar libremente sus perspectivas y opiniones sobre el fin de operación y cierre de mina.
- Informarles del desempeño de la restauración y de los resultados parciales de la etapa de monitoreo.

- Asegurar el uso de suelo para fines de conservación y detectar cualquier posible interés en el terreno.

En caso de presentarse alguna preocupación por parte de la comunidad, las autoridades deberán contactar al personal a cargo del cierre y abandono del Proyecto, quienes deberán tomar las acciones apropiadas para la protección de la comunidad y su entorno. Si se considera necesario, se podrá modificar la periodicidad del monitoreo ambiental y las medidas y acciones que se estén desarrollando, todo esto con el fin de mejorar las condiciones ambientales y sociales.

El monitoreo y seguimiento de los resultados del sitio en proceso de recuperación están centrados en los objetivos originales de la restauración: la estabilización física, química y biológica del sitio, seguridad ambiental, social, restitución de ecosistemas y usos de suelo compatibles.

13.1 Monitoreo de estabilidad física

La estabilidad física debe tomar en cuenta el deterioro natural de los materiales y las estructuras que permanecerán en el sitio después de que las operaciones hayan cesado. Las zonas donde se encuentran los depósitos de jales, tepetateras, terreros, bocaminas, rampas, tiros y/o malacates serán monitoreadas con la finalidad de detectar movimientos horizontales, riesgo de derrumbes y subsidencia del terreno. Se establecerán puntos de control geoposicionados (GPS de alta precisión) para detectar desfases en la superficie, lo cual podrá evidenciar posibles problemas de estabilidad.

Cada talud y pendiente deberá ser inspeccionado para identificación de evidencias de posibles movimientos: grietas, caída de roca, derrumbes en fondo, arrastres y erosión de materiales, cárcavas o cualquier otro indicio de degradación física del terreno. El peritaje final y mapa geotécnico deberán integrar la identificación de áreas con potencial de derrumbe o inestabilidad, a las cuales se les dará prioridad en las actividades de estabilización y monitoreo. Se propone que los monitoreos sean realizados durante un periodo total de 2 a 5 años. El primer año el monitoreo se propone de forma bimestral, y posteriormente, cada 4 a 6 meses.

Las obras en las que se deberá enfocar el monitoreo de estabilidad física son:

1. Estabilidad de los depósitos de jales

Los depósitos de jales son considerados como las obras donde se deberán enfocar las medidas de restitución, cierre y abandono de mina, así como los monitoreos para la estabilidad física debido a su estructura, extensión, materiales involucrados y propiedades intrínsecas, ya que, se trata de material procesado con sustancias químicas nocivas para la salud y medio ambiente.

El monitoreo e inspecciones a taludes y contrafuertes estabilizadores de los depósitos de jales deberá considerar lo siguiente (Figura 13. 1):

- Indicios de procesos erosivos.
- Filtraciones al depósito.
- Colapso de bóvedas.

- Agrietamientos verticales y transversales.
- Hundimientos.
- Cargas externas no contempladas.
- Acumulación de agua (lagunas no planeadas).
- Presencia de madrigueras.
- Mortalidad en vegetación de taludes y áreas inmediatas.
- Ausencia de efluentes provenientes de la presa y con descarga a cuerpos de agua superficial.
- Desarrollo de cubierta vegetal que permita sucesión natural y reincorporación de la calidad visual del paisaje.
- Sobrevivencia de áreas de reforestación en tepetatera.
- Condiciones de las obras de captación y/o derivación de efluentes.

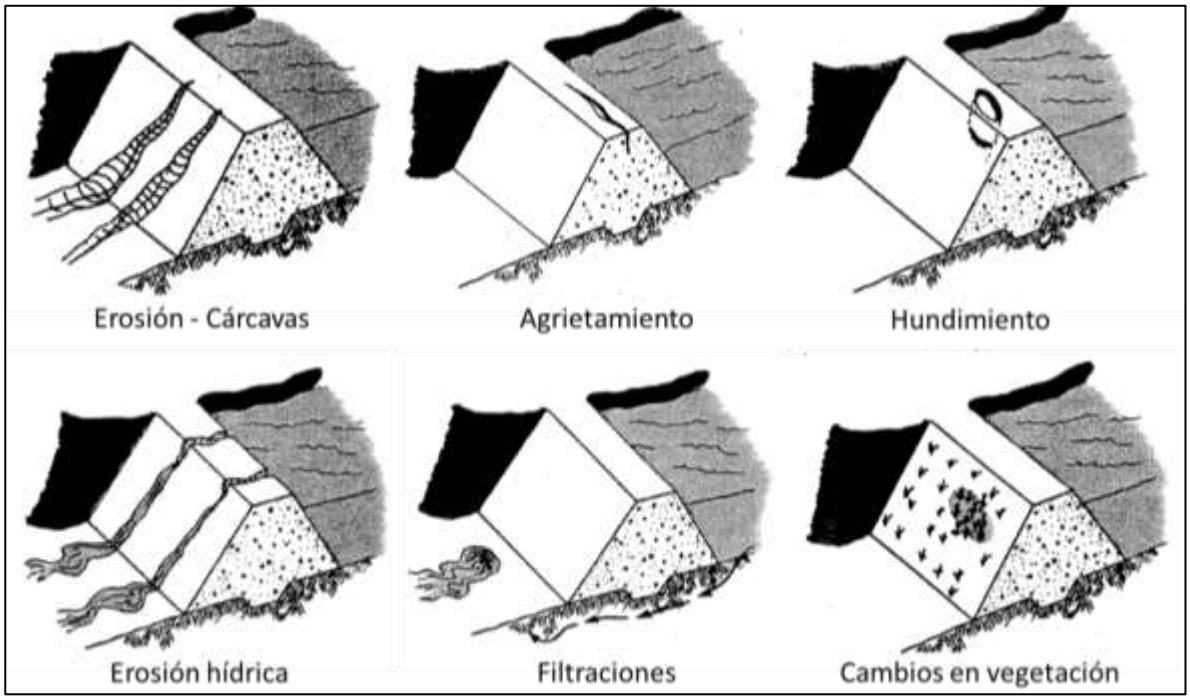


Figura 13. 1 Consideraciones para mantenimiento de taludes

2. Estabilidad de tepetateras y terrero

Las tepetateras o los montículos donde los materiales pétreos inertes provenientes de la explotación de mineral han sido depositados. Ya que el material en las tepetateras es considerado como no peligroso y no generador de drenaje ácido, se planea que sea utilizado como banco de material para fines de cierre. Sin embargo, en caso de permanecer alguna de las obras mencionadas, el enfoque de monitoreo de las tepetateras y del terrero estará centrado en:

- Monitoreo de ausencia de deslizamientos o movimientos en masa.
- Estabilidad en taludes.
- Contención de materiales y sedimentos.
- Ausencia de procesos erosivos que puedan afectar a terrenos localizados aguas abajo.

- Ausencia de efluentes provenientes de las tepetateras con indicios de drenaje ácido (aun cuando los muestreos realizados en el 2024 señalan que ninguna de las tres tepetateras son generadoras de drenaje acido) y con descarga a cuerpos de agua superficial.
- Desarrollo de cubierta vegetal que permita sucesión natural y reincorporación de la calidad visual del paisaje.
- Sobrevivencia de áreas de reforestación en tepetateras.
- Planicie libre de gritas y filtraciones.
- Condiciones de las obras de captación y/o derivación de efluentes.

A diferencia de las tepetateras, el terrero no presenta una construcción con las características necesarias para considerarse una estructura estable. Por lo que, antes de considerar monitorear los puntos mencionados anteriormente para la estabilidad de taludes y planicies en tepetateras, será necesario que el terrero adquiera una geometría apropiada, para que posteriormente, sea considerado un patio de maniobras el cual requerirá limpieza, encapsulamiento y estabilización adecuada como las tepetateras.

3. Estabilidad de bocaminas, rampas e interior mina

Las zonas de accesos a mina como rampas y bocaminas, los tiros y las áreas que se encuentren sobre huecos de mina serán monitoreadas con la finalidad de detectar movimientos, riesgo de derrumbes y subsidencia del terreno. Se considera que la zona de mayor cuidado corresponde a las porciones de terreno rellenado en rampas.

El monitoreo para estas obras se enfocará en:

- Estudios de estabilidad de bocaminas y rampas.
- Posible relleno con tepetate.
- Cálculo del nivel freático para el cierre de mina ya que la presencia de agua, dependiendo de las condiciones, podría ocasionar inestabilidad física debido a la dilución (meteorización química) producida por la circulación de agua en rocas formadas por minerales propensos a la dilución.
- Posible emanación de gases que pudieran ocasionar explosiones.

A continuación, se presentan las obras propuestas para el monitoreo de estabilidad física (Figura 13. 2 y Anexo 13.1):

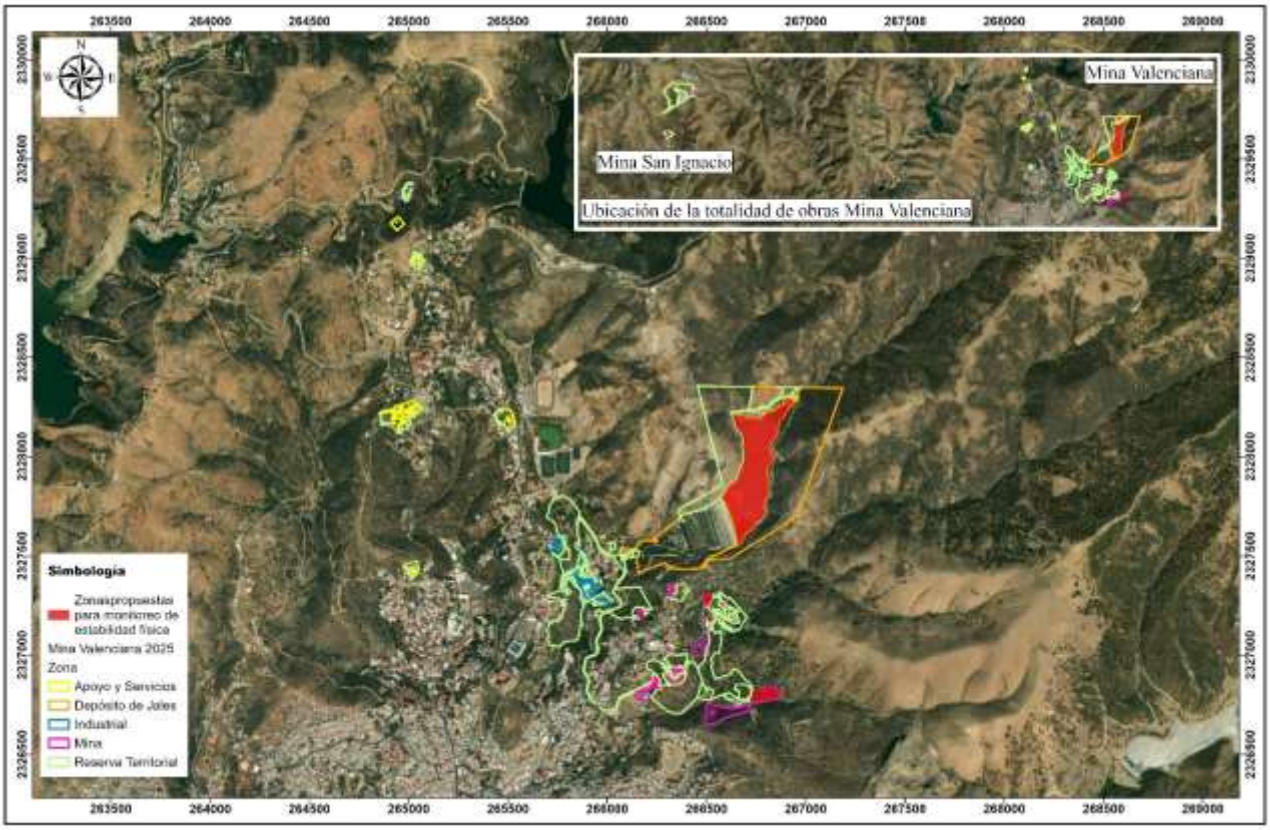


Figura 13. 2 Obras propuestas para monitoreo de estabilidad física

13.2 Monitoreo de estabilidad química

En términos de estabilidad química, los esfuerzos se enfocarán en la calidad del agua. Los sitios donde se propone realizar muestreo son:

- Agua subterránea:
  - Pozos generales en Zona Depósitos de Jales
  - Pozo profundo en mina San Ignacio
- Agua superficial:
  - Aguas abajo de la presa de jales
  - Efluentes de las tepetateras y terrero de mina San Ignacio
  - Arroyos principales
  - Vasos de la presa de jales

El enfoque se centrará en la presencia de metales, pH, sulfatos, alcalinidad y sólidos disueltos y totales. Dependiendo de los resultados se decidirá si es necesario llevar a cabo estudios más detallados para establecer las acciones correctivas o mitigantes adecuadas que aseguren la salud de la comunidad y ecosistema. Se propone que los muestreos de calidad de agua se realicen de manera trimestral (contemplando uno en el temporal de secas y otro en el temporal de lluvias) el primer año y semestral a partir del segundo año de monitoreo (en caso de que el primer año así lo sustente).

Las principales obras en las que se deberá enfocar el monitoreo de estabilidad química son:

- Depósitos de jales
- Sitios donde permanecerán tepetateras
- Zona industrial
- Comunidades aledañas al proyecto
- Arroyos principales

A continuación, se presentan los puntos propuestos para el muestreo de hidrología superficial y subterránea (Figura 13. 3 y Anexo 13.2):

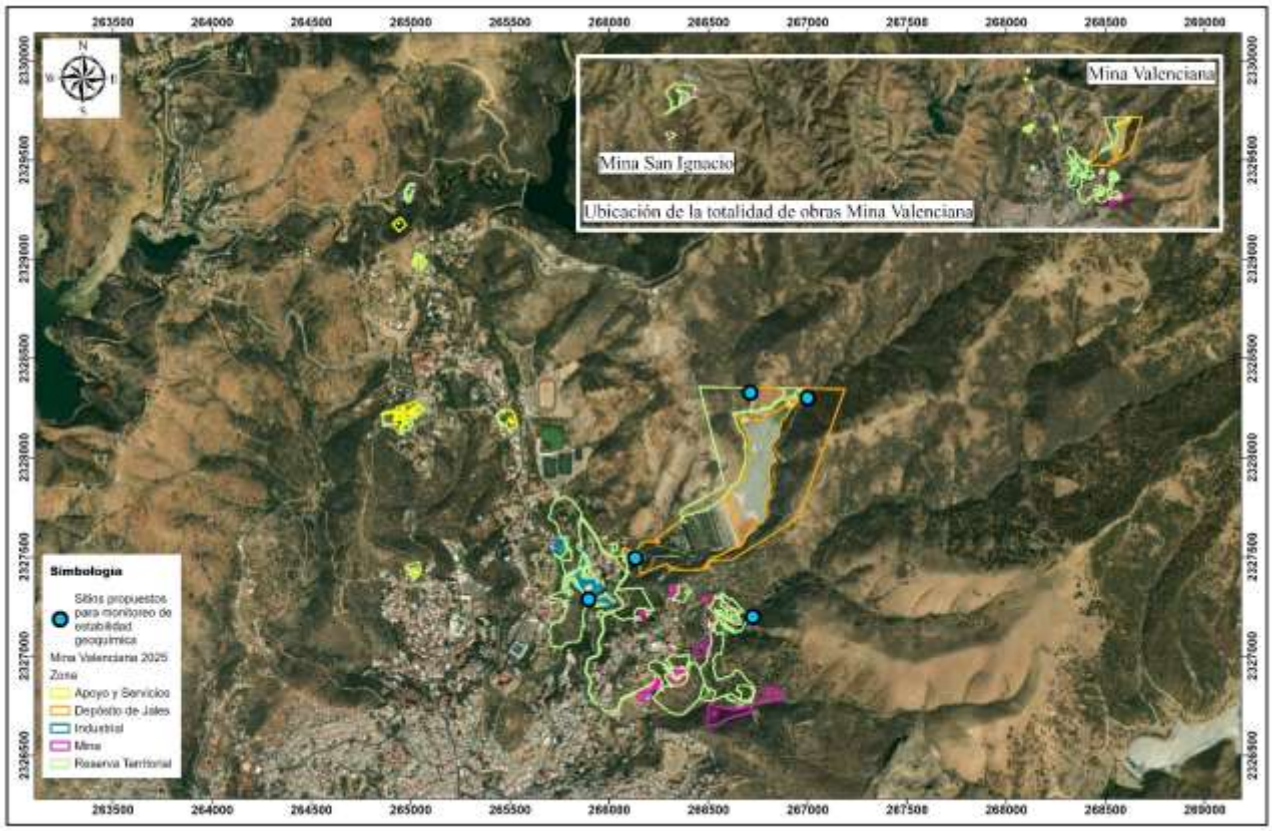


Figura 13. 3 Puntos propuestos para monitoreo de estabilidad química

Se analizarán los parámetros indicados en la NOM-001-SEMARNAT-2021 o según sea necesario (NOM-127-SSA1-2021 para pozos profundos en comunidades) los cuales coadyuvarán en la identificación y seguimiento de las concentraciones finales resultantes.

El alto grado de dinamismo del agua fomenta el arrastre de contaminantes hacia el suelo, subsuelo y en su caso corrientes superficiales o subterráneas. Por ello, no se analizarán únicamente los criterios establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 (Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales), sino, también los criterios establecidos por el Banco Mundial en materia de agua que pueda ser drenada o de contacto con depósito de jales, tepetateras y zonas con suelo contaminado (Tabla 13. 1):

Tabla 13. 1 Cuadro de valores de referencia para efluentes (Corporación Financiera Internacional, Guías sobre Medio Ambiente, Seguridad e Higiene, 2007)

Contaminantes	Unidades	Valor indicativo IFC
Sólidos en suspensión totales	mg/L	50
pH	S.U.	6 – 9
DQO	mg/L	150
DBO5	mg/L	50
Aceite y grasa	mg/L	10
Arsénico	mg/L	0,1
Cadmio	mg/L	0,05
Cromo (VI)	mg/L	0,1
Cobre	mg/L	0,3
Cianuro	mg/L	1
Cianuro libre	mg/L	0,1
Cianuro disociable en ácido débil	mg/L	0,5
Hierro (total)	mg/L	2,0
Plomo	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,002
Níquel	mg/L	0,5
Fenoles	mg/l	0,5
Zinc	mg/L	0,5
Temperatura	OC	< 3 grados de diferencia

Es importante considerar que el monitoreo de calidad del agua deberá estar enfocado a la confirmación de las condiciones del sitio, especialmente cuando se considera el desarrollo de estudios detallados, ingenierías y toma de decisiones para cierre definitivo.

13.3 Monitoreo de estabilidad biológica

En términos de estabilidad biológica, los esfuerzos se enfocarán en la vegetación y uso de suelo. Los sitios donde se proponen estas actividades son en (Figura 13. 4):

- Tepetateras (taludes y planicies).
- Terrero (una vez que cumpla con la estructura adecuada para estabilidad física).
- Depósitos de jales (taludes y planicies).
- Zonas con uso de suelo industrial.
- Zonas propuestas a reforestación, restauración y protección.
- Monitoreo de las zonas que permanecieron conservadas durante la operación de la mina.

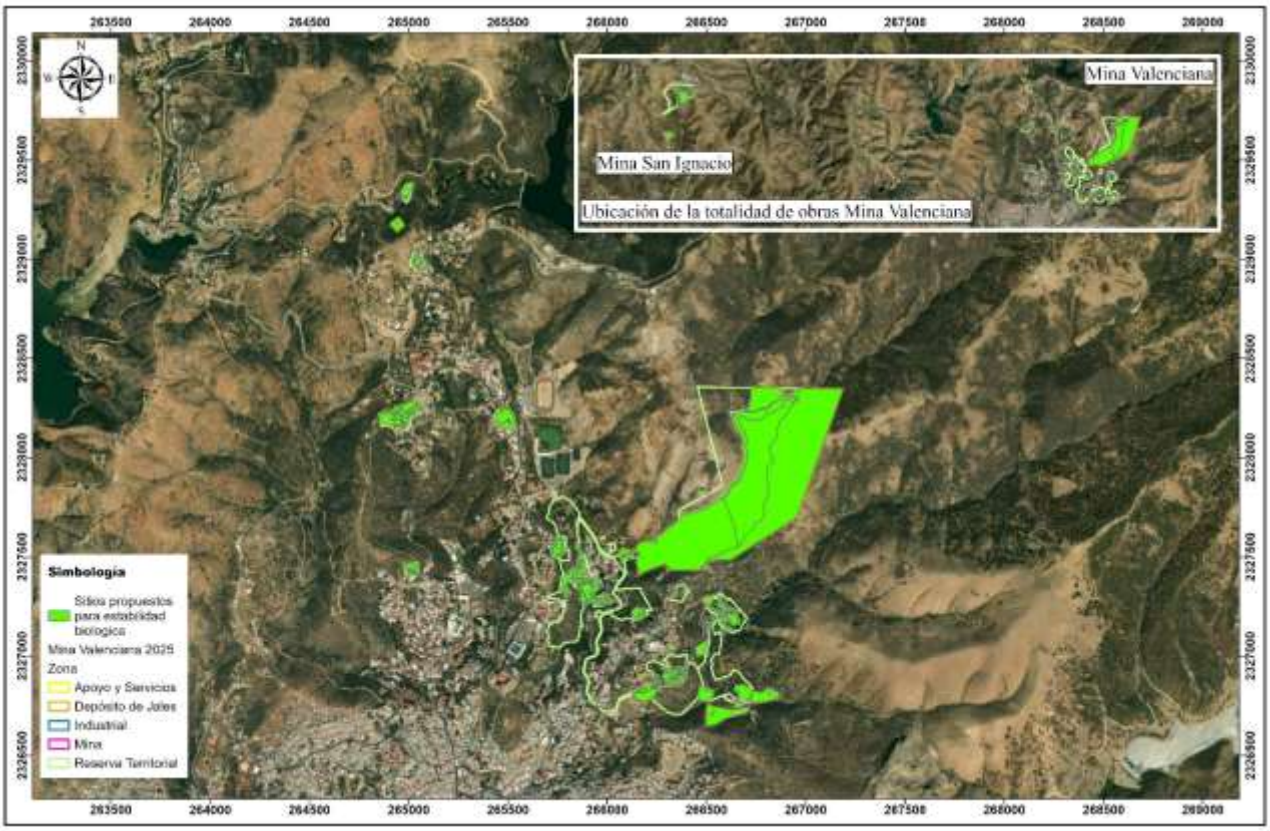


Figura 13. 4 Sitios propuestos para monitoreo de estabilidad biológica

El monitoreo de la vegetación será en las parcelas de reforestación, tomando en cuenta el inventario del número de individuos en zonas o transectos de monitoreo. Así mismo, será necesario la implementación de parcelas de control donde no solo se llevan a cabo censos periódicos anuales, sino, también donde se establezca un sistema de monitoreo del desarrollo vegetal tomando en cuenta valores semicuantitativos como: vitalidad, vigor, estado fitosanitario, presencia de vástagos, renuevos, plantas nuevas, floración, frutos, parásitos, enfermedades, etc.

Adicionalmente, es importante detectar afectaciones por invasiones, desmontes y cambios de uso de suelo no programados a causa de terceros, incendios u otras causas. Los sitios de instalación de cubierta vegetal de mayor relevancia, no solo por el cumplimiento en materia de estabilización biológica, sino para estabilidad física corresponde a:

- Vegetación en taludes (tepetateras, depósitos de jales y terreros estabilizados): para fines de retención de sedimentos, retención de suelos, impedir generación de polvos y reducción de escurrimientos.

- Vegetación en planicies (tepetateras, depósitos de jales y terreros estabilizados): como parte fundamental del sistema de evapotranspiración y prevención a condiciones de saturación en los estratos de encapsulamiento.

El uso de suelo y cobertura, así como la dinámica de zonas aledañas podrán ser monitoreados por medio de la aplicación de sensores remotos. Considerando una duración variable para la etapa de monitoreo de vegetación, es razonable considerar la disponibilidad de imágenes satelitales de buena resolución (50 cm a 1 metro). Además, estas imágenes podrán utilizarse para implementar un monitoreo integral de la totalidad de las superficies involucradas en el PRC e incluso, como un parámetro de avance y cumplimiento de cierre progresivo, etapa de cierre y abandono del terreno.

De igual manera, se podrá implementar de manera secundaria el monitoreo de fauna silvestre que se encuentre en la zona a consecuencia de la reversión gradual de zonas degradadas.

13.4 Medidas generales

Los sitios de monitoreo e implementación de inspecciones cuantitativas y cualitativas abarcan tanto las áreas de restitución de obras mineras, como las de restauración dentro de la propiedad del Proyecto Mina Valenciana. Dichas actividades de monitoreo, inspección y vigilancia cubren puntos específicos. Adicionalmente se considera adecuado incluir un componente de monitoreo social para la detección e identificación de preocupaciones, quejas y perspectivas de la comunidad y las autoridades.

Será imprescindible la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental, considerando:

- Cumplimiento a cierre y estabilización.
- Un apropiado desarrollo y manejo de terreno, actividades y contratistas.
- Verificación continua de avance de cierre y restitución.
- Determinación de los planes específicos para lograr la estabilización física, química y biológica, es decir, muestreos de agua y monitoreo de taludes, de las zonas reforestadas y del retorno progresivo de la fauna.
- Informe a las autoridades y a la comunidad sobre el inicio de actividades de monitoreo y muestreo.
- Mostrar el compromiso de la Promovente con su entorno (medio ambiente y comunidades).
- Buena comunicación y participación social.

El monitoreo de parámetros cuantitativos y semicuantitativos comprende actividades dentro de las zonas impactadas por el Proyecto particularmente en la presa de jales (por efluentes o dispersión de polvos), en las tepetateras, terrenos minero-industriales y terrenos en la zona de influencia.

Por otro lado, en caso de no contar con una clara delimitación previa, cada zona de trabajo será cercada y se restringirá el acceso a personas ajenas a las actividades de restauración. Parte de estas actividades implica el mantenimiento o reubicación de cercos e instalación de letreros adecuados (legibles y entendibles para personas que sepan leer y para las que no) donde señalen: peligro, zona de reforestación, prohibido el paso, zona de conservación, no cacería, entre otras (Figura 13. 5).



Figura 13. 5 Señalética para terrenos de restitución y cierre

La señalética debe ser visible, clara y simple de entender a distancia e identificando la procedencia y responsables (Guanajuato Silver) de dichos letreros. Esta señalización deberá ser comunicada y explicada en pláticas informativas a la comunidad en la etapa de cierre.

Adicionalmente se considera el monitoreo y mantenimiento (reemplazo de cerco) de las áreas que serán delimitadas, para evitar accidentes entre la población aledaña y la fauna que pudiera encontrarse en un retorno paulatino al sitio.

13.5 Identificación de áreas de oportunidad para el cierre de mina

Para la ejecución efectiva del plan de cierre del Proyecto Mina Valenciana será de suma importancia continuar con las actividades y medidas que se han implementado hasta ahora como: la caracterización de los jales y de las tepetateras; estudios hidrológicos con muestreos de agua superficial y subterránea; reingenierías en los depósitos de jales; programas de reforestación y reubicación de flora, etc.

Sin embargo, se han identificado áreas de oportunidad para comenzar a generar información técnica-descriptiva la cual contempla los siguientes puntos:

- Viabilidad de posible relleno de mina con tepetate superficial.
- Esquema o identificación de áreas aprobadas por medio ambiente y operación para liberación de posibles zonas sujetas a cierras progresivo a corto o mediano plazo.
- Actualización de curvas de nivel y volúmenes (dimensiones) de tepetateras, depósitos de jales y terreros.
- Obras de retención de suelo para ser utilizado en etapa de cierre.
- Generación de información geoquímica para una caracterización detallada del tepetate y de los jales para identificar zonas con mayor peligrosidad y toxicidad, con el fin de presentar diseños de ingeniería para el cierre y zonas de derivación de agua con mayor detalle
- Transición de obras hacia la sociedad en general.

14.0 Estimación de costos de restitución y cierre

La estimación de costos, a nivel detallado del Plan de Restitución y Cierre 2025 de Mina Valenciana, corresponde a un acercamiento preliminar y conceptual ya que se encuentra actualmente en etapa de operación, exploración continua y potencial ampliación de reservas (con LOM de operación hasta el año 2039), lo cual implica la revisión, actualización de maniobras y montos de inversión ambiental para el cese de actividades, restitución, cierre y en su momento, el apropiado abandono del sitio.

El modelo empleado se ha basado en la referencia de dos modelos aplicados en diferentes partes del mundo, especialmente Australia, Canadá y EUA:

- Modelo de estimación de costos para rehabilitación de minas (Cost Estimator Tool 2022, modificado para Mina Valenciana)
- Estimación de costos para cierre de minas, generado por la Escuela de Minas de Colorado (USA, 2007)
- SRCM (Standarized Reclamation Cost Model) del Modelo estandarizado para la restauración de minas (USA, 2012)

El presente documento de conceptualización del Plan de Restitución y Cierre parte de las condiciones actuales del terreno (diciembre 2025), plan maestro de desarrollo de Mina Valenciana: Zona Industrial (planta, infraestructura, patios, edificaciones, talleres), Mina (rampas, accesos, servicios mina, patios tepetateras), Depósito de Jales (jales, banco de material obras) y Servicios y Apoyo (obras y estructuras en ruinas y potencial valor histórico). Estos son considerados por Guanajuato Silver, en materia de planeación de presupuestos conceptuales para fines de cierre de mina (Figura 14. 1):



Figura 14. 1. Esquema general del acercamiento para estimación de montos de PRC 2025

14.1 Datos de entrada

El modelo utilizado para la estimación de costos es similar a los modelos de control de avance de proyectos y construcción, sin embargo, existe una modificación importante en materia de estimaciones específicas al considerar potenciales alternativas para un mismo fin. Por ejemplo, la construcción de una nave no presenta mucha flexibilidad ya que las alternativas de construcción deben seguir un estricto criterio de ingeniería civil, sin embargo, la eliminación de una nave industrial puede presentar variaciones importantes: demolición, desmantelamiento, deconstrucción (recuperación sistemática y reaprovechamiento de materiales y equipos), etc.

A partir de los rubros manejados y con base en los criterios de categorías bajo las cuales se ha mapeado el trabajo de restitución requerido para la Mina Valenciana, se desarrolló un modelo de estimación de costos de cierre en una hoja de cálculo (Excel®).

El modelo consta de las siguientes partes básicas, separadas en su propia hoja de trabajo, las cuales comprenden:

1. Establecimiento de pautas o guía de trabajo:

    a. Hoja de introducción y revisión del objetivo original (pauta general) y selección de los componentes que aplican para la construcción de "Dominios" o agrupamiento de componentes para ejecución de maniobras de Restitución y Cierre.
    b. Registro de la Unidad Minera (Nombre, Concesiones, Propietario, Operador, Vida útil, Personal) y Descripción del Sitio (Actividad minera, Sensibilidad Ambiental y Condiciones Ambientales relevantes para PRC y Sitio).

2. Establecimiento de "Dominios" o delimitaciones de áreas y zonas para ejecución de maniobras de restitución y cierre:

    a. Dominio 1: Zona Industrial.
    b. Dominio 2: Zona de Mina.
    c. Dominio 3: Zona de Depósito de Jales Jolula.
    d. Dominio 4: Zona de Servicios y Apoyo (obras con potencial valor histórico).
    e. Dominio 5: Estudios, Peritajes e Investigaciones.
    f. Dominio 6: Mantenimiento y Monitoreo del sitio.

Estos 7 Dominios en conjunto, se consideran para fines de "Ejecución Técnica" de Restitución y Cierre.

3. Estimación de costos por Administración y Contingencia

    a. Costos asociados.
    b. Monto estimado para contingencia, considerando porcentajes variables del monto estimado para Dominios 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

En el caso particular de Mina Valenciana, se aplican montos de contingencia variables, de acuerdo con las implicaciones ambientales, dificultad, variaciones e incertidumbres para cada Zona y/o Dominio.

4. Hojas de control y manejo de modelo: Resumen de actualizaciones, Agenda de montos, Resumen de costos estimados, Control de cambios y actualizaciones de PRC (verificación de datos).

El modelo (Anexo 14.1) ha sido estructurado de forma que sea posible reducir la posibilidad de errores, identificar discrepancias y de forma que las estimaciones se encuentran referenciadas a otras celdas y hojas de modelo para actualización automática al momento de llevar a cabo modificaciones en componentes, maniobras, cantidades y costos.

La alimentación de costos corresponde a la conjunción de posibles maniobras aplicables en función de equipos disponibles o asegurables, costos de servicios, costos locales y/o regionales y evaluación de costos reportados por Guanajuato Silver y, por anteriores propietarios.

Las fuentes de costos y precios unitarios corresponden a datos extraídos de diversas fuentes:

- Costos facilitados y/o consensados con la operación / contraloría de mina.

- Generador de costos CYPE, Estado Guanajuato:
    - Modulo Rehabilitación.
    - Modulo Trabajos Preliminares.
    - Modulo Demoliciones.
    - Modulo "A" Acondicionamiento de Terreno.

- Actualización de precios unitario a valor presente, empleando tasa de 22.4% de inflación con base a INEGI.

- Costos promedio de asesores internacionales (*Clifton Mexico y otros*).

- Estimaciones y cálculos puntuales para ejercicios específicos (manejo de soluciones, disposición de inventarios).

- Montos identificados como costo "$0.00" corresponden a la ejecución de maniobras de cierre que son absorbidas por la operación (identificación de traslape entre operación y cierre), costo no reportado en cierta moneda (sin costo en M.N. pero costo en USD o viceversa) o por la identificación de ausencia de monto requerido por concepto de reutilización (se mantiene obra en sitio), así como eliminación de montos por permanencia de obra en el sitio.

- Consultas puntuales con base en entrevistas con Contraloría de Mina y Costos de Operación Mina.

La estructura del modelo resulta en concepto algo muy sencillo:

- Los 6 dominios derivan en un monto especifico.

- La hoja de resumen de montos esta enlazada directamente a cada dominio para actualizar montos específicos por dominio.

- La hoja de integración de costos asociados y contingencias esta enlazada a los resultados de la hoja resumen que recopila los datos.

Las modificaciones al modelo para futuras actualizaciones resultan puntuales:

- En cada dominio, es posible integrar o eliminar maniobras (o reducir cantidades conforme a los avances).

- La hoja de integración de costos solo implica la modificación, en caso de aplicar, de los porcentajes empleados para fines de manejo y contingencias.

14.2 Suposiciones, omisiones y limitaciones del modelo empleado

El modelo para la estimación de costos de Plan de Restitución y Cierre ha sido desarrollado con base en las siguientes suposiciones:

- Se asume e integra a la huella de sitios y obras a los terrenos afectados por exploración, así como la infraestructura actual
- Se asume que las sustancias remanentes serán manejadas y dispuestas por la etapa final de operaciones, lo cual incluye de forma no limitativa:

  - Inventario final de reactivos y sustancia, considerando su desalojo (venta y/o utilización en otra unidad minera).
  - Preparación y descontaminación de equipos para su apropiada desinstalación, salvamento y venta.
  - El lavado de equipos y soluciones a generarse deberán someterse a tratamiento y disposición apropiada (tratamiento, evaporación forzada y/o reprocesamiento).
- Se asume que, en caso de existir obras adicionales, serán integradas al proyecto y formarán parte de las actualizaciones en materia de planeación de cierre.
- Se asume que la mayor parte de la infraestructura será eliminada, exceptuando a caminos para fines de mantenimiento y monitoreo, bordos para control de escurrimientos.
- Se reporta que el tepetate que pueda quedar en superficie será utilizado para relleno y estabilización de mina. La eliminación de tepetateras como parte de la operación puede llegar a implicar un déficit de materiales para cubiertas y estabilización de cierre, especialmente para depósitos de jales.
- Se asume que todo remanente de residuos peligrosos y/o sólidos, serán eliminados como parte de la operación y buenas prácticas de la empresa.
- Se asume que el inventario de suelos rescatados es suficiente para la restitución de cubierta vegetal en las áreas afectadas por actividades de mina.
- Se asume que la mayor parte de los servicios, apoyo, contratistas, provienen de la Ciudad de Guanajuato.
- Se asume que Jales Joluna se mantendrán clasificados como no peligrosos y que el material de cubiertas será provisto por banco de material inmediato a depósito de jales.
- Se asume un periodo de monitoreo moderado (de 10 años), regido principalmente por monitoreo de desarrollo de vegetación, agua y fauna, el cual podrá acortarse o extenderse con base a los resultados de monitoreo y evaluación de las condiciones de estabilización del sitio.
- Se asume que la ejecución de las maniobras de restitución y cierre podrán ser efectuadas en un turno diario y con un calendario de trabajo no menor a 330 días por año (durante la etapa de ejecución de restitución y cierre).
- Se asume que la etapa final de operaciones llevara a cabo maniobras enfocadas a la selección, preparación y aplicación de enfoque dirigido a la mayor recuperación y salvamento de equipos con valor residual alto para reutilización y/o venta sin que esto implique integración de capital a presupuesto de cierre de mina.

El modelo de estimación de montos para PRC 2025 omite los siguientes puntos:

- Potencial permanencia en el sitio de obras para fines productivos posteriores. Solo se consideran (en el presente estudio) obras con una obvia utilidad posterior (línea eléctrica, abastecimiento de agua, caminos principales).
- Aspectos de índole social que puedan facilitar o dificultar al desarrollo de actividades de cierre, especialmente por resultados de consultas, procesos participativos, aplicación de programas especiales (social / desarrollo).

El modelo de estimación de montos para PRC 2025 ha sido generado con las siguientes limitaciones:

- La Unidad Minera se encuentra en fase temprana (operación), aún no se ha desarrollado diseño e ingeniería de cierre, se encuentra en fase de identificación y ampliación de reservas y podrá presentar cambios, ampliaciones, mejoras y modificaciones en su huella final, lo cual se verá reflejado en actualizaciones y un inventario detallado de obras y superficies.
- Potenciales variaciones (tanto al alza como a la baja) de costos derivadas de alternativas de ejecución diferentes a las utilizadas, aplicación de otros usos de suelo.
- En caso de existir ampliaciones en infraestructura y huella, invariablemente ocasionarán modificaciones en materia de costos, como podría ser el caso de incremento de reservas y vida útil de mina.
- En caso de detectar alguna área adicional de preocupación o requerimientos de remediación (agua/suelo), las estimaciones generadas deberán ser actualizadas.
- El modelo utilizado no contempla el grado de impacto social derivado del cierre de mina, sobre las comunidades de la zona, por lo que estudios de impacto social deberán ser ejecutados durante la fase final de operación ni integra programas de desarrollo en comunidades para mitigación de posibles impactos por cese de operaciones.
- La flotilla de equipo deberá ser actualizada y presentada en la etapa final de operaciones para verificar maniobras y/o llevar a cabo posibles ajustes en materia del desarrollo y cronogramas de ejecución (actualmente, se considera que existirá equipo apropiado y la duración de maniobras principales es de 2 años).

14.3 Información de las superficies implicadas para definición de intensidades de trabajo y presupuesto por unidad de superficie

Las 4 zonas: Industrial, Mina, Depósito de jales y Servicios & Apoyo cuentan con pautas generales en materia de sus requerimientos de estabilización para el cierre y restitución. Dentro de cada zona, se han identificado las obras, sitios, componentes, edificios, infraestructura, así como su cuantificación de acuerdo con sus condiciones y requerimientos de maniobras (Tabla 14. 1).

Tabla 14. 1. Resumen de las superficies (ha y %) utilizadas para PRC 2025

2025					
Id	**Zona**	**Superficie de la zona**	**Huella de afectación directa**	**Áreas sin uso minero-industrial / Reserva Territorial**	
		ha	**ha**	**ha**	**%**
1	Apoyo y Servicios	3.4766	3.0222	0.4544	0.982
2	Mina	40.3365	13.0036	27.3329	59.092
3	Industrial	10.7386	2.7952	7.9434	17.173
4	Depósito de Jales	51.4925	40.9684	10.5241	22.752
Total		**106.0442**	**59.7894**	**46.2548**	**100**

Adicionalmente a las pautas de cada zona y maniobras específicas para cada componente identificado, se consideran dos "Dominios" adicionales (5 y 6), correspondientes a los aspectos complementarios, estudios, programas, caracterizaciones, equipamiento, monitoreo y mantenimiento.

El Dominio 5, correspondiente a Estudios, Programas y Caracterizaciones, contempla los siguientes rubros:

- Estudio hidrogeológico.
- Caracterización de residuos mineros, considerando un cumplimiento durante operación (caracterización continua de jal y tepetate) e integración en documento de condición final y especificaciones de cierre para evitar procesos de drenaje ácido, liberación de metales y dispersión de sedimentos.
- Evaluación geotécnica de fin de explotación (taludes y zonas de minado).
- Integración de aspectos sociales (participación, consulta, impacto social).
- Actualización de Plan de Restitución y Cierre de condición final e integración de resultados de estudios realizados.
- Diseños finales de acuerdo con las condiciones y caracterizaciones, así como adecuación de presa de jales Jolula para abandono.
- Estudio de desmantelamiento y avalúo de instalaciones, equipos, materiales (enfocado a recapitalización por recuperación).
- Estudio Ambiental de Sitio (Fase 1, 2 y 3 y a manera precautoria).
- Gestión y tramites de transición de operación a cierre.
- Evaluación e integración arqueológica de Apoyo y Servicios, para obras con valor histórico.
- Estudios adicionales de apoyo / consultas en áreas específicas.

El Dominio 6, correspondiente a Mantenimiento y Monitoreo, abarca los siguientes rubros:

- Mantenimiento de un Programa de Vigilancia Ambiental para seguimiento y supervisión de cierre de mina.
- Reemplazo de planta muerta de Zona Industrial.
- Mantenimiento de reforestación de Zona de Mina.
- Reemplazo de planta en Zona de Presa de Jales.
- Mantenimiento de reforestación en presa de jales.
- Monitoreo de establecimiento de vegetación en taludes de presa de jales.
- Reemplazo de plantas en reforestaciones complementarias.
- Mantenimiento de reforestación por plantación en brechas y caminos sin utilidad.
- Reemplazo de plantas en brechas y caminos sin utilidad.
- Programa de monitoreo hidrológico y su ejecución.
- Muestras de calidad de agua.
- Monitoreo de estabilidad de taludes.
- Monitoreo de niveles piezométricos.
- Monitoreo de restablecimiento de fauna (directo e inventarios) y protección de hábitat.
- Equipamiento de monitoreo y manejo de fauna.
- Diseño e instalación de señalética apropiada.
- Monitoreo por medio de sensores remotos del avance y mantenimiento de zonas restituidas y terrenos de unidad minera.

El proceso de interpretación de los datos para fines de construcción de modelo considera:

- Pauta de restitución y cierre conforme a los objetivos centrales de estabilización física, química y biológica.
- Maniobras especificas aplicables para cada componente, superficie, sitio, obra de los dominios considerados.
- Identificación de los complementos adicionales para una lógica aplicación técnica.
- Interpretación de las superficies en los términos más adecuados para estimación de montos.
- Identificación de lagunas de información inherentes a la temprana fase de desarrollo de mina (actualmente en etapa temprana de operación).

El armado del modelo conlleva la interpretación constante de los datos a fin de traducir la información a una cifra manejable. En general, cada zona es evaluada de acuerdo con su ubicación, dimensiones, componentes específicos, superficies, procesos y adecuaciones necesarias. No se anticipa la reconformación drástica de la topografía de mina en base a: diseño de estabilidad de talud de presa, eliminación de tepetateras. Los terraplenes serán integrados al entorno natural por medio de estabilización y reforestación.

La superficie considerada por zonas se presenta en la Figura 14. 2, donde claramente sobresale la porción de terrenos correspondiente a Zona de Jales con el 49% (51.49 ha) y la zona de menor tamaño corresponde a Zona de Servicios & Apoyo (ruinas) con tan solo el 3% (3.48 ha):

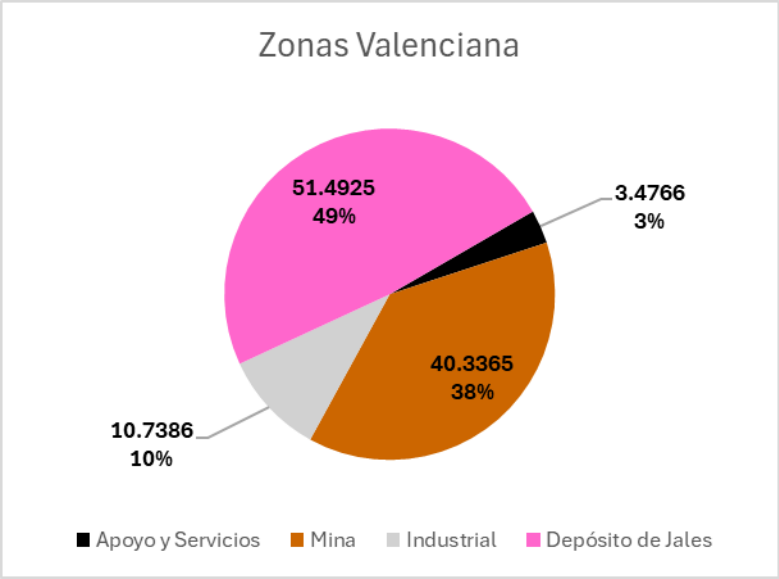


Figura 14. 2. Dimensiones de Zonas consideradas (Dominios 1 al 4)

La huella de ocupación, dentro de cada zona considerada, se presenta en la Figura 14. 3 donde claramente se identifica a la zona de depósitos de mina como la principal huella (suma de obras con 27.33 ha) y zona de jales (10.52 ha) como las principales huellas de ocupación minera (estas huellas abarcan el 82% de toda la huella Valenciana):

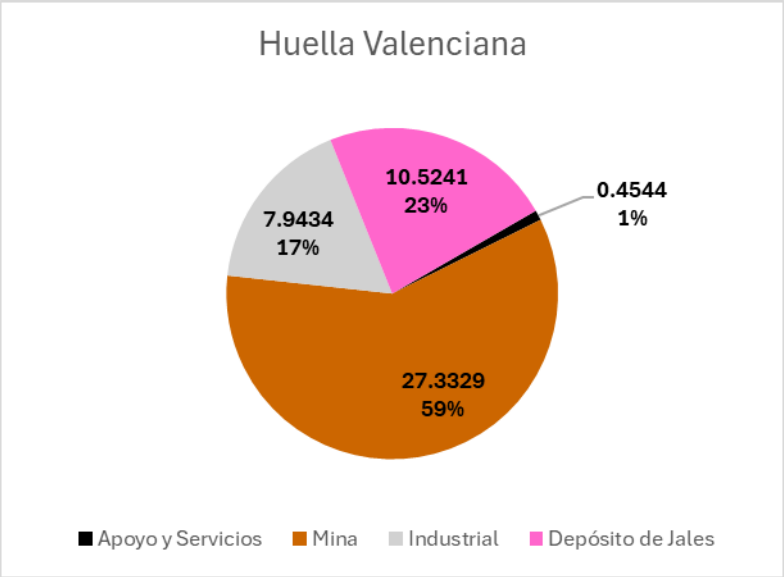


Figura 14. 3. Tamaño de huella de ocupación por cada zona (Dominios 1 al 4)

La huella de ocupación directa en zona de jales representa el 23% de la superficie, industrial el 17% y huella en mina el 59% de la superficie considerada para fines de restitución y cierre por huella de afectación directa. Obras que, por sus dimensiones e implicaciones ambientales, implican el mayor esfuerzo en materia de maniobras, tiempo, inversión requerida y evaluación de posibles alternativas que puedan derivarse de los estudios y caracterizaciones de la etapa final de operación.

El panorama de aplicación de las actividades (considerando al plan maestro general) de restitución y cierre de Mina Valenciana, se presenta en la Figura 14. 4 esquemática (Anexo 10.1):

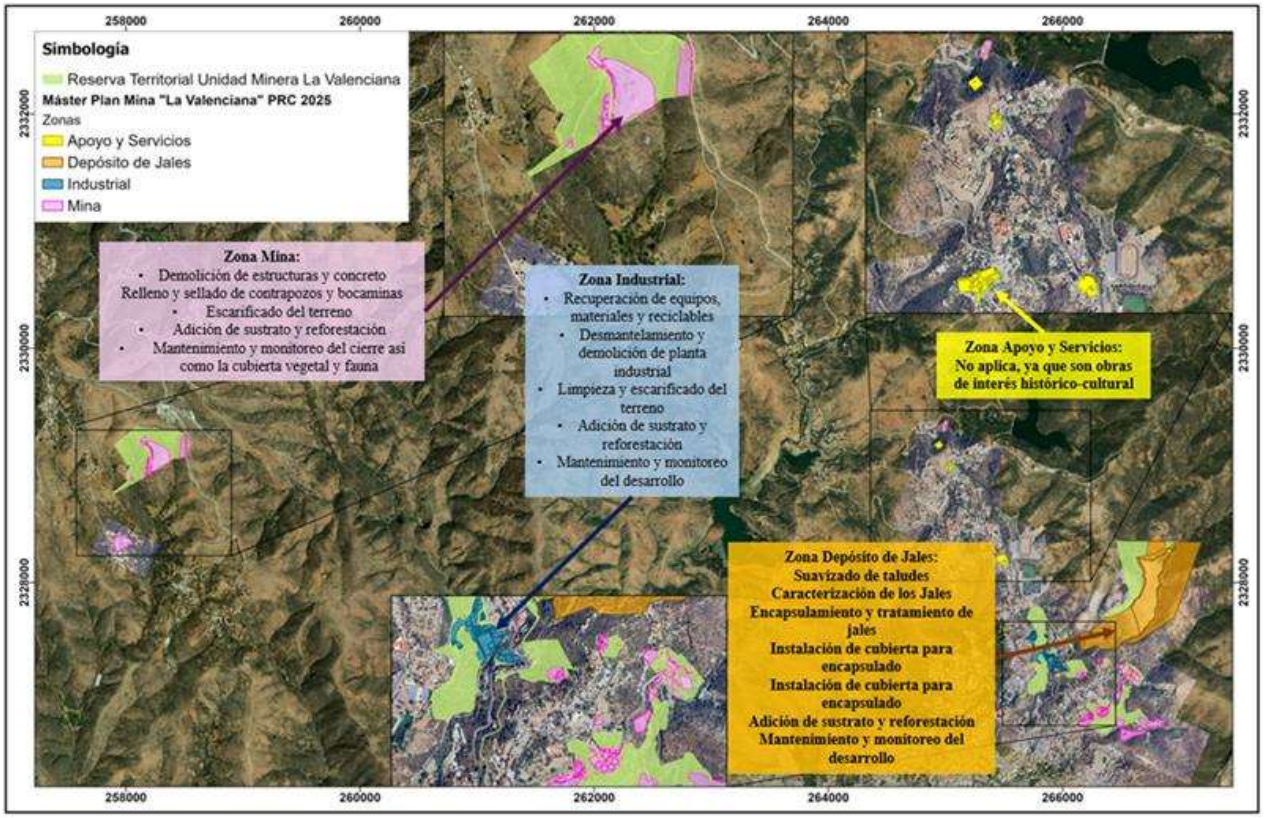


Figura 14. 4. Superficies de aplicación de maniobras de restitución y cierre

En términos generales y sencillos, una vez que sean eliminados los obstáculos (estabilización física y química), se espera que el cierre de Mina Valenciana, a largo plazo, represente un balance positivo en calidad ambiental por la restauración de una cubierta vegetal en la mayor parte de la huella de ocupación por obras y actividades mineras (salvo por caminos permanentes y obras que permanecen en sitio, como la hacienda).

La superficie de reforestación se verá complementada por restricciones de uso de suelo y establecimiento de áreas adicionales de conservación para un mantenimiento integral de masa forestal en la zona, especialmente durante la etapa operativa (acuerdos y cooperación con la comunidad local).

14.4 Estimación de costos de restitución y cierre

La estimación de costos de restitución y cierre de Mina Valenciana se basa en un modelo de estimaciones que abarca 6 Dominios (uno considerado sin monto al por el potencial valor histórico y permanencia en el sitio) diferentes (posteriormente complementados en un módulo separado para integrar gastos indirectos y contingencias). Para fines de facilidad de interpretación y simplicidad, se presenta a continuación el resumen de cada módulo o Dominio a manera de resultados parciales (Dominios) y presentados a detalle en Anexo 14.1 Modelo de Costos.

Los montos derivados del modelo de Restitución y Cierre 2025 de Mina Valenciana, se presentan a continuación:

14.4.1 Zona Industrial

En la Tabla 14. 2 se muestra la tabla con los montos a desglose de las actividades de restitución y cierre aplicables para el Dominio 1 zona de industrial.

Tabla 14. 2. Estimación de costos, Dominio 1, Zona Industrial (Anexo 14.1)

Grupo de conceptos	Monto Estimado (M.N.)	Monto Estimado (USD)
Recuperación de Equipos	$818,590	$44,248
Desmantelamiento / Desmontaje lamina	$484,421	$26,185
Demolición de estructuras y edificaciones	$2,174,303	$117,530
Relleno / Sello de mina	$275,248	$14,878
Limpieza del Terreno	$452,117	$24,439
Escarificado del terreno	$47,087	$2,545
Movimiento de suelo / colocación de sustrato	$1,415,361	$76,506
Instalación de cubierta vegetal	$1,318,304	$71,260
Complementos	$39,227	$2,120
Total (M.N. / USD)	**$7,024,658**	**$379,711**

14.4.2 Zona de Mina

En la Tabla 14. 3 se muestra la tabla con los montos a desglose de las actividades de restitución y cierre aplicables para el Dominio 2 zona de mina.

Tabla 14. 3. Estimación de costos, Dominio 2 - Zona de Mina (Anexo 14.1)

Grupo de conceptos	Monto Estimado (M.N.)	Monto Estimado (USD)
Recuperación de Equipos	$5,514	$298
Desmantelamiento / Desmontaje lamina	$53,800	$2,908
Demolición de estructuras y edificaciones	$343,275	$18,555
Relleno / Sello de mina	$13,347,641	$561,570
Limpieza del Terreno	$4,228,957	$228,592
Escarificado del terreno	$134,074	$7,247
Movimiento de suelo / colocación de sustrato	$728,241	$39,364
Instalación de cubierta vegetal	$788,935	$42,645
Complementos	$45,511	$2,460
Total (M.N. / USD)	**$19,675,947**	**$903,640**

14.4.3 Zona de Jales

En la Tabla 14. 4 se muestra la tabla con los montos a desglose de las actividades de restitución y cierre aplicables para el Dominio 3 zona de Jales.

Tabla 14. 4. Estimación de costos, Dominio 3, Depósitos de Jales Jolula (Anexo 14.1)

Grupo de conceptos	Monto Estimado (M.N.)	Monto Estimado (USD)
Obras y estructuras	$27,934	$1,510
Obras y estructuras	$24,209	$1,309
Demolición, sello y preparación de terreno	$62,069	$3,355
Cierre del Depósito de Jales Jolula	$24,127,973	$1,304,215
Maniobras y estabilización complementaria	$362,367	$19,587
Total (M.N. / USD)	**$24,604,552**	**$1,329,976**

14.4.4 Zona Servicios y Apoyo

La Zona de Servicios y Apoyo corresponde a la agrupación de huella de estructuras y edificaciones antiguas con potencial valor histórico. No se asigna valor de cierre por la posible permanencia de esas edificaciones.



Figura 14. 5. Ejemplos de ruinas y edificaciones históricas

14.4.5 Estudios, Peritajes e Investigaciones

En la Tabla 14. se muestra la tabla con los montos a desglose de las actividades de restitución y cierre aplicables para el Dominio 6 Estudios, Peritajes e Investigaciones.

Tabla 14. 5. Estimación de costos, Dominio 5, Estudios, Peritajes, Investigaciones (Anexo 14.1)

Grupo de conceptos	Monto Estimado (M.N.)	Monto Estimado (USD)
Peritajes de estabilidad	$2,016,148	$108,835
Estudios ambientales, de desmantelamiento y adicionales	$1,997,571	$107,977
Actualización diseño final de presas de jales	$676,474	$36,566
Actualización de Plan de Restitución y Cierre de condición final e integración de resultados	$860,472	$46,512
Total (M.N. / USD)	**$5,550,665**	**$299,890**

14.4.6 Monitoreo y Mantenimiento

En la Tabla 14. se muestra la tabla con los montos a desglose de las actividades de restitución y cierre aplicables para el Dominio 6 Mantenimiento y Monitoreo.

Tabla 14. 6. Estimación de costos, Dominio 6, Mantenimiento y Monitoreo (Anexo 14.1)

Grupo de conceptos	Monto Estimado (M.N.)	Monto Estimado (USD)
Vigilancia ambiental integral	$3,361,855	$181,722
Monitoreo hidrológico y laboratorio	$2,462,170	$133,090
Monitoreo, mantenimiento y reemplazo de vegetación	$1,955,844	$105,721
Monitoreo de estabilidad y de niveles	$644,679	$34,847
Complementos	$4,633,581	$250,464
Total (M.N. / USD)	**$13,058,129**	**$705,845**

La combinación de los montos de Dominios 1 al 6 (Anexo 14.1), se considera como la "Ejecución Técnica" de restitución y cierre. En conjunto, el monto estimado asciende a $69.913 millones en Moneda Nacional, o bien, $3.779 millones de dólares (considerando una paridad de 18.50 MX por USD) (Tabla 14.):

Tabla 14. 7. Resumen de estimación de costos para Ejecución Técnica (Dominios 1 al 6)

Dominio	Montos estimados $ M.N	&	$ USD
Dominio 1: Zona Industrial	$7,024,658		$379,711
Dominio 2: Zona de Mina	$19,675,947		$1,063,565
Dominio 3: Zona de Jales	$24,604,552		$1,329,976
Dominio 4 : Servicios y Apoyo			
Dominio 5: Estudios, Peritajes e Investigaciones	$5,550,665		$300,036
Dominio 6: Mantenimiento y Monitoreo	$13,058,129		$705,845
Subtotal Dominios (Ejecución Técnica)	**$69,913,952**		**$3,779,133**
Monto por Contingencias	$12,697,319.43		$686,341.59
Integración de costos asociados	$7,953,116.12		$429,898.17
Estimacion Total de presupuesto de PRC - 2025 Mina Valenciana	**$90,564,387**		**$4,895,372**

Estos montos se presentan a manera de resumen gráfico en la siguiente figura, donde cabe resaltar que Zona de Jales representa el 35% del monto de ejecución técnica, y zona de mina el 28%, e industrial el 10% (Figura 14.), mientras que estudios, mantenimiento y monitoreo en conjunto, representan el 28% de la ejecución técnica (dominios 1 al 6).

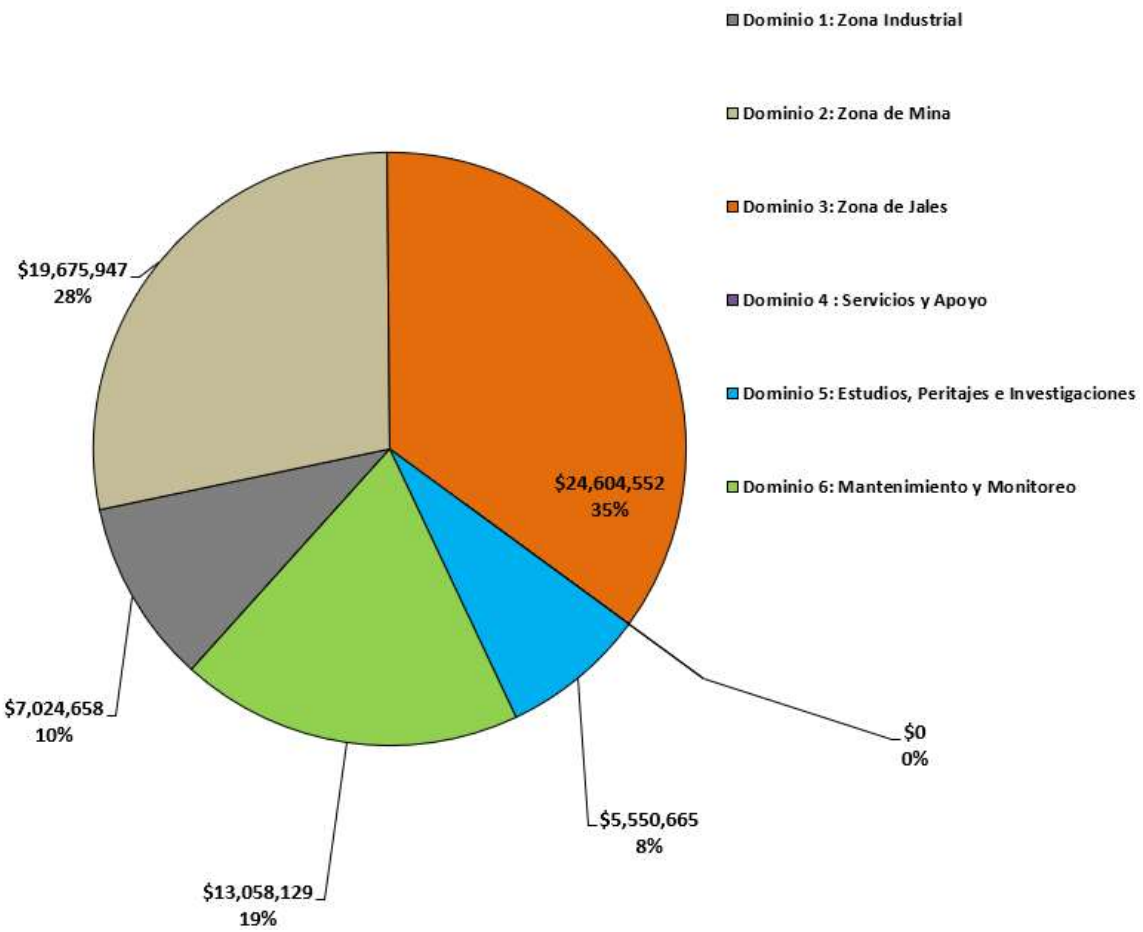


Figura 14. 6. Resumen de montos ($M.N.) de Dominios 1 al 6 (Ejecución Técnica)

14.4.8 Monto por Contingencias e Integración de costos asociados

El monto total de Ejecución Técnica asciende a $69.913 millones en moneda nacional o $3.779 millones USD, tipo de cambio 18.5), monto al cual se le integran cantidades adicionales para costos asociados y contingencias (

Tabla **14.** y
Tabla 14.):

- Costos asociados (movilización, administración, legal)
- Establecimiento de montos de contingencia (% variable para cada Dominio)

Tabla 14. 8. Estimación de costos asociados a la ejecución técnica

Rubro de manejo y maniobras	Actividad / Descripción	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Costo Total	Descripción / Notas:
				Subtotal (Dominios) $MX	$69,913,951.52	
				Subtotal (Dominios) $USD	$3,779,132.51	
Integración de costos asociados	Integración y manejo de etapa de ejecución técnica - supervisión	3	@	$540,000.00	$1,620,000.00	Supervisión de restitucion y cierre en base a cumplimiento y evaluación de posibles alternativas y aseguramiento corporativo de cumplimiento a objetivos técnicos, ambientales y sociales. Es decir, que permanezca la existencia de un dpto. ambiental para supervisar el cierre (3 años). Se considera a supervisor de cierre y apoyo.
	Desarrollo de Plan de Cierre temporal o NO planeado	1	@	$740,000.00	$740,000.00	Aplicable principalmente para un cierre temporal (<1 año) en caso de ser indefinido, el monto se considera como un estimado mínimo para: 1) Zona Industrial 2) Zona Mina 3) Zona Jales 4) Servicios y Apoyo 5) Ingeniería y diseño de obras / adecuaciones temporales (menor a 1 año) NO SE INCLUYE MANTENIMIENTO MENSUAL / ANUAL EN CASO DE EXTENSERSE MAS ALLA DE 1 AÑO.
	Administración de proyecto	5%	%	$3,495,697.58	$3,495,697.58	% of the subtotal for all domains
	Supervisión de proyecto, terrenos, recursos, activos, en términos legales	3%	%	$2,097,418.55	$2,097,418.55	% of the subtotal for all domains
	Indexación	0	@	$0.00	$0.00	No se ha aplicado un incremento por inflaciones (se cubre por medio de actualizaciones periodicas del PRC)
	Taza de descuento	0	@	$0.00	$0.00	No se ha aplicado taza de descuento
	Otros	0	@	$0.00	$0.00	
	Subtotal (Costos Asociados)			$MXN	$7,953,116.12	
	Subtotal (Costos Asociados)			USD (18.50)	$429,898.17	
				Subtotal (Dominios y Costos Asociados)	$77,867,067.64	

Tabla 14. 9. Estimación de montos de Contingencia

	Contingencia variable por Dominio	Fracción		Monto de referencia (Dominio)	Monto de contingencia para cada Dominio	Consideración
Monto por Contingencias (porcentaje variable con base en el dominio)	D1- Industrial	25%	%	$7,024,658.47	$1,756,164.62	Se maneja un monto de contingencia medio (25%) en función de resultados de materiales y procedimientos para relleno de mina. Es importante considerar la adecuada segregación de materiales para su adecuado aprovechamiento al momento de cierre. El monto puede mitigar posibles variaciones por concepto e manejo de chatarra (no se cuenta con una volumtria / tonelaje).
	D2- Mina	15%	%	$19,675,946.83	$2,951,392.03	Se considera un monto medio de contingencia bajo (15%) por el tipo de obras que conforman la zona, las cuales no representan alguna variación de consideración.
	D-3 Jales	20%	%	$24,604,551.63	$4,920,910.33	El alcance, conceptual considerado, abarca los aspectos de Estabilidad Quimica (encapsulamiento, tratamiento), Estabilidad Fisica (Contrafuertes, derivacion, exclusion y manejo pluvial) y Estabilidad Biológica por medio de reforestacion a diferentes intensidades. Lo anterior, dentro de un marco conservador. Sin embargo, la ausencia de ingeniería a detalle de cierre de obras, implica uyn manejo de montos de contingencia para cubrir posibles variaciones. Se aplica un porcentaje MEDIO (20%), especialmente por posible necesidad de limpieza de cauces, incremento en cubiertas y materiales, potencial deficit / incremento de costo de compra de sustrato y/o planta de vivero.
	D4- Servicios y Apoyo	0%	%	$0.00	$0.00	Aun no se cuenta con evaluación que permita determinar el destino y valor historico de ruias, estructura y edificaciones con potencial valor, permanencia y posibles proyectos de inversión para restauración arquitectónica.
	D5- Estudios, Peritajes e Investigaciones	20%		$5,550,665.49	$1,110,133.10	Se aplica una contingencia media para cubrir variacionesen estudios, alcances y/o fases complementarsas en la definición de un plan de cierre definitivo y con el debido soporte tecnico (diseño, ingenieria, balance de roca/suelo, estbilidad final, etc.
	D6- Mantenimiento y Monitoreo	15%		$13,058,129.09	$1,958,719.36	Se estima una contingencia baja-media para posibles variaciones y/o ampliación de maniobras de mantenimiento y monitoreo.
	Subtotal (Contingencias - grado variable)			$MXN	$12,697,319.43	
				$USD	$686,341.59	
	Presupuesto estimado para asegurar cumplimiento de			PRC 2025 ($MXN)	$90,564,387	Excluyente de impuestos

Los montos completos derivados del modelo construido para Mina Valenciana (2025), se presentan en la Tabla 14. de resumen general (ejecución técnica, costos asociados, contingencia y equivalencia en moneda nacional):

Tabla 14. 10. Resumen global de integración de montos estimados

Concepto General	Monto estimado
Subtotal de estimaciones para "Dominios"	$69,913,952
Estimación total para costos asociados	$7,953,116.12
Monto de Contingencia (basado en Dominios y Costos Asociados)	$12,697,319.43
Estimación Total (M.N.) PRC-2025 Mina Valenciana	**$90,564,387**
Dólar americano (utilizando paridad de $18.50 MX por $1 USD)	**$4,895,372**

La Ejecución Técnica presenta un monto total de $69.913 millones de pesos o el 77% del monto total estimado, los costos asociados se estimaron en $7.953 millones de pesos (9% del total) y la contingencia fue estimada en $12.697 millones de pesos (14 % del total) (Figura 14.):

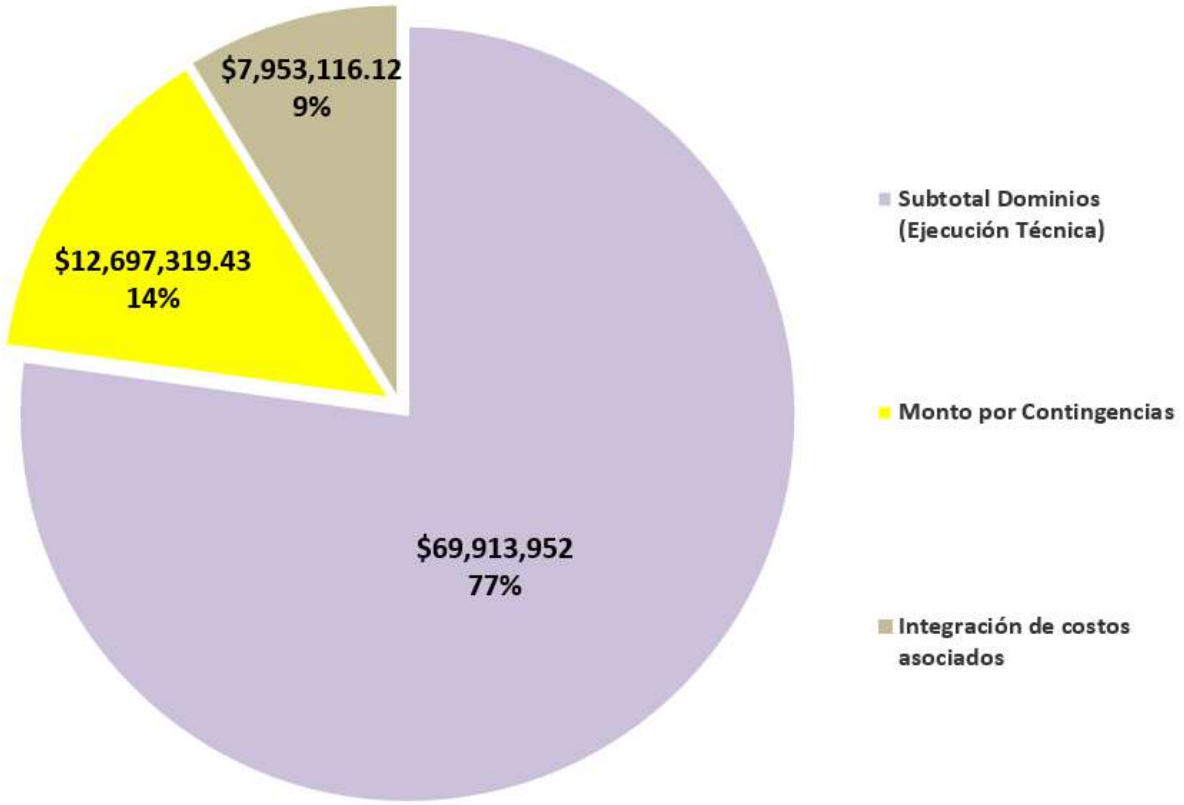


Figura 14. 7. Resumen de la inversión total estimada para PRC-2025

14.5 Distribución en el tiempo de costos de restitución y cierre

A efectos de distribuir los costos en el tiempo para la aplicación de los montos de restitución y cierre para restauración ecológica del sitio, se han manejado en la última sección del modelo de estimaciones, una distribución (conceptual) de los montos para Dominios 1 al 6 y montos

indirectos/asociados (administrativos y contingencia). Para fines de llevar a cabo un primer ejercicio de tiempo, se consideran los siguientes tiempos:

- Se establece un arranque de actividades relacionadas a cierre de mina durante la operación, previo al cierre de mina e integrando: ejecución de maniobras (cierre de obras que cumple capacidad o vida útil) de cierre progresivo y planeación de cierre definitivo de unidad minera. No se cuenta con un calendario de cierre progresivo por lo que se considera de forma conceptual como cierre durante operación.

- Se establece un periodo de 2 años para las principales obras y maniobras de cierre (con especial dominancia de las obras de zona industrial, jales, mina y sin costo asignado para servicio y apoyo /valor histórico).

- Se establece un periodo de complementos (se termina desmontaje de campamento) y terminado de zonas estabilizadas para su adecuada transición a una etapa de monitoreo, considerando un periodo de 1 año.

- Se considera, de forma preliminar y sujeto a modificaciones (reducción/incremento), un periodo de 10 años para la etapa de mantenimiento y monitoreo.

La operación llevará a cabo actividades de cierre progresivo, incluyendo compensación ambiental durante la vida de mina y previo al cierre. El cierre de mina considera un periodo de 13 años para la restitución y cierre para lograr una restauración ecológica y el adecuado abandono de Mina Valenciana, cumpliendo con los objetivos de estabilidad para garantizar la integridad química, física y biológica del entorno. El proyecto y sitio deberán eliminar toda posibilidad de generar un desequilibrio ecológico o colocar en riesgo a la comunidad, asegurando un abandono responsable del sitio.

Se anticipan dos variables principales a la duración total de la ejecución del PRC 2025:

- Variaciones en eficiencia y/o resultados no adecuados para abandonar el sitio y que implique la expansión del periodo de ejecución y monitoreo del sitio u obras en específico, especialmente en materia de establecer una cubierta vegetal auto sostenible y aspectos relacionados a drenaje de mina.

- Avances de restitución y cierre durante la operación de Mina Valenciana, bajo el esquema de cierre progresivo y que invariablemente podría acortar tiempos y costos en la etapa de restitución y cierre final del proyecto.

La distribución (Anexo 14.2) simplificada de posibles erogaciones en materia de cierre de mina, se plantean a manera de esquema conceptual, de la siguiente manera (Tabla 14.):

Tabla 14. 11. Distribución conceptual de tiempo.

Periodo considerado	Estimación en USD	Estimación en M.N.
Cierre progresivo y planeación (operación)	$486,301	$8,996,572
Maniobras Principales (años 1 al 2)	$3,298,172	$61,016,180
Etapa de transición (1 años)	$360,783	$6,674,495
Etapa de mantenimiento y monitoreo (10 años)	$750,116	$13,877,140
Totales	**$4,895,372**	**$90,564,387**

En general, los mayores esfuerzos serán necesarios para la ejecución de las principales maniobras de restitución en los años 1 y 2, los cuales representan el 67.4% de la inversión del PRC 2025, el periodo de transición implica el 7.4% de la inversión y el monitoreo y mantenimiento de los 10 años restantes es de tan solo el 15.3%. El cierre progresivo, previo al arranque de cierre de mina, corresponden a cierre de obras que alcanzan capacidad, cierre progresivo y planeación, con un monto equivalente al 9.9% del total de la inversión estimada. El esquema completo y detallado de la distribución conceptual de montos anuales se presenta en el Anexo 14.2.

El panorama de distribución de montos, a lo largo de un periodo de tiempo (operación, cierre y monitoreo), se presenta de forma abreviada en la Figura 14. :

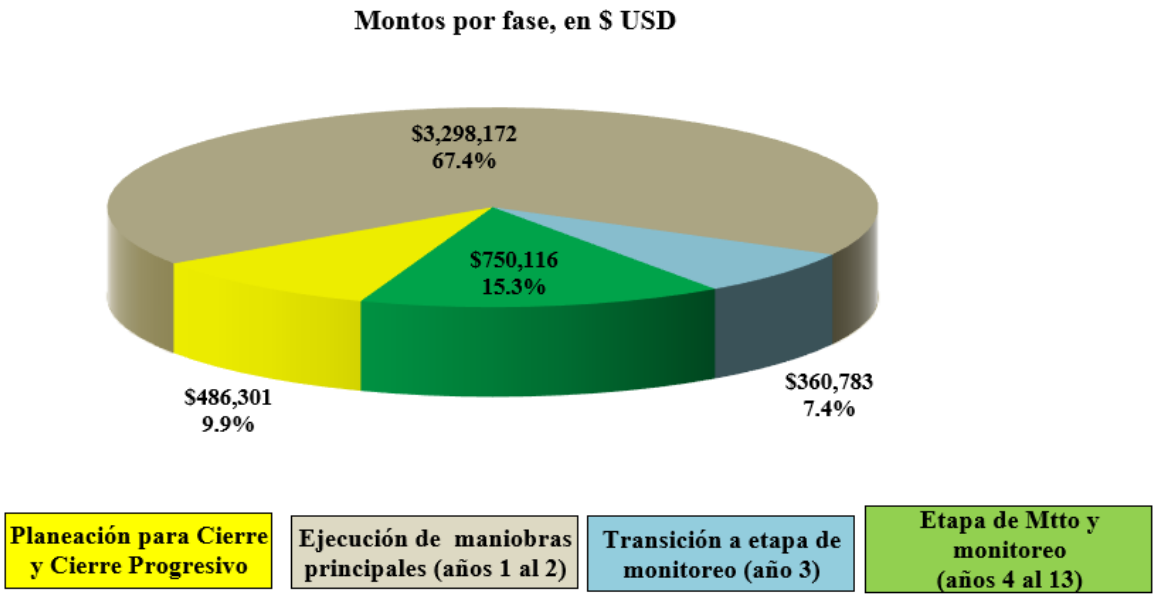


Figura 14. 8. Resumen de estimación de montos por agrupamiento de años ($USD)

En términos generales, se estiman los siguientes montos parciales ($ Moneda Nacional):

- Un monto de $0.486 millones de dólares para cierre progresivo durante correspondientes al avance, estudios, caracterizaciones, peritajes encaminados a detallado de restitución y cierre Mina Valenciana (9 % del total estimado).

- Un monto estimado de $3.298 millones de dólares para los primeros 2 años de mayor intensidad de actividades y maniobras (67.4 % del total estimado).

- Un monto estimado de $0.360 millones de dólares para el año inmediato a la fase de mayor intensidad de maniobras (transición entre restitución y monitoreo) (7.4 % del total estimado)

- Un monto estimado de $0.750 millones de dólares para los 10 años propuestos de etapa de mantenimiento y monitoreo (15.3% del total estimado bloque de dos años).

Las principales variaciones que puede llegar a tomar lugar, de acuerdo con el grupo de años considerado, corresponden a:

- Cierre progresivo y planeación

    - Avance de compensación ambiental propuesta por unidad minera.
    - Evaluación, selección y liberación de áreas y obras para cierre durante la operación.
    - Integración a cierre progresivo de obras, patios y sitios fuera de uso.
    - Crecimiento de huella y ampliaciones.
    - Los resultados de estudios, peritajes y caracterizaciones otorgan mayor certeza o establecimiento de pautas para integración de alternativas y, por lo tanto, modificaciones en el alcance de restitución y cierre.
    - Los resultados podrán requerir estudios y/o caracterizaciones adicionales como medida precautoria o de maximización de recursos disponibles.
    - Toma de decisiones en materia de restauración y/o rehabilitación de obras con val histórico.

- Etapa de ejecución de principales maniobras

    - Variaciones derivadas de especificaciones en diseño e ingeniería de cierre, especialmente para depósitos de jales.
    - Variaciones en disponibilidad de materiales y/o distancias para cierre, especialmente para cubierta de jales.
    - Potencialmente modificable con base en los resultados de las investigaciones previas al cierre.
    - Se considera que la evaluación de las maniobras, desde un punto de vista de incremento de eficiencia, puede llegar a reducir de forma parcial, los costos y conforme a la experiencia adquirida por la operación.
    - Posibles modificaciones en obras y ampliaciones derivadas de incremento de reservas, instalación de nueva infraestructura (especialmente en materia de presas de jales).
    - Potencial reutilización de obras e infraestructura.

- Implementación de programas de paisajismo y/o rehabilitación de edificaciones con valor histórico o su eliminación (previa liberación por parte de INAH).

- La etapa de monitoreo puede llegar a modificarse:

  - Reducción de forma parcial por medio del adecuado soporte técnico y resultados de monitoreo (estabilidad física, química y biológica).
  - Incremento parcial por identificación de desviaciones o cumplimiento insatisfactorio a los objetivos de estabilización.
  - Incrementarse de forma significativa en caso de implementar maniobras o diseño de cierre a largo plazo o por modificaciones en esquemas de cierre por otros de mayor tiempo de ejecución y punto de estabilización.

15.0 Conclusiones

15.1 Conclusiones

La Unidad La Valenciana, operada por Minera Mexicana el Rosario S. A. de C. V. ha considerado una superficie total de referencia para el presente Plan de Restitución y Cierre 2025, de 106.0442 ha, las cuales abarcan las zonas denominadas como: Industrial, Mina, Apoyo y Servicios y Depósitos de Jales.

La delimitación de esta superficie de referencia contempla todas las obras industriales, mineras, edificios, infraestructura, patios, terrenos degradados y terrenos sin uso minero. En total, se han identificado 239 componentes para fines de restitución y cierre, en una superficie conjunta de huella de aplicación de PRC, de 59.7894 ha, identificadas, mapeadas y cuantificadas para su consideración de un modelo conceptual de cierre, costos directos y costos asociados para el eventual abandono del sitio.

En la actualidad, la Unidad La Valenciana se encuentra en operación y estima una vida útil de aproximadamente de 14 años. Así mismo, se contempla llevar a cabo actividades de cierre progresivo, principalmente enfocadas al cierre y restitución de almacenes, áreas degradadas, oficinas, patios, bodegas.

El PRC 2025 de la Unidad La Valenciana señala que el paisaje posterior al uso minero será seguro y estable desde el punto de vista físico, geoquímico y ecológico. Para el éxito del Plan, se debe asegurar que la calidad de los recursos de agua en la zona sea protegida (evitar y cesar efluentes y escurrimientos mineros) y que el plan de restitución y cierre sea bienvenido por las comunidades y autoridades. El óptimo desempeño de las actividades de restauración dependerá en gran medida de una participación relevante de los grupos de interés y de un adecuado monitoreo de las condiciones del sitio restaurado.

La ejecución de las actividades del PRC 2025, minimizara el riesgo de crear pasivos ambientales de largo plazo, así como mediante el cumplimiento de la legislación vigente y la observación de los estándares internacionales establecidos. El proceso de restitución conducirá a una configuración del terreno estable y seguro para ser dedicada para fines de conservación para las zonas restituidas. Existe la posibilidad de lograr actividades productivas, siempre y cuando se logre mantener el equilibrio entre una política de manejo del terreno para vida silvestre y las posibles actividades que puedan proponerse en el futuro.

El costo estimado total de la restauración y cierre es de $86.925 millones pesos mexicanos (Anexo 14.1), lo cual equivale a $4.6698 millones dólares considerando una paridad de $18.50 pesos por dólar. Este costo total se compone de un costo estimado de la ejecución técnica presenta un monto total de $69.913 millones de pesos o el 77% del monto total estimado, los costos asociados se estimaron en $7.953 millones de pesos (8.9% del total) y la contingencia fue estimada en $12.697 millones de pesos (14 .1% del total).

15.2 Compromisos adquiridos por Minera Mexicana el Rosario S.A DE C.V.

Mina La Valenciana se compromete a lo siguiente en materia de restitución y cierre de mina:

- Llevar a cabo la revisión de diseños, ingenierías y estrategias de cierre y abandono.
- Llevar a cabo consultas con las partes interesadas (posibles poseedores del terreno, autoridad Federal, Estatal, Municipal, Ejido, Vecinos) para establecer y acordar el uso de suelo y requerimientos de infraestructura que pueda ser cedida como donación, directa o a través del gobierno local.
- Llevar a cabo estudios y diseños detallados, no solo en materia de restitución, sino de potencial reutilización de la infraestructura actualmente propuesta para ser eliminada.
- Mina La Valenciana llevará a cabo una detallada documentación de las actividades de restitución, así como los ajustes y modificaciones que puedan mejorar el desempeño en la ejecución del plan y de acuerdo con lógicos esquemas de factibilidad.
- Mina La Valenciana llevará a cabo revisiones del PRC 2025, incluyendo las estimaciones y actualizaciones financieras para el aseguramiento de presupuestos futuros.
- Mina La Valenciana buscará la forma para minimizar el área de disturbio y desmonte, con base a lo que tiene autorizado por SEMARNAT, así como por medio del reciclado de espacios que ya no son utilizados antes de incrementar huella de afectación de manera innecesaria.
- Mina La Valenciana llevará a cabo la restauración ecológica de terrenos propiedad de esta con base en un criterio de mejora integral del sitio con la aplicación del programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna, así como la reforestación progresiva de los terrenos.
- Mina La Valenciana restituirá los contornos naturales o en su defecto, los integrará de la mejor manera posible al entorno natural, especialmente en materia de mina y depósito de jales.
- Mina La Valenciana llevará a cabo la estabilización y restitución de áreas afectadas en el momento en que sea posible con base a las condiciones operativas de la unidad minera.
- Mina La Valenciana revegetará las zonas perturbadas para otorgar estabilidad a largo plazo y el retorno de flora y fauna nativa a una condición similar a pre-mina y en aquellas zonas donde no sea factible una avanzada restitución, se evitará que esta puede llegar a ser un factor de desequilibrio o riesgo.

- Mina La Valenciana continuará con los programas de monitoreo ambiental, regidos por el Sistema de Administración Ambiental que permita recopilar datos y detectar desviaciones que representen riesgos de forma oportuna.

- Mina La Valenciana verificará la estabilidad física de taludes, estabilidad química (depósitos de jales y calidad del agua) y estabilidad ecológica de flora y fauna en los sitios de rehabilitación.

- Mina La Valenciana asegurará los requerimientos de restitución y cierre, de tal forma que el sitio retorne en lo posible, a un estado natural o en su defecto, asegurará la sucesión natural del entorno (comunidad auto sustentable en vías de recuperación).

- Mina La Valenciana implementará planes emergentes en caso de detectar situaciones que así lo ameriten, durante operación y en la etapa de monitoreo y mantenimiento de cierre.

- Mina La Valenciana asegurará los recursos financieros para los presupuestos de restitución y cierre, incluyendo la evaluación de diferentes instrumentos financieros que mejor convengan a la empresa y aseguren su disponibilidad en el momento adecuado.

- Mina La Valenciana se compromete a lograr un proceso de transferencia de los terrenos y cese de operaciones sin llegar a crear una dependencia de la comunidad hacia la empresa.

15.3 Alteraciones potenciales al PRC-2025

Las siguientes desviaciones han sido identificadas como principales factores de cambio en materia de duración, esfuerzo, planeación y, por último, estimación y aseguramiento de inversión requerida para ejecución del Plan de Restitución y Cierre 2025:

- Depósito de Jales, al ser la obra minera de mayor superficie en materia de tratamiento para su adecuado abandono, posibles cambios derivados del tipo de cubierta de encapsulamiento, su disponibilidad, fuente y costo, podrían incrementar el tiempo de ejecución, lo cual impacta en personal, maniobras, manejo de terrenos, materiales necesarios y, por último, los costos estimados.

    - El impacto potencial en materia de duración y eficiencia podrá y deberá ser mitigado en gran medida por el previo aseguramiento de los materiales necesarios, identificando su localización y costo real de acarreo.
    - De forma inversa, el cierre progresivo, durante la operación, para los depósitos que alcancen su capacidad de almacenamiento, ocasionarán reducciones en los montos estimados y razonablemente, los costos de cierre progresivo se integran a las inversiones de operaciones.

- Planta de beneficio y áreas industriales, las cuales pueden llegar a presentar incrementos en edificaciones. En caso de crecer en huella de construcciones, se podrá incrementar en cierto grado el requerimiento de inversión para este rubro.

  - El impacto potencial en recursos financieros se considera amortiguado en parte por la omisión de recapitalización de equipos, maquinaría, salvamento de naves que puedan ser reubicadas, utilización de materiales para venta y reciclaje, etc.

- Nivel de aceptación del uso de suelo propuesto para etapa de abandono, el cual depende no solo de las opiniones de autoridades ambientales, sino de posibles grupos de interés. La aceptación o solicitud de modificaciones podrán ocasionar variaciones en los montos finales (a la baja o al alza).

  - La variable social podrá ser amortiguada e integrada a las actualizaciones futuras y diseño final del plan de restitución y cierre en la etapa final de la operación de mina.

16.0 Recomendaciones

16.1 Generales

- La recomendación de mayor importancia, aplicable en la mayoría de los planes de restitución y cierre, corresponde al avance de un cierre progresivo. Las principales áreas de cierre progresivo para la unidad minera corresponden a antigua planta de beneficio, patios, bodegas, contrapozos. Este avance podrá representar una importante reducción en los costos finales, así como una reducción en los tiempos requeridos para alcanzar el ordenado abandono del terreno. Algunos de los componentes clave para una acertada implementación de cierre progresivo, incluyen:

    - Identificación de obras y áreas que han alcanzado capacidad y sean liberadas por operación para cierre (no serán reutilizadas para operación, maniobras y/o contratistas)
    - Desarrollo de los estudios e investigaciones que permitan la apropiada toma de decisiones y preparación de diseños e ingeniería
    - Línea base de cierre (geoquímica, estudios hidrológicos, balance hidro-meteorológico, biodiversidad, social, etc.,)
    - Implementación de revisiones anuales de seguimiento en planeación de cierre y potencial aplicación de cierre progresivo durante la operación

- En segundo término, es altamente recomendable el llevar a cabo los estudios y evaluaciones que permitan contar con datos para toma informada de decisiones y establecer pautas y/o estrategias aplicables para cierre de mina y eventual abandono responsable del sitio, incluyendo diseño e ingeniería de cierre (especial énfasis en jales).

- Se recomienda llevar a cabo un inventario de los materiales, tepetates, bancos, suelos (actual y futuro) para fines de identificar fuentes y/o déficits para cierre, especialmente por cubierta de jales.

- En el caso de la infraestructura que pudiera dejarse para uso de la comunidad, se recomienda la realización de un traslado de dominio oficial por parte de la compañía a la autoridad correspondiente. Esto para evitar responsabilidades futuras de la compañía en el uso y mantenimiento de dicha infraestructura.

- Se recomienda identificar y regularizar en materia de impacto ambiental las obras y actividades de la Unidad Minera en su totalidad, a fin de llevar una mejor gestión ambiental.

- Se recomienda iniciar el proceso con los propietarios de terrenos aledaños a las obras, sobre todo en las obras en las que se sobrepasa el límite de propiedad para acordar opciones para los futuros trabajos de restitución y cierre.

- Se recomienda la inclusión de una cláusula de limpieza y saneamiento para los sitios asignados a contratistas, claramente estipulada en las renovaciones de contratos, esto con la

finalidad de evitar situaciones de contaminación, así como reducción de costos por saneamiento.

- Se recomienda llevar a cabo un estudio de mercado para identificar posibles inversionistas interesados en la compra de terreno e inmuebles industriales para establecer una nueva industria (ligera o maquiladora), aprovechando la aptitud del sitio (suministro de agua, energía, mano de obra).

- Aunque el tepetate no se presentan evidencias de materiales generadores de drenaje ácido, se recomienda continuar con las caracterizaciones geoquímicas pertinentes de forma anual o en caso de detectar zonas de mineralización diferente (sulfuros).

- Materiales en tepetate con alto potencial de neutralización pueden ser seleccionados para estabilización de jales y taludes de materiales con potencial de generación de acidez, especialmente en caso de llegar a explotar cuerpos mineralizados con altos contenidos de sulfuros.

- Para las obras subterráneas, aunque estas quedarán completamente inaccesibles, se recomienda la colocación de señales indicando su ubicación para evitar excavaciones futuras en esas áreas, lo cual pudiera poner en peligro la seguridad pública. Adicionalmente, se recomienda la entrega de un plano de localización de mina subterránea y todos los accesos (clausurados) a las autoridades correspondientes (Municipio, Protección Civil del Estado) para su consideración en posibles planes de desarrollo futuros y usos de suelo.

- Sustentar de forma adecuada el uso propuesto ante las comunidades cercanas, de tal forma en que las comunidades estén informadas acerca del enfoque de equilibrio entre uso de suelo futuro y zonas de conservación, así como las restricciones aplicables.

- Llevar a cabo talleres de capacitación respecto a los terrenos restaurados y planeación de usos de suelo, estableciendo de forma clara las actividades compatibles con las zonas de vida silvestre y explorando opciones de manejo adecuado para los terrenos agrícolas.

- Mantener cercados de restricción de acceso a las zonas de mayor riesgo (rampas, tiros, contrapozos) y áreas de recuperación o conservación.

- Mantener cercados de restricción a zonas de mayor fragilidad (caminos, depósitos de jales y patios industriales restaurados y reforestados).

- En caso de detectarse alternativas para el uso de suelo propuesto o tipo de restauración, se deberá llevar a cabo un análisis de costo/beneficio, así como de factibilidad. En general, se recomienda que cualquier cambio sea en aras de mejorar la calidad de vida de la comunidad, reducir costos e incrementar la huella de terrenos restituidos.

- Se debe maximizar los contratos o empleos temporales relacionados a las actividades de cierre, rehabilitación y restauración, especialmente para pobladores locales a manera de

mitigar posibles impactos económicos y extender la educación ambiental y cultura de protección de sitios restituidos.

- Otorgar asistencia para el desarrollo de negocios en la comunidad (desarrollo de capacidades), especialmente como parte de los talleres y procesos de las etapas finales de operación y participación de la comunidad local.

- Durante y al finalizar la etapa de restitución, se recomienda llevar a cabo reuniones informativas, tanto con la comunidad como con las autoridades. Estas reuniones, es recomendable continuarlas a lo largo del periodo de monitoreo con la finalidad de sustentar y abarcar las preocupaciones de los residentes de la zona, e inclusive, mantener ciertos empleos en la población para efectos de mantenimiento y vigilancia de las zonas restituidas.

16.2 Recomendaciones para el avance de actividades de restitución y cierre

La restitución y cierre de mina puede y debe iniciar desde la etapa de operaciones, para lo cual, se recomienda llevar un enfoque de cierre progresivo en los avances de la operación:

- El diseño final de cierre de Unidad La Valenciana podrá ser ajustado en cierta medida para fines de cierre de obra, evitando la necesidad de obras y maniobras posteriores al cese de operaciones.

- Las secciones, taludes y zonas finales de depósitos de jales y que no serán utilizadas para crecimiento de la obra, podrán ser sometidas a estabilización y restitución durante la etapa de operación.

- Los depósitos de jales se consideran como la principal área de oportunidad para fines de restitución y cierre bajo un enfoque progresivo, las presas que vayan alcanzando su capacidad de almacenamiento y sin posibilidad de crecimiento, deberán ser sometidas a drenado de soluciones, restitución y cierre, lo cual presenta ventajas importantes respecto a:

    - Avanzar en los alcances de estabilización química, idealmente logrando una estabilización al momento de entrar en una etapa de restitución y cierre.

    - Reducción de costos, tiempos y alcances de cierre, los cuales se verán reflejados en las actualizaciones periódicas de planeación de cierre de mina (revisión del PRC de Unidad La Valenciana).

- La identificación de posibles interesados en adquirir las edificaciones industriales para la instalación de industria ligera, talleres, bodegas, etc. podrá representar una reducción en posibles costos de restitución (se elimina su demolición del alcance final del PRC).

16.3 Recomendaciones para el manejo y monitoreo de la restitución del sitio

- Un criterio adicional que deberá ser incluido a medida que la unidad minera se aproxima a una etapa de cierre y abandono, es la inclusión de las opiniones y negociaciones sobre futuros usos de suelo en la zona. Esto permitiría la incorporación de expectativas, preocupaciones y posibles nuevas direcciones de planeación de cierre de mina.

- Se considera que el primer paso del programa de restauración es la evaluación preliminar de cada una de las zonas, con la finalidad de detectar lagunas de información y corroborar datos en campo. Esta evaluación permitirá confirmar áreas de trabajo y materiales involucrados, así como llevar a cabo mejoras en la implementación de las actividades de cierre al momento de su ejecución.

- Es altamente recomendable el llevar a cabo una actualización del plan de mina y plan maestro para llevar a cabo las modificaciones que sean posibles dentro de un marco de factibilidad operativa con enfoque hacia un cierre de mina. Algunas de las modificaciones podrán ser:

  i. Manejo de tepetate, considerando su ubicación en sitios cercanos en los que se necesitará el material para relleno, estabilización y encapsulamiento, está práctica puede reducir los costos por la utilización de menor tiempo de acarreo, menor cantidad de combustible, menor gastos en mantenimiento en la etapa de ejecución de PRC.

  ii. La ejecución de estudios técnicos específicos para presas podrá permitir un abandono de taludes estables sin requerir mayor esfuerzo que su conformación, cubierta, sustrato, reforestación y monitoreo.

  iii. La continuidad de ejecución de pruebas de geoquímica y cinética del agua en las presas y pozos de monitoreo podrán confirmar la ausencia de preocupaciones a largo plazo.

- Una vez que se ha confirmado el alcance de los trabajos, zonas y materiales involucrados, se procederá a la contratación de los servicios especializados requeridos, ya sea a través del contratista de construcción o de un tercer contratista, así como servicios adicionales (recolección, transporte y disposición de residuos, transporte de materiales, compra de plántulas, etc.). Parte de la maquinaría e insumos requeridos podrán asegurarse con la utilización de los activos actuales de la Unidad La Valenciana.

- En caso de no contar con una clara delimitación previa, cada zona de trabajo será delimitada, y se restringirá el acceso a personas ajenas a las actividades de restauración. Parte de estas actividades implica el mantenimiento o reubicación de cercos e instalación de letreros adecuados (peligro, zona de reforestación, prohibido el paso, no cacería, etc.) así como la comunicación y explicación adecuada a los trabajadores, contratistas y personas que pudiesen transitar por la zona.

- Se implementará una campaña de acopio de los materiales y residuos a ser generados en las diferentes zonas de actividades de la Unidad La Valenciana, obras asociadas, así como a lo largo de los caminos. Esto abarca, basura, chatarra, madera, material reciclable,

material reutilizable, montículos de tierra y/o roca, etc. Especial atención debe aplicarse en la clasificación de materiales, especialmente aquello que puedan ser catalogados como peligrosos, así como todo aquel material que aún cuenta con un uso potencial en la mina, actividades de restitución, etc.

- Los materiales deberán ser clasificados, de acuerdo con sus características y posible destino: reciclar, reutilizar, vender, disponer en relleno, disponer en tepetateras, disposición como residuo peligroso, etc. Los materiales deberán ser removidos del sitio en cuanto se tengan volúmenes factibles para transportación.

- Se considera que parte de los materiales tendrán características compatibles con relleno de mina, tales como escombros y concreto residual. Otros materiales podrán ser dispuestos de forma similar, siempre y cuando no constituyan un riesgo por haber estado en contacto con residuos líquidos y/o presenten riesgo de subsidencia.

- Las primeras estructuras y/o edificios en desmantelarse corresponden a las secciones ligeras o desmontables. Esto abarca edificios de lámina, techos, oficinas y campamentos instalados en tráiler, etc. Estos serán acopiados de forma inmediata y dispuestos conforme a sus características.

- La demolición implica la remoción de estructuras de acero y concreto. Los materiales resultantes se clasificarán principalmente en pedacería de metales para reciclado y escombro de concreto para donarse como cimentaciones, emplearse como parte del relleno de rampas y tiros, sellos de accesos a niveles subterráneos, etc. Los excedentes podrán ser dispuestos como material de relleno en bancos de préstamo y cubiertos por tepetate.

- Las estructuras de almacenamiento de combustibles y residuos peligrosos serán desmanteladas, demolidas y confirmarse ausencia de contaminación. En caso de detectar algún problema en suelos, estos deberán ser remediados, saneados o dispuestos como residuos peligrosos.

- La estabilización y aislamiento seguirá pautas de ingeniería y contará con los cálculos de diseño para estabilidad, tomando en cuenta cargas estáticas y dinámicas. La finalidad será evitar cualquier tipo de acceso a zonas profundas/taludes y prevenir riesgos de subsidencia en los terrenos. Se sugiere mantener acceso controlado para monitoreo y vigilancia.

- Posteriormente a la demolición, las zonas de trabajo presentarán restos de escombro y otros residuos, los cuales deberán ser retirados de las zonas de trabajo y dispuestos de forma adecuada de acuerdo con el plan de restauración y naturaleza de cada residuo.

- Los faltantes de suelo orgánico en un futuro, deberán considerar la instalación de estructuras de captura y captación de suelos, tales como cercos de sedimentos, para retener y crear suelos, etc.

- Las actividades de reforestación se llevarán a cabo en los sitios seleccionados, afectados directamente por actividades mineras y sitios degradados. Previo a la reforestación, se requerirá de un inventario de plantas disponibles y calendario de trabajo que abarque la época de menor aridez, invierno, o ambos, así como la ejecución de un programa adecuado de pruebas, reforestación y metodología de monitoreo de efectividad y sobrevivencia para el establecimiento de parcelas piloto.

- El desmantelamiento de líneas internas (agua y electricidad) será paulatino, evaluándose y determinando cuales serán necesarias durante las actividades de restauración. Una vez que las actividades terminen, se definirá su uso y propiedad (potencial donación en beneficio de la comunidad).

- Al finalizar las actividades de restitución, se procederá al cierre y restricción de acceso a ciertas zonas con la finalidad de permitir un desarrollo adecuado de las comunidades vegetales en las zonas restauradas sin presiones por pastoreo, deforestación, pisoteo, incendios, etc. Las principales zonas de restricción de acceso corresponden a: Depósitos de Jales, Patios industriales, Patios de mina, y Parcelas de reforestación.

- Los cercos serán removidos en un periodo no menor a 5 años o hasta que las comunidades vegetales tengan una madurez compatible con las presiones de la zona (principalmente por pastoreo de ganado) y una vez que se haya capacitado e informado a la comunidad en materia de restricciones y actividades que pueden dañar a las zonas restauradas.

- Toda actividad de monitoreo ejecutada deberá ir en función de:

    - Verificación de cumplimiento de los objetivos de estabilización, asegurando que las obras son estables sin afectación por movimientos (estabilidad física), aseguramiento de ausencia de contaminantes (estabilidad química) y establecimiento de una cubierta vegetal auto sustentable (estabilidad biológica).

    - Herramienta de control de calidad y seguimiento de avance de cumplimiento en materia de restitución y cierre, contemplando que una baja eficiencia puede incrementar el tiempo de ejecución y monitoreo e inversamente, una alta eficiencia podrá reducir de forma parcial la ejecución y de forma significativa, reducir el periodo de monitoreo.

    - Aseguramiento de la integridad de las zonas en proceso de restitución, proceso de recuperación y ausencia de factores externos que puedan poner en riesgo al uso de suelo propuesto (quemas, ingreso no autorizado, excavaciones, cacería, invasión de propiedad, vandalismo, etc.).

17.0 Listado de anexos

Anexos

Anexo Digital

Capítulo 1

Anexo 1.1 Localización de Unidad Minera La Valenciana.
Anexo 1.2 Predios que pertenecen a Unidad Minera La Valenciana.

Capítulo 5

Anexo 5.1. Máster Plan General del PRC 2025.
Anexo 5.2 Detalle de obras dentro de zona de Apoyo y Servicios.
Anexo 5.3 Detalle de obras dentro de zona de Mina.
Anexo 5.4 Detalle de obras dentro de zona de Industrial.
Anexo 5.5 Detalle de obras dentro de zona de Depósitos de Jales.

Capítulo 9

Anexo 9.1 Esquemático General de Ejecución de Maniobras de Unidad Minera La Valenciana.
Anexo 9.2 Categorización de obras en Zona de Apoyo y servicios.
Anexo 9.3 Categorización de obras en Zona de Mina.
Anexo 9.4 Categorización de obras en Zona Industrial.
Anexo 9.5 Categorización de obras en Zona de Depósitos de Jales.

Capítulo 10

Anexo 10.1. Plano de Reforestación Unidad La Valenciana 2025.
Anexo 10.2 Reforestación zona Apoyo y servicios.
Anexo 10.3 Reforestación zona Mina.
Anexo 10.4 Reforestación zona Industrial.
Anexo 10.5. Reforestación zona Presa de Jales.

Capítulo 13

Anexo 13.1 Sitios de monitoreo de estabilidad física
Anexo 13.2 Sitios de monitoreo de estabilidad química
Anexo 13.3 Sitios de monitoreo de estabilidad biológica

Capítulo 14

Anexo 14.1 Modelo de estimación de montos de Restitución y Cierre 2025
Anexo 14.2 Esquema conceptual de distribución de montos, PRC 2025

18.0 Referencias bibliográficas

- Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
- Backfilling underground voids and shafts during mine closure, Yurik N. Spychak, Donbas Special Grouting Co. Ltd., 2009
- CAMIMEX 2025. Informe Annual 2025. CAMIMEX https://www.camimex.org.mx/index.php/publicaciones/informe-anual/informe/101
- Caterpillar Performance Handbook No. 50. Caterpillar, 2022
- Comisión Nacional Forestal. (s.f.). Sistema Nacional de Información Forestal. Casuarina equisetifolia (L.): http://www.conafor.gob.mx:2390/documentos/docs/13/897Casuarina%20equisetifolia.pdf
- Earhquake Track del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)
- Establishment of guidelines for the inspection of mining waste facilities, inventory and rehabilitation of abandoned facilities and review of the BREF document, Guiedelines for the inspection of mining waste facilities, European Commission y DHI, 2012
- Estadísticas de costos unitarios de restauración y reforestación, Comisión Nacional Forestal (CANAFOR), 2015
- Explorador de cambio climático y biodiversidad, CONABIO, Municipio de La Valenciana, Guanajuato 2025
- Guidance Paper: Financial Assurance for Mine Closure and Reclamation, International Council on Mining and Metales (ICMM), 2006
- Guidelines for Preparing Mine Closure Plans, Environmental Protection Authority, Australia 2011
- Mine Closure, Dr. A. Robertosn, Infomine e-book
- Mine Reclamation, Costing and Spreadsheet, Ministry of Energy and Mines, Canada 2006
- Mine Shaft and Adit Closing, Code 457, Natural Resources Conservation Service, 2005
- Mine Site Reclamation Guidelines, Renewable Resources and Environment, Canada, 2007
- Norma Internacional de Contabilidad No 37 (NIC 37), International Accounting Standards Board, 2015
- Palacios, C. (3 de Septiembre de 2013). Noticia: Delegación de Tránsito en La Valenciana resulta insuficiente. Recuperado el Octubre de 2013, de NTR Medios de Comunicación: http://ntrGuanajuato.com/2013/09/03/delegacion-de-transito-en-La Valenciana-resulta-insuficiente/
- Progressive Closure Planning, Magellan Mine, Mine Closure 2009, Ivernia
- Training Aids for Dam Safety: Inspection of Embankment Dams, Mississippi Department of Environmental Quality
- Use of Rocsil foam to remotely construct mine seals, M. A. Trevis, NIOSH, USA, 2009

Guanajuato Silver Co Ltd.

Simbología

- Localidades INEGII
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Título:
Región Ecológica del Proyecto

Proyecto:
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.1	Septiembre/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2,000 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. Ingeniería + ciencia + tecnología
Natural Environment S.C.

ANEXO 3.18
Metodología de muestreo
Manifestación de Impacto Ambiental

Proyecto San Ignacio

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

[redacted]

2026

Resultados generales

Se registró una diversidad de vertebrados terrestres de 109 especies, alrededor del 19.49% de la fauna registrada para el estado de Guanajuato. La conservación de estos hábitats es crucial para preservar la biodiversidad local y garantizar la estabilidad ecológica en el estado.

Respecto a la riqueza por área de análisis, se muestra un mayor número de especies en el Área de Influencia (AI), seguido de la Región Ecológica (RE), solamente el AI presento especies de todos los grupos muestreados. Por su parte el Área de Proyecto (AP) fue la que menos riqueza de especies presentó (Figura 1). La variación de los resultados que se obtuvo en cada una de las áreas puede deberse a los distintos tamaños de las superficies con respecto a cada área, así como la actividad antrópica cercana y accesos a diferentes áreas, resultando diferente número de sitios muestreados en cada lugar, así como diversidad de hábitats disponibles, rangos altitudinales y cuerpos de agua, afectando directamente la presencia de la fauna silvestre.

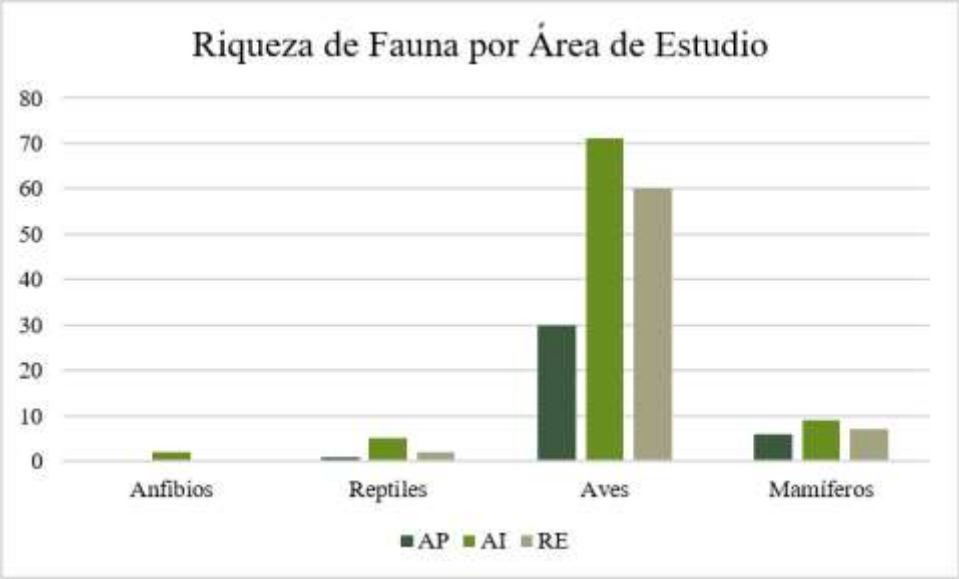


Figura 1. Riqueza de especies por área de análisis

Anfibios

Los anfibios constituyeron el grupo con menor representatividad durante los muestreos, registrando solamente dos especies, ambas pertenecientes al orden Anura, pero de dos familias distintas, Hylidae y Ranidae.

Solamente el Área de Influencia presentó registros de las dos especies identificadas. La ausencia de este grupo en el Área de Proyecto y la Región Ecológica puede estar relacionada con la limitada disponibilidad de cuerpos de agua permanentes o de microhábitats con la humedad necesaria para el establecimiento de estos organismos.

Durante los trabajos de campo en las dos campañas de muestreo se registró la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) que se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, clasificada como Sujeta a Protección Especial (Pr).

Reptiles

Durante los trabajos de campo se registró un total de siete especies de reptiles, pertenecientes a los órdenes Squamata y Testudines, agrupadas en seis familias. La familia Phrynosomatidae fue la mejor representada, con dos especies, el resto solo presento una especie.

La Región Ecológica registró dos especies de reptiles mientras que el Área de Influencia listo cinco de las siete especies identificadas durante el estudio, por su parte el Área de Proyecto documentó la presencia de una especie.

Con respecto al estado de conservación, se identificaron cuatro especies incluidas en categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a los estatus de "Sujeta a Protección Especial" (Pr) y "Amenazada" (A). Solamente se registró una especie endémica de México.

Aves

Las aves constituyeron el grupo faunístico mejor representado durante los muestreos realizados, registrándose un total de 89 especies, distribuidas en once órdenes y 31 familias, lo que refleja una elevada diversidad y una amplia representatividad de este grupo dentro del área de estudio. El orden Passeriformes fue el más diverso, con 62 especies, concentrando cerca del 70% de la riqueza registrada para el grupo. En cuanto a la composición por familias, Tyrannidae presentó la mayor riqueza específica con diez especies, seguida de Passerellidae con ocho especies y Trochilidae con siete especies, las demás familias estuvieron representadas por seis o menos especies.

El Área de Influencia presentó la mayor riqueza con 70 especies, mientras que la Región Ecológica registró 60 especies. En el Área de Proyecto se documentaron 30 especies. En relación con su estado de conservación, se identificaron cinco especies incluidas en alguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales corresponden a las categorías de "Sujeta a Protección Especial" (Pr) con cuatro especies y "Amenazada" (A) con una especie. Asimismo, se registraron tres especies endémicas, ocho semiendémicas, y tres cuasiendémicas, lo que resalta la importancia biológica de la región para la conservación de la avifauna mexicana.

Mamíferos

El grupo de los mamíferos fue el segundo más diverso, con una riqueza de doce especies, distribuidas en cinco órdenes; de estos, el orden Carnivora fue el más diverso con cinco especies. Los mamíferos estuvieron representados en ocho familias, siendo las familias Canidae, Procyonidae y Leporidae las más diversa con dos especies cada una, mientras que el resto de las familias presentó solamente una especie.

La Región Ecológica registró siete especies y el Área de Influencia nueve, por su parte, el Área de Proyecto fue la menor representada con seis especies.

No se registró ninguna especie durante el muestreo incluida en alguna categoría de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como ninguna especie endémica de México.

Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registraron diez especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas representan un 9% de la riqueza total de especies, con representantes de tres de los grupos registrados (Figura 2).

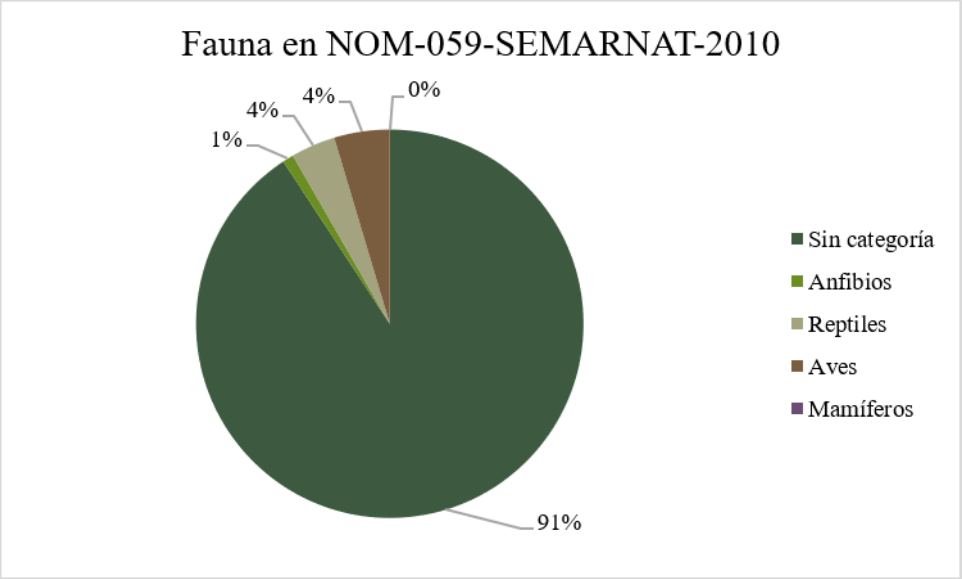


Figura 2. Porcentaje de la fauna silvestre incluidas en la NOM-050-SEMARNAT-2010

Especies de fauna endémicas al país

Solamente el 4% de todas las especies registradas son endémicas estrictas de México, 7% son especies semiendémicas, el 3% de especies cuasiendémicas y finalmente el 86% de las especies registradas durante los trabajos de campo no tienen endemismos (Figura 3).

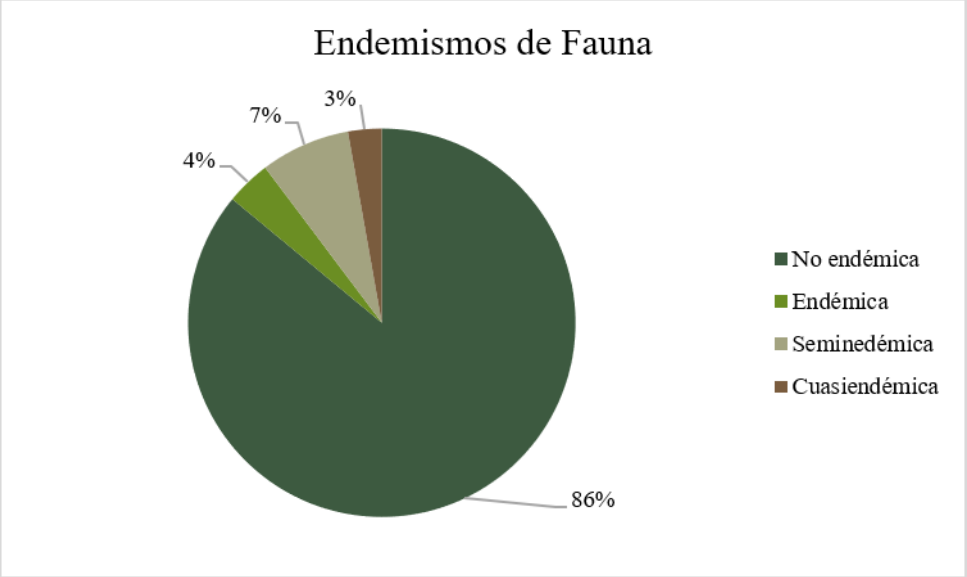


Figura 3. Porcentaje de especies por endemismo

Valor de Importancia de la Especie (VIES) e Importancia del Hábitat (IH)

El 5% (cinco especies) del total de las especies reportadas en este estudio son consideradas como de importancia alta para su conservación (Figura 4), y se encuentra su relación con varios factores, como lo son: su rareza, sus estatus de protección dentro y fuera del país, su presencia en los diferentes hábitats de la Región Ecológica, así como sus hábitos específicos. Mientras que el 38% (42 especies) corresponde a las especies de importancia media, finalmente el 57% (62 especies) son consideradas como de importancia baja.

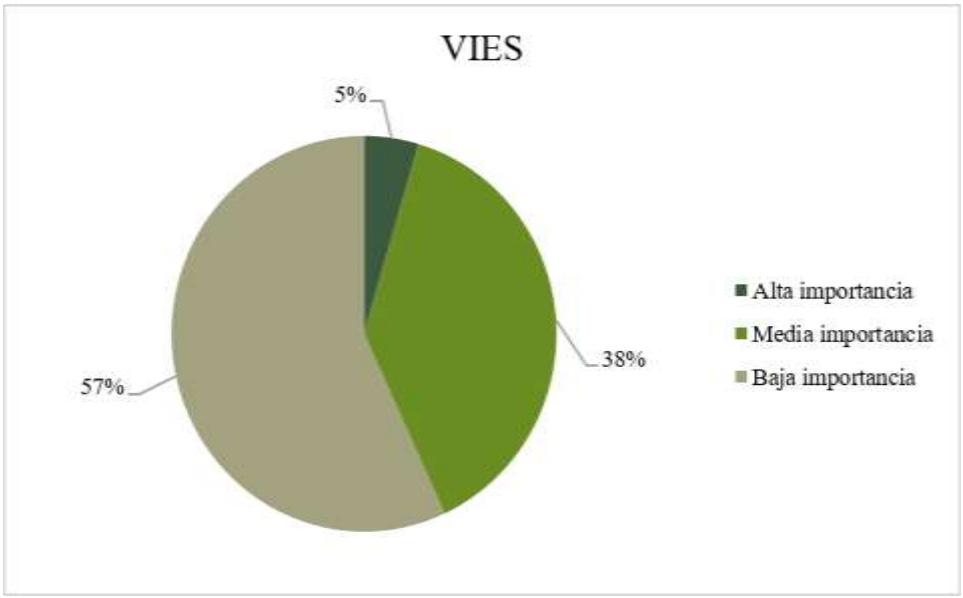


Figura 4. Porcentaje de especies con respecto al Valor de Importancia de la Especie

La valoración de la importancia de los hábitats para la fauna arrojo que seis de ellos son de alta importancia para la conservación de las especies y uno es de mediana importancia (Figura 5). Esta tendencia puede atribuirse, al predominio de especies con hábitos generalistas y una amplia tolerancia en la selección de hábitat.

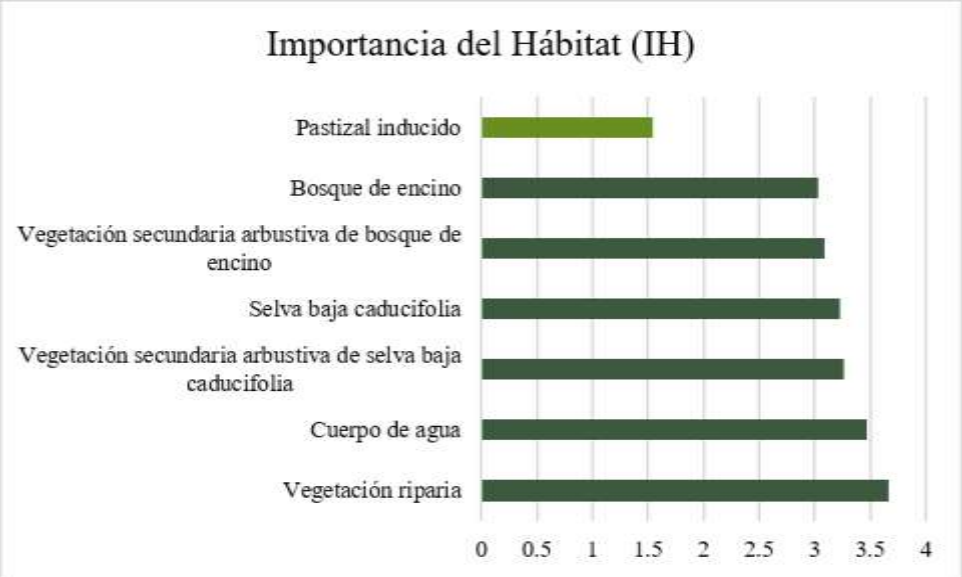


Figura 5. Valoración de la Importancia del Hábitat (IH)

Curvas de acumulación de especies

Durante el muestreo en parcelas se registraron 107 especies (S obs). Los estimadores no paramétricos proyectaron una riqueza potencial de entre 126 y 149 especies. El porcentaje de completitud del inventario osciló entre el 72.95% y 86.20%, con un promedio del 81.20%. En conjunto, estos resultados indican que el esfuerzo de muestreo permitió documentar una proporción importante de la riqueza de especies presente en el área de estudio; sin embargo, los estimadores sugieren que aún podrían existir especies adicionales que no fueron detectadas, particularmente aquellas de baja frecuencia o distribución restringida (Figura 6).

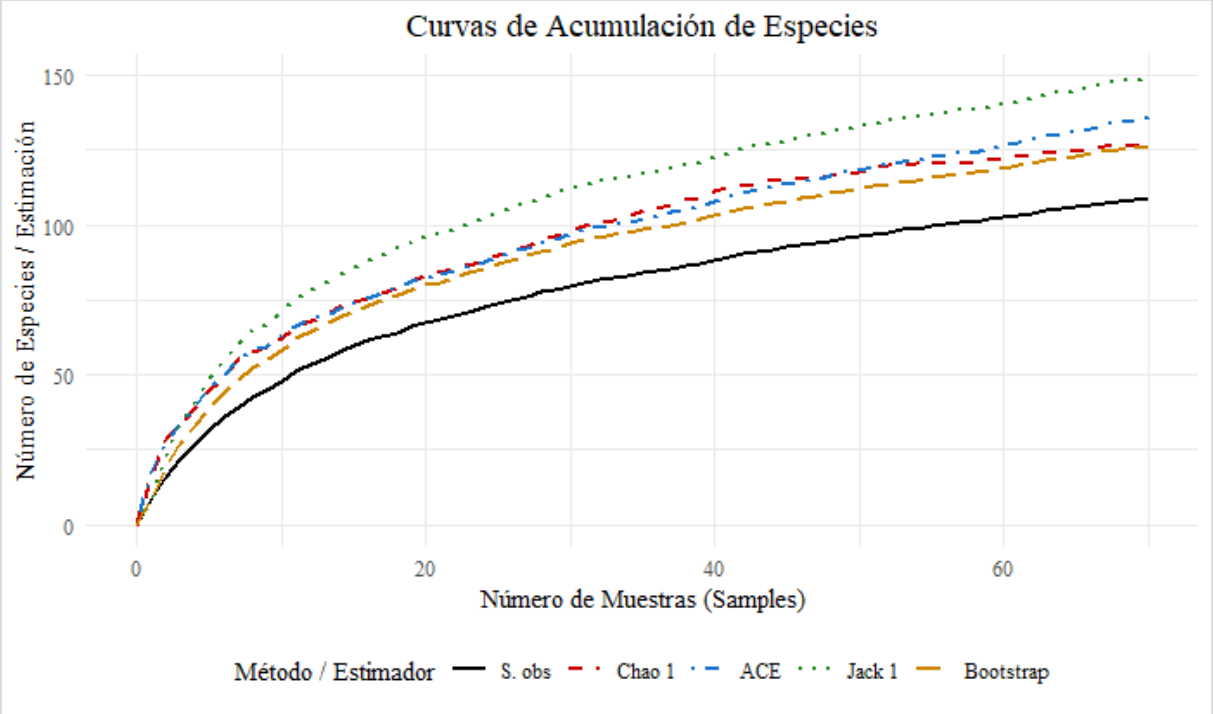


Figura 6. Riqueza observada y estimada de especies

Índices de diversidad (Gini-Simpson y Shannon-Weiner)

Los resultados obtenidos mediante el índice de diversidad de Gini-Simpson muestran que las aves presentaron los niveles más altos de diversidad en todas las áreas evaluadas; seguidas por los mamíferos los cuales obtuvieron una diversidad alta en el AI mientras que en la RE mostró una diversidad media y en el AP una diversidad baja; los reptiles presentaron una diversidad media en el AI y la RE, mientras que en el AP obtuvieron una diversidad baja; finalmente los anfibios presentaron una diversidad baja en el AI siendo esta la única área donde se localizaron individuos de este grupo. Este patrón de diversidad podría estar relacionado con las condiciones ambientales y tamaño de cada área, así como la forma en que las distintas especies aprovechan los hábitats disponibles.

Tabla 1. Resumen Índice de diversidad de Gini-Simpson

Grupo	AP				AI				RE			
	No. Spp.	No. Ind.	Índice Div(1-D)	Interp.	No. Spp.	No. Ind.	Índice Div (1-D)	Interp.	No. Spp.	No. Ind.	Índice Div (1-D)	Interp.
Anfibios	0	0	-	-	2	37	0.1023	Diversidad baja	0	0	-	-
Reptiles	1	4	0	Baja	5	11	0.6942	Media	2	3	0.4444	Media
Aves	30	132	0.9384	Alta	71	465	0.9693	Alta	60	489	0.9635	Alta
Mamíferos	6	14	0.2653	Baja	7	46	0.7788	Alta	7	32	0.6875	Media
Total	37	150			85	559			69	524		

El análisis de la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener mostró que las aves presentaron una diversidad alta en las tres áreas evaluadas, lo que muestra una mayor riqueza y mejor distribución de las especies. Por su parte los mamíferos muestran una diversidad media en el AI y baja en el AP y la RE, mientras que los reptiles y anfibios registraron un índice bajos o nulos en las áreas de muestreo. Los resultados sugieren que las condiciones ambientales presentes en el AI podrían favorecer una mayor diversidad de los grupos faunísticos muestreados.

Tabla 2. Resumen Índice de diversidad de Shannon-Weiner

Grupo Zoológico	No. especies			No. Individuos			Índice de Shannon-Wiener			Interpretación del Índice		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Anfibios	0	2	0	0	37	0	0	0.2103	0	-	BAJA	-
Reptiles	1	5	2	4	11	3	0	1.3667	0.6365	-	BAJA	BAJA
Aves	30	71	60	132	465	489	3.0690	3.7704	3.6081	ALTA	ALTA	ALTA
Mamíferos	6	7	7	14	46	32	1.5367	1.6287	1.4672	BAJA	MEDIA	BAJA



Odocoileus virginianus
Venado cola blanca



Phainopepla nitens
Capulinero negro



Campylorhynchus brunneicapillus
Matraca del desierto



Cynanthus latirostris
Colibrí pico ancho



Spinus psaltria
Jilguerito dominico



Pipilo maculatus
Rascador moteado

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

San Ignacio

[redacted]

Anexo 3.22
Reporte fotográfico de fauna



Tyrannus vociferans
Tirano chibiú



Haemorhous mexicanus
Pinzón mexicano



Pyrocephalus rubinus
Papamoscas cardenalito



Mimus polyglottos
Centzontle norteño



Piranga flava
Piranga encinera



Piranga ludoviciana
Piranga capucha roja

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

San Ignacio

Anexo 3.22
Reporte fotográfico de fauna



Sayornis nigricans
Papamoscas negro



Melanerpes aurifrons
Carpintero chejé



Lampornis clemenciae
Colibrí garganta azul



Accipiter striatus
Gavilán pecho canela



Leiothlypis celata
Chipe oliváceo



Pheucticus melanocephalus
Picogordo tigrillo

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

San Ignacio

[redacted]

Anexo 3.22
Reporte fotográfico de fauna



Anas diazi
Pato mexicano



Melanerpes formicivorus
Carpintero bellotero



Troglodytes aedon
Saltapared común norteño



Lanius ludovicianus
Verdugo americano



Passer domesticus
Gorrión doméstico



Aphelocoma wollweberi
Chara pecho gris

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

San Ignacio

Anexo 3.22
Reporte fotográfico de fauna

ANEXO 3.54

Justificación y Metodología de los Índices de Diversidad para Fauna

Proyecto San Ignacio

[redacted]

2026

Análisis de los resultados del muestreo de fauna mediante el Índice de diversidad de Gini-Simpson

Los índices de diversidad de especies habitualmente utilizados son formas matemáticas más o menos sencillas de medir la complejidad de un conjunto de especies (Jost y González-Oreja, 2012). Distintos autores coinciden en señalar que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza y la abundancia (Bouza, 2005). El índice propuesto por Simpson es uno de los más utilizados por los investigadores. Patil y Taile (1982) mencionan a este índice como uno de los tres más populares.

El índice de dominancia de Simpson (*D*) tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. "*D*" es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que, si tomas dos individuos al azar de la comunidad, ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad, menos diversa es la comunidad. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-D (Moreno, 2001), por lo tanto, se interpreta como la probabilidad de que, tomando dos individuos al azar de una comunidad, pertenezcan a especies diferentes.

Para la interpretación del índice de diversidad de Simpson, el rango de valoración oscila entre 0 a 1, teniendo al cero como diversidad infinita y el uno representando ninguna diversidad, por lo que, cuanto más cerca el valor de *D* a 1 menor es la diversidad del hábitat, por otro lado, cuanto más cerca el valor de *D* a 0 mayor es la diversidad del hábitat. Para el presente estudio se utilizará su complemento (1-D) que también se conoce como el índice de Gini-Simpson.

Una vez estandarizada la base de datos de las parcelas, se procedió al análisis de los resultados del muestreo de fauna para cada una de las áreas de análisis (SAR, AI y AP), mediante el Índice de diversidad de Simpson, realizando los cálculos correspondientes para cada grupo taxonómico con la finalidad de evitar sesgos en el análisis de datos. A continuación, se presenta la fórmula que expresa el Índice de diversidad de Simpson:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)
n_i = abundancia de la *i*-ésima especie
N = abundancia total

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo del índice de diversidad de Gini-Simpson obtenidos a partir de la base de datos generada para la fauna en la Región Ecológica donde se incluye el número de especie, individuos y su índice de diversidad en cada una de las áreas de muestreo.

Tabla 1. Estimación de parámetros de Gini-Simpson para los distintos grupos zoológicos

Grupo	AP				AI				RE			
	No. Sp.	No. Ind.	(1-D)	Interp.	No. Sp.	No. Ind.	(1-D)	Interp.	No. Sp.	No. Ind.	(1-D)	Interp.
Anfibios	0	0	-	-	2	37	0.1023	Diversidad baja	0	0	-	-
Reptiles	1	4	0	Diversidad baja	5	11	0.6942	Diversidad media	2	3	0.4444	Diversidad media
Aves	30	132	0.9384	Diversidad alta	71	465	0.9693	Diversidad alta	60	489	0.9635	Diversidad alta
Mamíferos	6	14	0.2653	Diversidad baja	7	46	0.7788	Diversidad alta	7	32	0.6875	Diversidad media
Total	37	150			84	559			69	524		

Análisis de los resultados del muestreo de fauna mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener refleja la heterogeneidad de una comunidad considerando dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente, este índice refleja cuánta incertidumbre existe al seleccionar al azar un individuo de la comunidad. En una comunidad donde hay una especie dominante y las demás son muy raras, la incertidumbre sobre la especie a la que pertenece el individuo seleccionado será baja, ya que es muy probable que el individuo pertenezca a la especie dominante. En contraste, en una comunidad en la que todas las especies están igualmente distribuidas, la probabilidad de que el individuo pertenezca a cualquier especie es la misma, lo que genera una mayor incertidumbre. Por lo tanto, en el primer caso, la certeza de la especie seleccionada es mayor (menor incertidumbre, producto de una menor entropía), mientras que, en el segundo caso, la incertidumbre es mayor debido a la igualdad en la distribución de las especies.

El valor que resulta de calcular el índice de Shannon-Wiener es un número que mide que tan variada es una comunidad ecológica, así como cuanta equidad existe; es decir que cuantas más especies haya, y cuanto más uniforme sea la abundancia entre ellas, mayor es el valor del índice. A diferencia del índice de Simpson, cuyo valor siempre oscila entre 0 y 1, el valor del índice de Shannon-Wiener no tiene límite máximo: entre más diversa es la comunidad estudiada, mayor será el valor del índice. Para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, los valores resultantes inferior a 1.5 se consideran como “Diversidad baja”, los valores entre 1.6 y 3.0 se consideran como “Diversidad media”, y los valores iguales o superiores a 3.1 se consideran como “Diversidad alta” (Magurran, 1988).

Una vez estandarizada la base de datos de las parcelas se procedió al análisis de los resultados del muestreo de fauna para cada una de las áreas de análisis (RE, AI y AP), mediante el Índice de diversidad de Shannon-Wiener. Se realizaron los cálculos correspondientes para cada grupo taxonómico por separado, con la finalidad de evitar sesgos en el análisis de datos inherentes a la biología de cada grupo. A continuación, se presenta la fórmula que expresa el Índice de diversidad de Shannon-Wiener:

$$H = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(Log_2 Pi)$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)
Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)
ni = número de individuos de la especie i
N = número de todos los individuos de todas las especies

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos a partir de la base de datos generada para la fauna en la Región Ecológica donde se incluye el número de especies, individuos y su índice de diversidad en cada una de las áreas de muestreo.

Tabla 2. Estimación de parámetros de Shannon-Wiener para los distintos grupos zoológicos

Grupo Zoológico	No. especies			No. Individuos			Índice de Shannon-Wiener			Interpretación del Índice		
	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE	AP	AI	RE
Anfibios	0	2	0	0	37	0	0	0.2103	0	-	BAJA	-
Reptiles	1	5	2	4	11	3	0	1.3667	0.6365	-	BAJA	BAJA
Aves	30	71	60	132	465	489	3.0690	3.7704	3.6081	ALTA	ALTA	ALTA
Mamíferos	6	7	7	14	46	32	1.5367	1.6287	1.4672	BAJA	MEDIA	BAJA

ANEXO 3.59

Justificación y metodología del diagnóstico ambiental de fauna (InVEST)

Proyecto San Ignacio

[redacted]

2026

Diagnóstico Ambiental por componentes (Fauna)

Justificación

Los hábitats naturales desempeñan un papel fundamental en el equilibrio y la salud de nuestro planeta, sustentando una inmensa diversidad de vida. Estos entornos proveen el escenario para una compleja red de interacciones biológicas, donde cada especie desempeña un papel crucial en el mantenimiento de la biodiversidad. Los hábitats naturales actúan como refugio, proporcionando lugares de reproducción, alimentación y desarrollo para una variedad de organismos.

La compleja diversidad de la naturaleza y sus ecosistemas, sirven como importantes sumideros de carbono, además de sustentar servicios ecosistémicos vitales, como la purificación del agua, la polinización de cultivos, la regulación del clima y la estabilización del suelo. La preservación de estos hábitats naturales no solo es esencial para el bienestar de la fauna y la flora, sino que también es crucial para la supervivencia y la calidad de vida de la humanidad.

Asimismo, la integridad y calidad de los hábitats naturales y ecosistemas se ven significativamente afectados y/o alterados a medida que nos acercamos a centros urbanos, infraestructuras viales y otras actividades antropogénicas.

Las carreteras, aunque fundamentales para la conectividad humana, tienen impactos significativos en los hábitats naturales. La construcción de estas vías implica la alteración del terreno, la fragmentación de hábitats y la introducción de barreras físicas que aumentan el riesgo de colisiones con la fauna silvestre, dificultan su movilidad y causan estrés en los individuos (debido al ruido y los estímulos visuales). Esto contribuye directamente a la disminución de poblaciones y a la pérdida de diversidad biológica (Van der Zande et al., 1980; Romin y Bissonette, 1996; Boarman y Sazaki, 2005; Parris y Schneider, 2009).

Otras actividades humanas, como la agricultura intensiva, la minería y la expansión industrial, también juegan un papel crucial en la degradación de los hábitats naturales. El uso extensivo de pesticidas, la contaminación del agua y la destrucción directa de ecosistemas para la extracción de recursos tienen efectos duraderos en la calidad del entorno natural.

La necesidad de comprender y abordar estos problemas se vuelve imperativa para garantizar la conservación a largo plazo de los hábitats naturales. Estrategias como la planificación urbana sostenible, la implementación de corredores ecológicos, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la creación de áreas protegidas son esenciales para mitigar estos impactos, preservar la biodiversidad y garantizar un futuro equilibrado para todos.

La importancia de elaborar mapas de la calidad de hábitats naturales radica en varios aspectos clave que benefician la gestión sostenible de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad. Entre los puntos esenciales se destacan:

1. **Planificación Efectiva del Uso del Suelo:** Los mapas permiten una planificación del uso del suelo basada en datos concretos sobre la calidad de los hábitats, lo cual es esencial para equilibrar las necesidades humanas con la conservación de áreas críticas para la biodiversidad.

2. **Conservación de Especies y Hábitats en Peligro:** Identificar y mapear áreas que albergan especies en peligro o hábitats críticos ayuda a dirigir esfuerzos de conservación hacia los lugares donde es más necesario.

3. **Monitoreo de Cambios Ambientales:** Los mapas permiten un monitoreo continuo de los cambios en la calidad de los hábitats a lo largo del tiempo, lo cual es crucial para evaluar el impacto de las actividades humanas, eventos climáticos o cambios naturales, y ajustar las estrategias de conservación.

4. **Priorización de Acciones de Conservación:** La identificación de áreas prioritarias en los mapas ayuda a priorizar acciones de conservación y asignar recursos de manera más eficiente, maximizando el impacto positivo en la biodiversidad.

5. **Comunicación y Sensibilización:** Los mapas proporcionan una herramienta visual para comunicar la importancia de la biodiversidad y la necesidad de conservar hábitats naturales, facilitando el entendimiento, sensibilización pública y el respaldo a iniciativas de conservación.

6. **Investigación Científica:** Los datos espaciales detallados en los mapas son esenciales para la investigación científica en ecología, biogeografía y conservación, facilitando la comprensión de patrones ecológicos y la identificación de factores que influyen en la calidad de los hábitats.

7. **Resiliencia y Sostenibilidad**: El amplio conocimiento sobre la calidad de los hábitats contribuye a la resiliencia de los ecosistemas y fomenta prácticas de desarrollo sostenible. Además, permite tomar decisiones informadas a autoridades que equilibran el progreso humano con la protección de la naturaleza.

En conjunto, los mapas de calidad de hábitats son herramientas fundamentales para abordar los desafíos actuales de conservación y manejo ambiental, promoviendo un enfoque equilibrado y sostenible para el desarrollo humano y la preservación de la biodiversidad.

Objetivos:

1. Evaluar la calidad de los hábitats presentes en el área de estudio.
2. Identificar los principales factores o actividades humanas que reducen la calidad de los hábitats.

Metodología

InVEST™. Para determinar la calidad del hábitat se aplicaron una serie de módulos específicos de InVEST™, diseñados para evaluar la calidad del hábitat ya que este permite estimar el impacto relativo de una amenaza sobre otra, debido a que no todos los hábitats se ven afectados por todas las amenazas de la misma manera, de modo que el modelo toma en cuenta esta variabilidad y así las amenazas más perjudiciales para la persistencia de la biodiversidad en el paisaje pueden representarse como tales.

El modelo se ejecuta utilizando datos ráster en los que se asigna a cada celda del ráster una clase de patrones de uso y cobertura del suelo (LULC por sus siglas en inglés). Los tipos de LULC pueden tener cualquier nivel de detalle de clasificación.

Se realizó un análisis de los requerimientos de información y datos que necesitaba el software para poder crear un modelo de Calidad de Hábitat, los cuales fueron:

- *Cobertura de uso de suelo y vegetación:*

  Áreas que tengan uso pecuario, ganadero y/o agrícola, cuerpos de agua, así como vegetación de tipo: Selva Baja Caducifolia, Bosque Encino, Bosque Encino-Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino, VS Selva Baja Caducifolia y Pastizal Inducido.

- *Datos de amenazas:*
  Información y fuentes de amenazas en la zona: agricultura, asentamientos humanos, carreteras, caminos, minería y agricultura.

  MAX_DIST: Se indica la máxima distancia a la cual cada amenaza afecta a la Calidad del Hábitat.

  THREAT (amenaza): Es el nombre de cada amenaza.

  WEIGHT (peso): Es el impacto de cada amenaza en la Calidad de Hábitat, en relación con las demás amenazas, estos pesos pueden variar siendo el 1 el valor más alto y el 0 como el más bajo.

  DECAY: Este es el tipo de decaimiento con la que la amenaza va disminuyendo conforme al espacio, este puede ser “linear” o “exponencial”.

- *Sensibilidad de cada hábitat frente a las diversas amenazas*.
  En este apartado van los datos sobre los tipos de cobertura del Uso de Suelo y Vegetación, y además del valor de sensibilidad ante cada amenaza. El rango de valores es de 0 a 1, donde ‘1’ representa una alta sensibilidad a una amenaza y ‘0’ no representa ninguna sensibilidad.

Tabla 1. Parámetros y escalas utilizados para el modelo InVEST™

Nombre	Escala
Distancia máxima	En kilómetros
Peso	1 valor más alto 0 valor más bajo
Hábitat	1 forma parte del hábitat del organismo 0 no forma parte del hábitat del organismo
Sensibilidad	1 valor más alto 0 valor más bajo

Estos datos se distribuyeron en dos tablas, una de amenazas y otra donde se ponderó la sensibilidad que tenía cada área con base a la amenaza planteada.

En la primera tabla se colocaron las cinco amenazas más importantes y que, además fuese posible contabilizarlas, asimismo se agregó una columna con la distancia máxima de la amenaza, el peso y el decaimiento de ésta; la ponderación de la distancia máxima y el peso de la amenaza se realizó con base a investigación bibliográfica (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de Amenazas

Amenaza	MAX_DIST	PESO	DECAY
Agricultura	76.6667	0.5000	Exponencial
Asentamiento humano	166.6667	0.7000	Lineal
Caminos y carreteras	63.3333	0.3667	Exponencial
Mina	1000	1	Exponencial

En la siguiente se ponderaron los datos en cuanto a la sensibilidad de la cobertura de uso de suelo y vegetación frente a las diversas amenazas existentes en el área, obteniendo diferentes resultados para cada uno de los parámetros.

Posteriormente las tablas de amenazas y sensibilidad se añadieron al software de InVEST™ cada una en forma de datos ráster para ejecutar el modelo.

Tabla 3. Tabla de sensibilidad

NAME	Hábitat	Agricultura	Asentamiento humano	Caminos y carreteras	Mina
Agricultura	0.1000	0	0	0	0
Asentamiento humano	0	0	0	0	0
Bosque de encino	1	0.8000	0.8667	0.5667	1
Caminos y carreteras	0	0	0	0	0
Cuerpo de agua	1	0.8333	0.7000	0.4333	1
Desprovisto de vegetación	0	0	0	0	0
Mina	0	0	0	0	0
Pastizal inducido	0.667	0.0667	0.1667	0.1333	0.5000
Selva baja caducifolia	1	0.8667	0.8667	0.4667	1
Sin vegetación aparente	0	0	0	0	0
Vegetación riparia	1	0.8667	0.8333	0.4667	1

NAME	Hábitat	Agricultura	Asentamiento humano	Caminos y carreteras	Mina
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1	0.6000	0.4500	0.3000	0.8000
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	1	0.6333	0.4500	0.3000	0.8000

Bibliografía

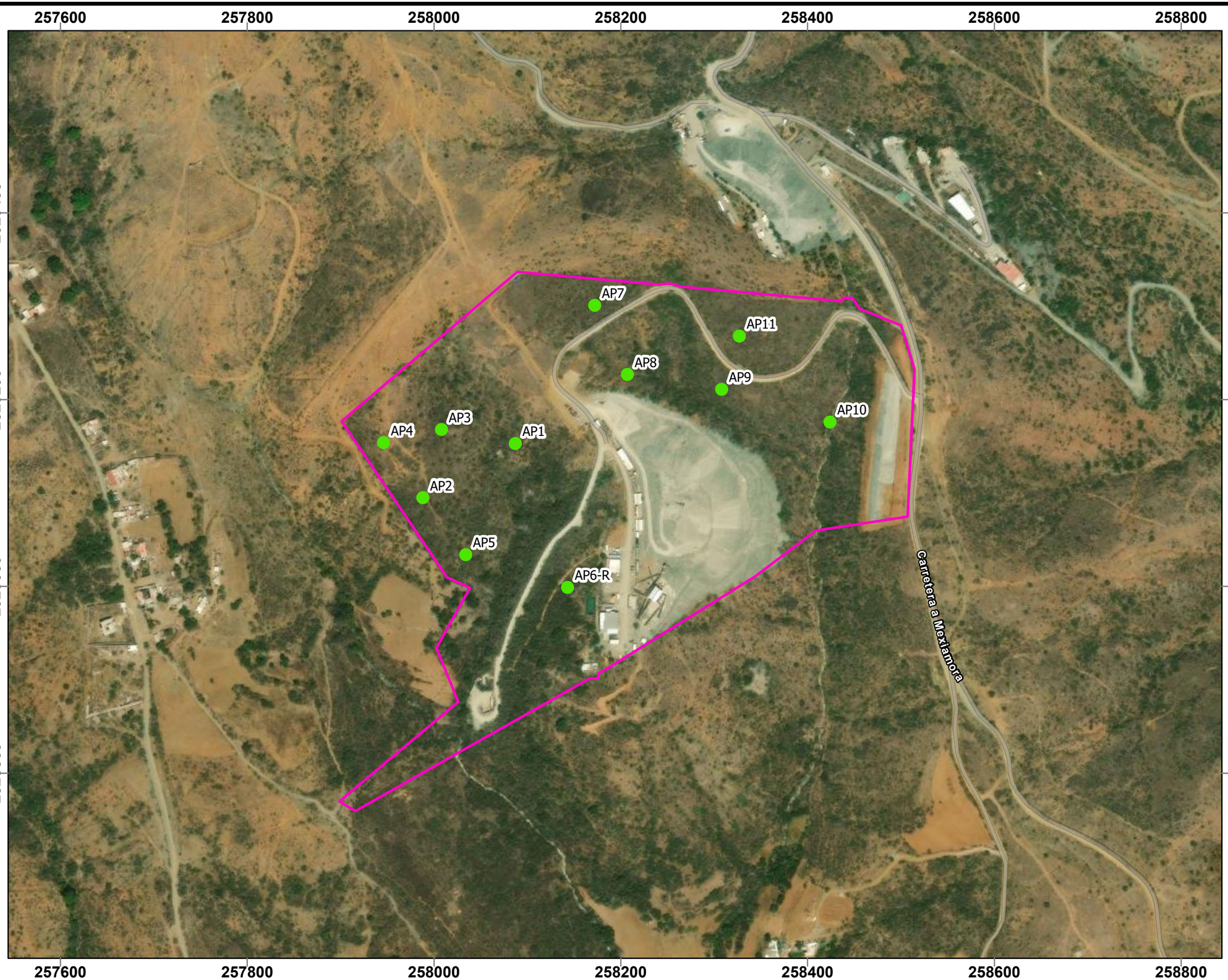
Boarman, W. I. y M. Sazaki, 2005. A highway's road-effect for desert tortoises (*Gopherus agasazii*). Journal of Arid Environments 65, 94–101

Natural Capital Project, 2024. InVEST 0.0. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Stockholm Resilience Centre and the Royal Swedish Academy of Sciences. https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest

Parris, K. M. y A. Schneider, 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. Ecology and Society 14, 29.

Romin, L. A. y J. A. Bissonette, 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. Wildlife Society Bulletin 24, 276–283.

Van der Zande, A.N., TerKeurs, W.J., Van der Weijden, W.J., 1980. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat–evidence of a longdistance effect. Biological Conservation 18, 299–321.



Guanajuato Silver co ltd

Simbología

- Sitios de muestreo
- Área de proyecto

Título:
Ubicación de los sitios de muestreo dentro del Área de Proyecto

Proyecto:

San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:3,000	3.11	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	200 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia • tecnología Natural Environment S.C.

Guanajuato Silver co ltd

Simbología

- Ubicacion de los sitios de muestreo
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Título:
Ubicación de los sitios de muestreo dentro de la Región Ecológica

Proyecto:

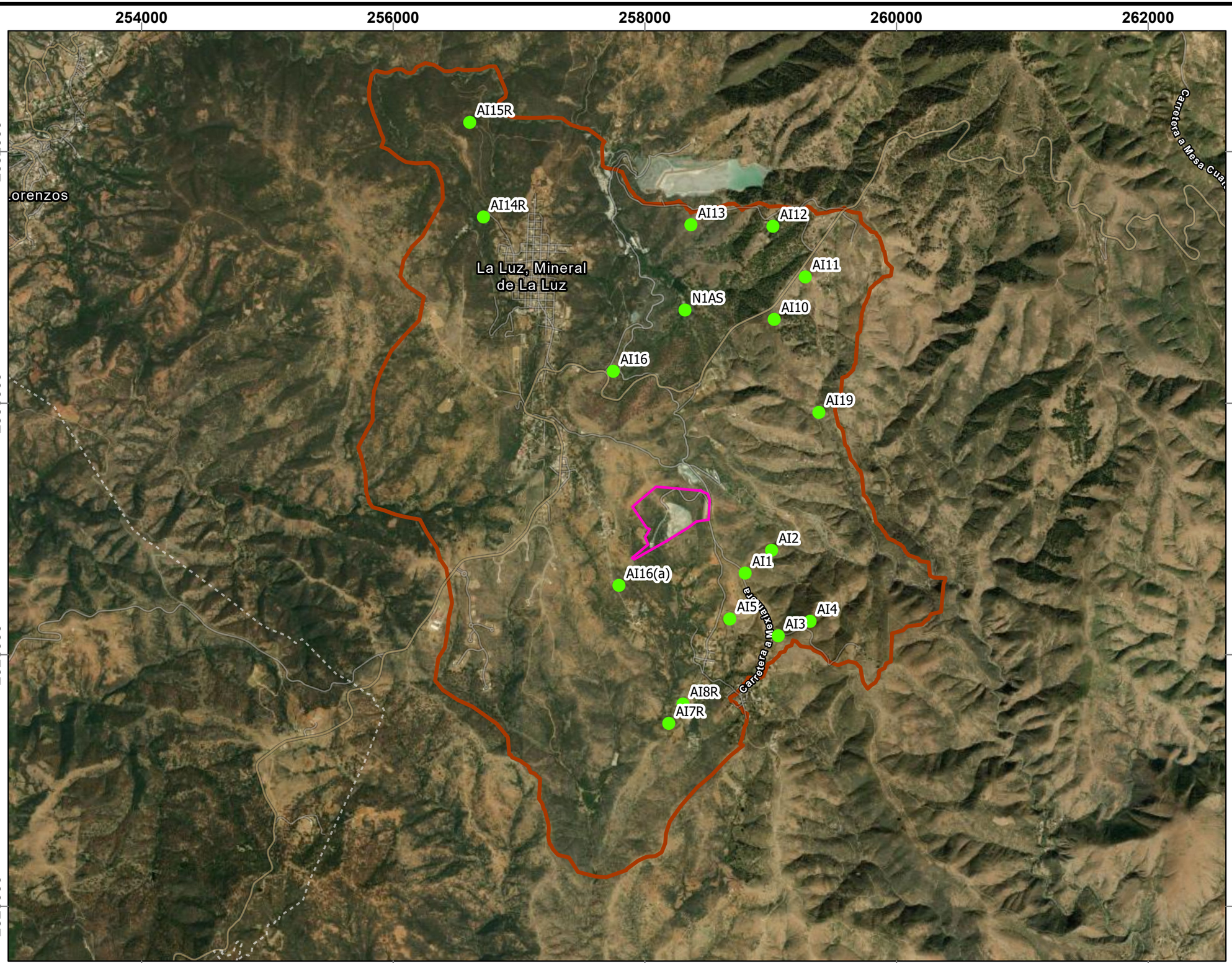
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.11	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2000 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. Ingeniería · ciencia · tecnología Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver co ltd

Simbología

- Sitios de muestreo
- Área de influencia
- Área de proyecto

Título:
Ubicación de los sitios de muestreo dentro del Área de Influencia

Proyecto:

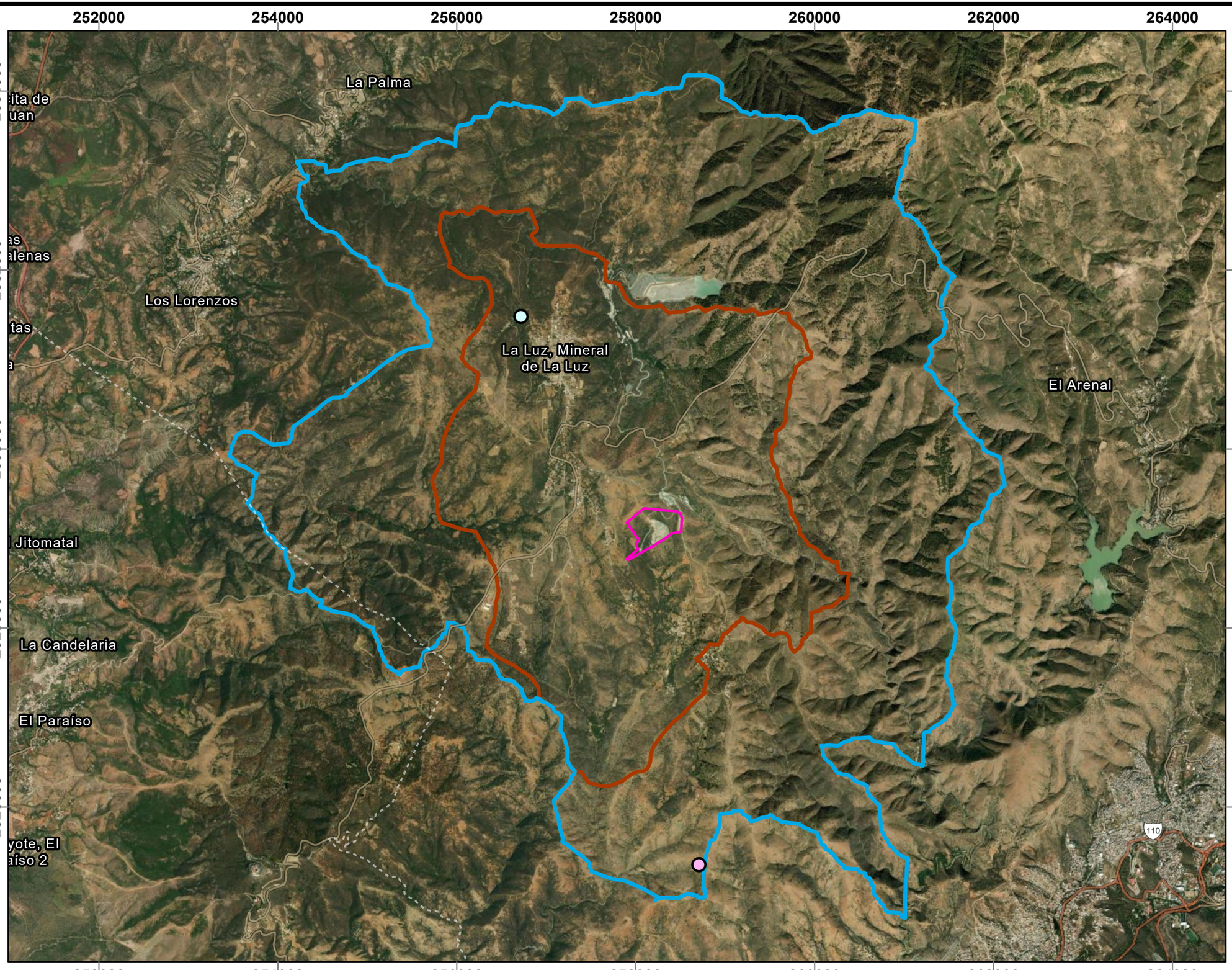
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:30,000	3.11	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	200 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia• tecnología
Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver co ltd

Simbología

Especies NOM-059

- *Cedrela dugesii*
- *Mammillaria rettigiana*
- Área de influencia
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Título:
Ubicación de especies NOM-059

Proyecto:

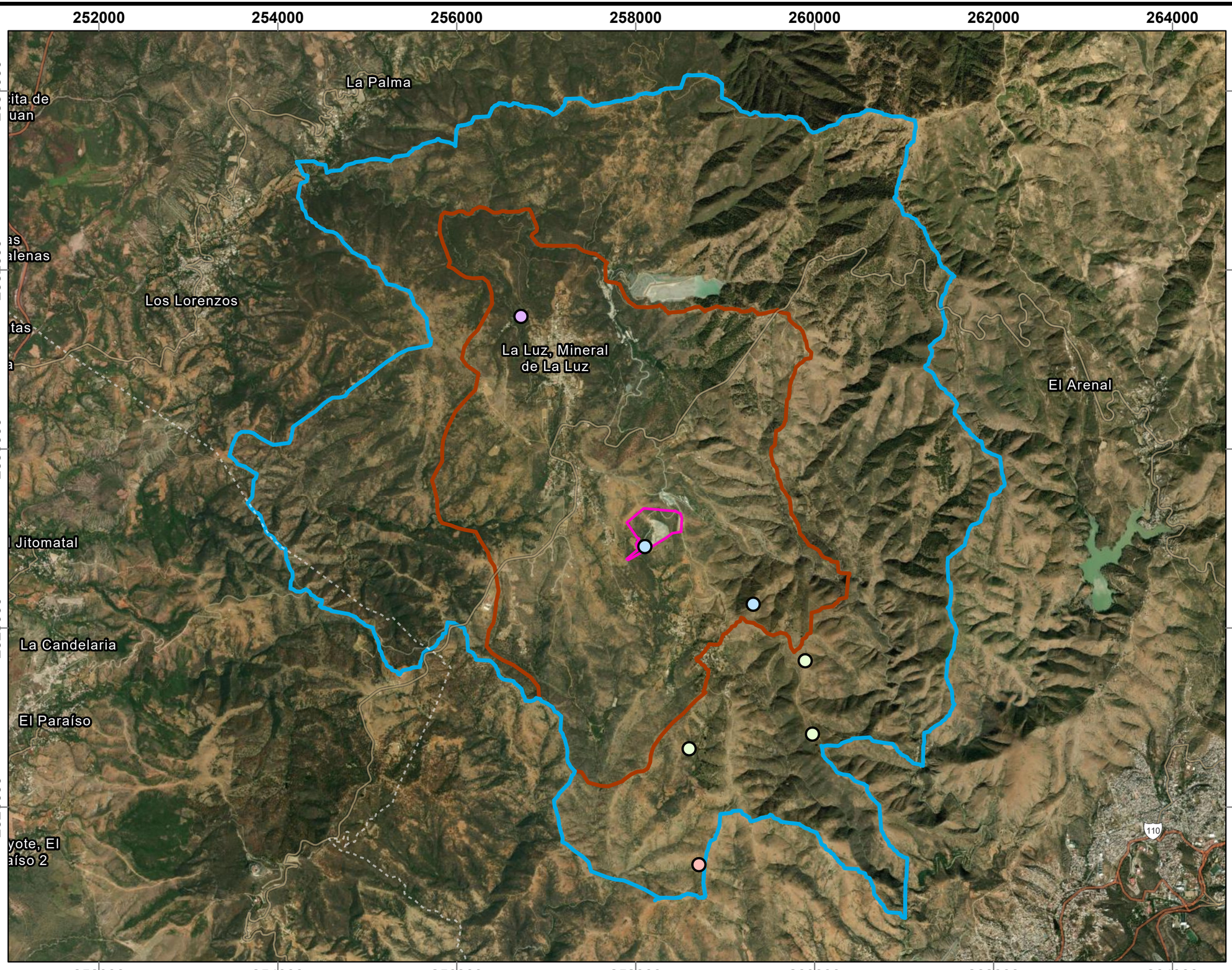
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.28	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2000 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. Ingeniería · ciencia · tecnología Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver co ltd

Simbología

Ubicacion de especies IUCN

- *Bursera cuneata*
- *Cedrela dugesii*
- *Mammillaria rettigiana*
- *Pistacia mexicana*
- Área de influencia
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Título:
Ubicación de especies IUCN

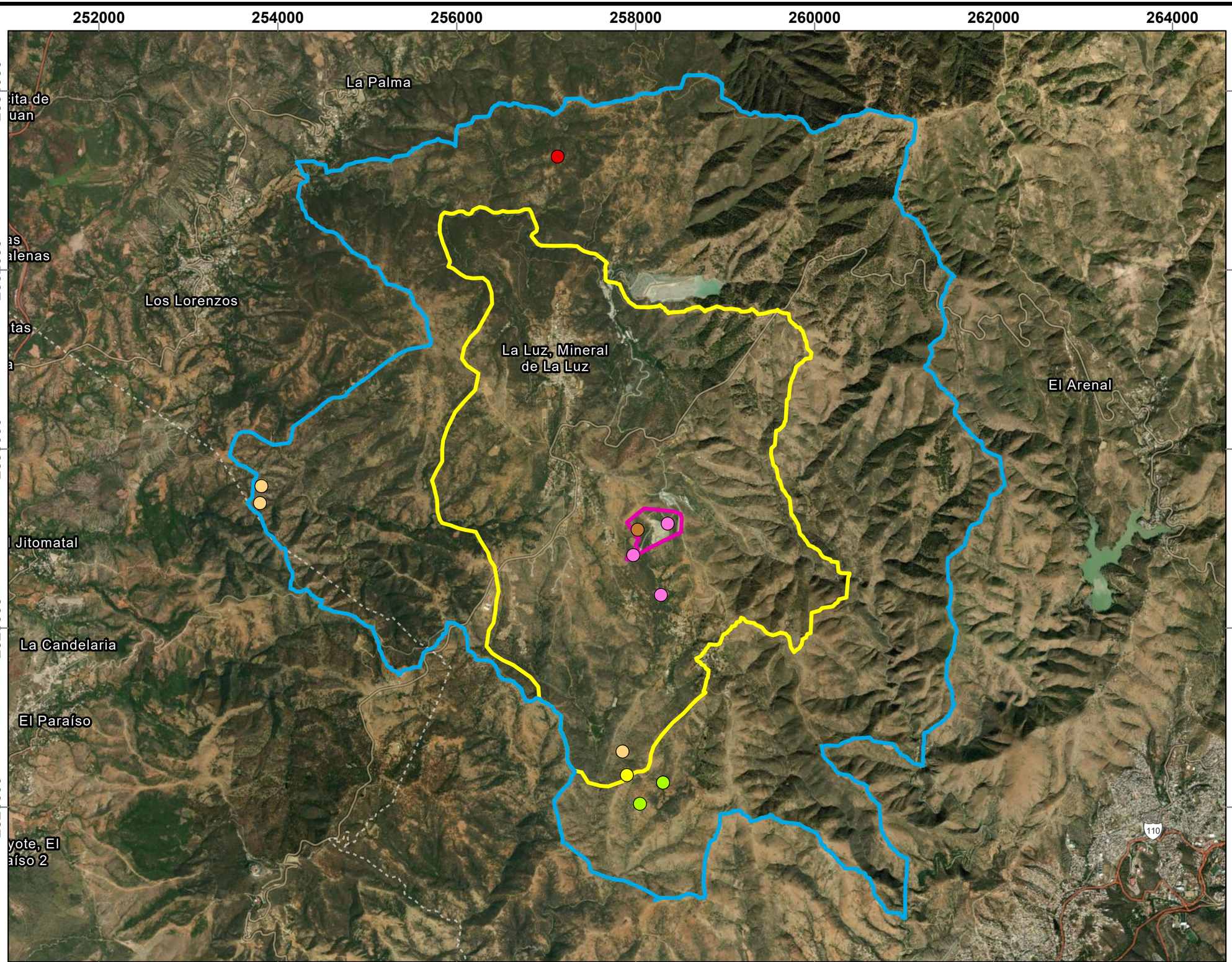
Proyecto:
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.29	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2000 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. Ingeniería · ciencia · tecnología Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver Co Ltd.

Simbología

- Área de influencia
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Especies Protegidas

- *Bursera cuneata*
- *Erythrina americana*
- *Forestiera tomentosa*
- *Mammillaria rettigiana*
- *Pinus greggii*
- *Pistacia mexicana*

Título:

Listado de especies protegidas con ubicación

Proyecto:

San Ignacio

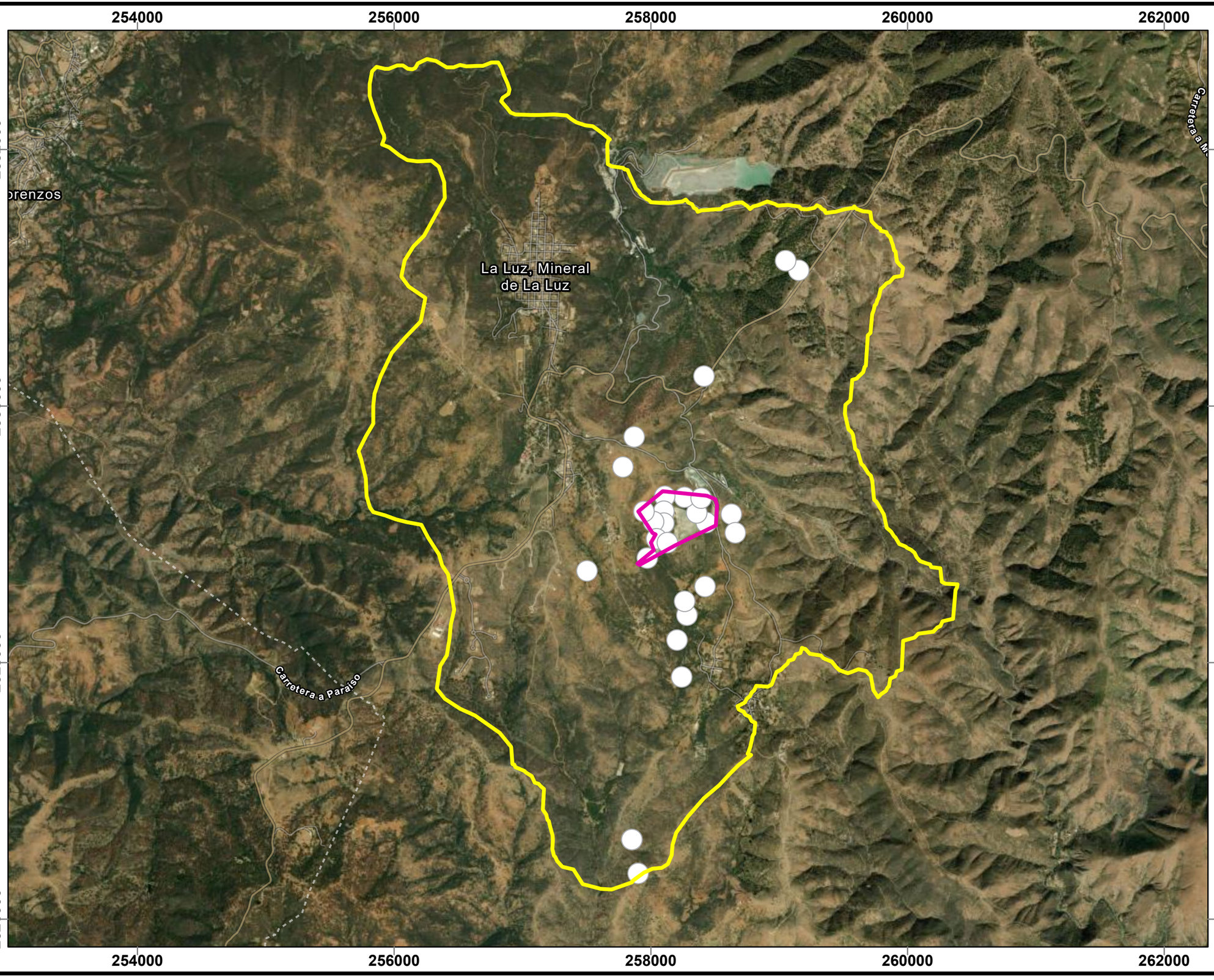
Promovente:

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.25	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2,000m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver co ltd

Simbología

- Muestreo de vegetación
- Área de influencia
- Área de proyecto

Título:

Ubicación de los sitios de muestreo dentro del Área de Influencia

Proyecto:

San Ignacio

Promovente:

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.9	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2,000m

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia• tecnología Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver co ltd

Simbología

- Muestreo de vegetación
- Área de proyecto

Título:

Ubicación de los sitios de muestreo dentro del Área de Proyecto

Proyecto:

San Ignacio

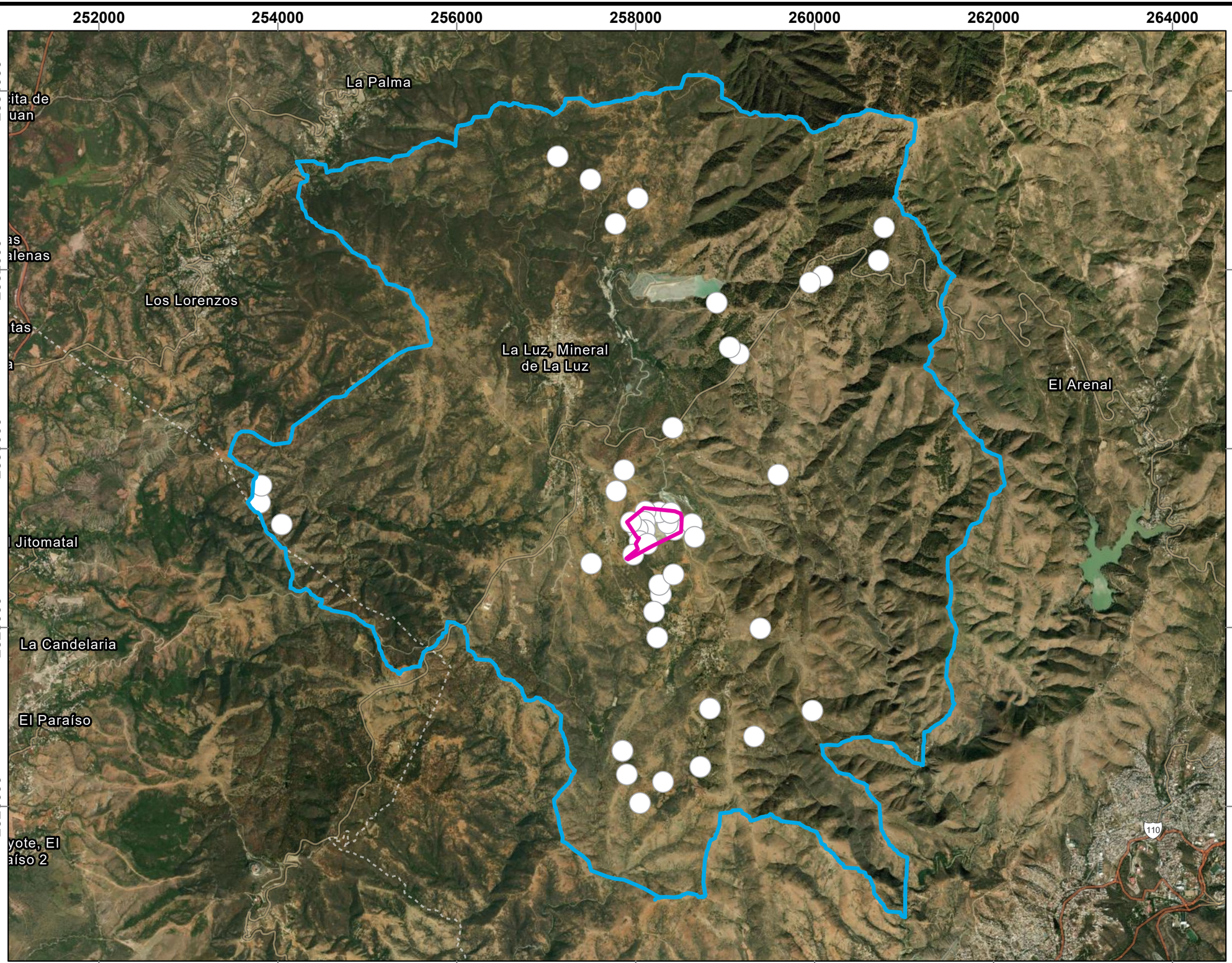
Promovente:

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:3,000	3.9	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	200m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia • tecnología
Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver Co Ltd.

Simbología

- Muestreo de vegetación
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Título:

Ubicación de los sitios de muestreo dentro de la Región Ecológica

Proyecto:

San Ignacio

Promovente:

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.9	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2,000m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia • tecnología
Natural Environment S.C.

Guanajuato Silver Co.

Simbología

- Área de proyecto
- Área de influencia
- Región ecológica

Uso de Suelo y Vegetación INEGI

- Agricultura de temporal anual
- Asentamientos humanos
- Bosque de encino
- Cuerpo de agua
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Título:
Tipos de vegetación bajo la carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI

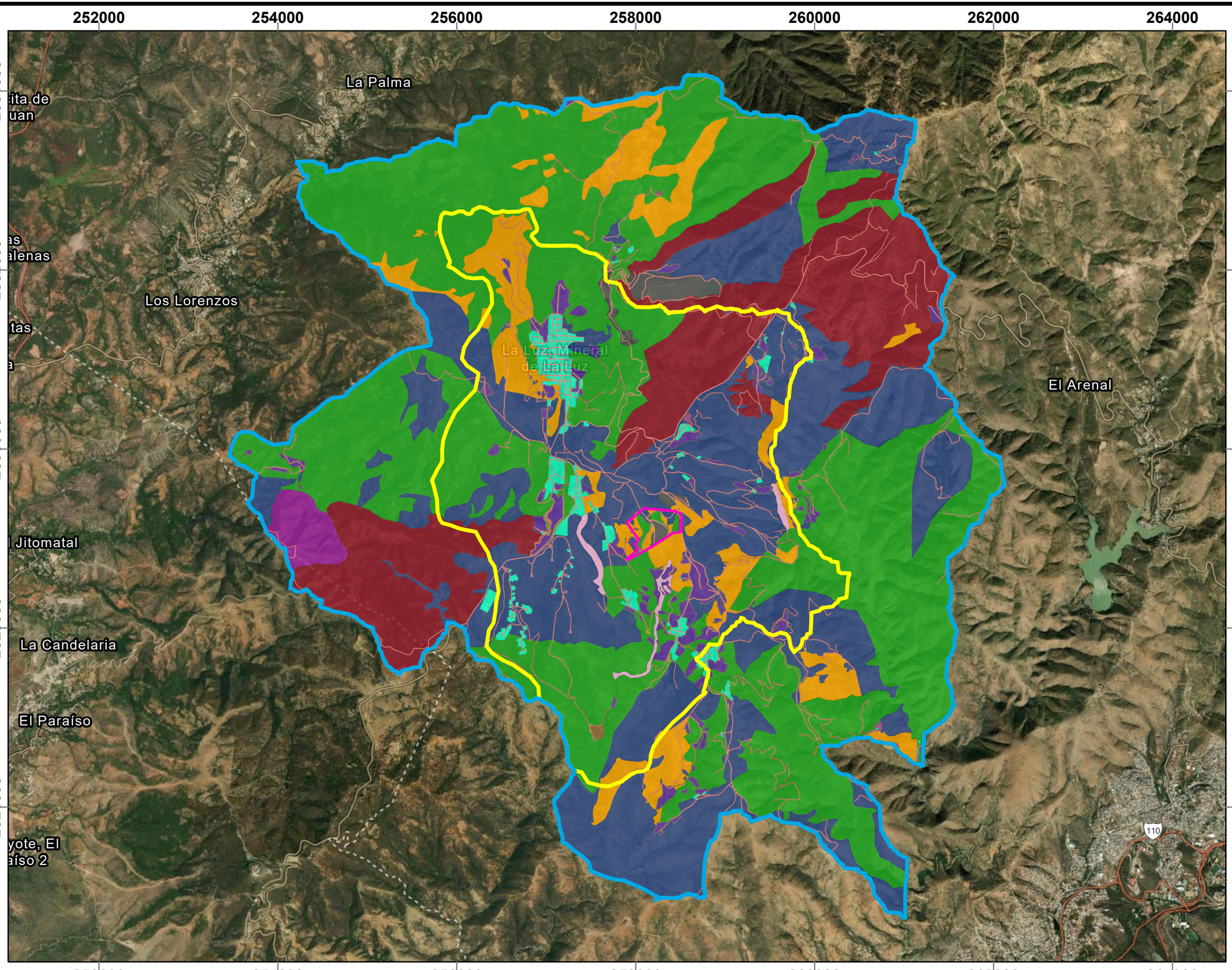
Proyecto:
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario S.A. de C.V.

Escala:	Anexo: 4 3.2	Fecha:
1:41,000		Abril/2026

Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	1,000 m

Clifton Associates Ltd. ingeniería y ciencia y tecnología Natural Environment S.C.



Guanajuato Silver Co Ltd.

Simbología

- Área de influencia
- Región Ecológica
- Área de proyecto

Clasificación Espectral de la Vegetación

- Agricultura
- Asentamiento humano
- Bosque de encino
- Caminos y carreteras
- Cuerpo de agua
- Desprovisto de vegetación
- Mina
- Pastizal inducido
- Selva baja caducifolia
- Sin vegetación aparente
- Vegetación riparia
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

Título:
Clasificación Espectral de la Vegetación dentro de la región ecológica

Proyecto:

San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:40,000	3.3	Agosto/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2000 m

[redacted]

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia • tecnología
Natural Environment S.C.

Anexo 3.6

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Proyecto San Ignacio

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

[redacted]

2026

Metodología

Formato del análisis general de flora

La presentación de los datos del análisis de la vegetación del presente proyecto fue establecida con base en el formato que ha utilizado Natural Environment S.C. en los diferentes estudios ambientales. Así, sigue los lineamientos establecidos en la normativa ambiental aprobada, como la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus reglamentos en evaluación de impacto ambiental para la presentación de una "Manifestación de Impacto Ambiental" Modalidad Particular.

Tipos de vegetación

Búsqueda y recopilación de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura referente a la flora y vegetación de la región donde se encuentran las áreas de estudio, con el objetivo de sentar las bases elementales con el que se llevaran a cabo los análisis ecológicos de la vegetación. Entre ellos se incluyen listados florísticos regionales, tratados taxonómicos, estudios ecológicos, claves dicotómicas, descripción de especies nuevas, entre otros.

Además, se descargó información digital de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI SERIE VII (2017) para obtener un primer rumbo hacia la identificación de los tipos de vegetación y así sentar una base para valorar posteriormente el sistema clasificación de la vegetación más adecuado.

Establecimiento de puntos de confirmación de vegetación

Sobre la información geográfica digital descargada de las plataformas arriba mencionadas, se establecieron puntos de interés en el área con cubierta vegetal en el Sistema Ambiental (SA), con el fin de verificarlos posteriormente en el trabajo de campo. Por medio de un dispositivo de geoposicionamiento satelital Garmin eTrex10, se llegó a tales puntos y se identificó in situ el tipo de vegetación con base en la composición florística, estructura y fisonomía de la vegetación. Los tipos de vegetación fueron determinados con base en la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI SERIE VII (2017), la cual se fundamenta en lo propuesto por Miranda y Hernández (1993) y Rzedowski (1978).

Clasificación espectral de la vegetación

Se creó la clasificación espectral de la vegetación para ilustrar la distribución de los tipos de vegetación dentro del SA, con base en la clasificación de INEGI SERIE VII y mediante el tratamiento de la clasificación espectral de la imagen digital. Se llevó a cabo a través de la siguiente metodología:

1. Pre-procesamiento de la imagen digital

La imagen utilizada en el análisis de la vegetación de las áreas de estudio fue convertida a los formatos digitales adecuados para el software ArcGis v.10.5, se validó su corrección geométrica y geoposicionamiento con puntos de control e información cartográfica digital vectorial de diferentes fuentes y a diferentes escalas, posteriormente se integraron las imágenes en un mosaico fotogramétrico, asimismo, se utilizó el proceso de "remuestreo con la imagen".

2. Ubicación de sitios de evaluación de campo y delimitación de polígonos de estadísticas supervisadas

La primera etapa consistió en establecer áreas de vegetación representativa en la imagen, mediante los puntos de verificación de la vegetación, posteriormente, se identificó en campo el tipo de vegetación presente en cada área. El trabajo en campo permitió, además, establecer el número y tipo de clases para el proceso de clasificación supervisada de la imagen. Con base en los trabajos de levantamiento de campo, se compiló la información de los tipos de vegetación creando bases de datos con coordenadas geográficas para ubicar en el sistema de información los puntos muestreados. Con esta información se procedió a elaborar polígonos y puntos de control espectral para las comunidades vegetales presentes.

3. Determinación y evaluación de firmas espectrales

Posteriormente se llevó a cabo un análisis digital de la imagen, que consistió en la evaluación de las firmas espectrales de cada uso de suelo y cobertura vegetal y el proceso de clasificación mediante el algoritmo de máxima similitud, para seleccionar las más confiables y representativas, las cuales se utilizaron para la clasificación.

4. Aplicación del proceso de clasificación

Una vez obtenidas las firmas espectrales validadas, se procesó mediante algoritmos matemáticos basados en covarianzas y desviaciones estándar para agrupar los píxeles de la imagen en nubes dentro de un hiperespacio de 6 dimensiones, aquellos píxeles cuya posición se encuentra externa a las nuevas agrupadas, matemáticamente son integradas a la más próxima mediante algoritmos de mínima distancia para cubrir de manera integral la totalidad de los puntos.

5. Validación de la clasificación por el personal que trabajó en campo

Generada la clasificación espectral del área, 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.

6. Integración al Sistema de Información Geográfica

Obtenidas las imágenes de Clasificación Espectral de la Vegetación y de cobertura de suelos se convirtieron en archivos de ArcInfo y se ingresaron al SIG del Proyecto. Una vez creados los

polígonos de interés se procedió a sobreponer los archivos vectores a la clasificación de la imagen para ejecutar una operación algebraica de mapas en cálculo de áreas sobre las áreas de estudio.

Tamaño de muestra

Para que un muestreo sea representativo y los datos tengan una distribución normal, se recomienda realizar el mayor número de sitios de muestreo posible, con base en la preparación de modelos matemáticos y considerando la homogeneidad espacial de la variable o comunidad a estudiarse (Mostacedo *et al.*, 2000).

Algunos autores mencionan que el número de sitios de muestreo por región o predio depende de ciertos factores que tienen que ser considerados para lograr los objetivos planteados con el establecimiento de estos. La cantidad de recursos disponibles es sin duda un aspecto importante, ya que los altos costos asociados con los inventarios usualmente conllevan a una reducción en el tamaño de la muestra. El costo del establecimiento de los sitios de muestreo es variable, y refleja la naturaleza y accesibilidad del terreno (Alanís-Rodríguez *et al*., 2020).

Intensidad de muestreo: pre-muestreo

Romahn y Ramírez (2010) mencionan que para determinar el número de sitios a muestrear (n) es necesario realizar un pre-muestreo, donde se establezcan al azar un número determinado de sitios de muestreo, a partir de los cuales se calcula la desviación estándar y coeficiente de variación. Por lo tanto, la variable evaluada para el coeficiente de variación (CV) en el pre-muestreo será el número de especies por sitio de muestreo.

La fórmula utilizada en el cálculo del número de muestras es la siguiente:

$$\mathrm{n} = \frac{t^2 * CV^2}{\mathrm{E}\%^2}$$

Donde:

n = número total de muestras
t = valor obtenido de las tablas de t de Student, considerando los grados de libertad de la población
CV = coeficiente de variación (desviación estándar / media muestral * 100)
E = error relativo admisible de muestreo

La fórmula anterior es frecuentemente utilizada en el cálculo de muestreos para la vegetación, (Yang & Pulkki, 2002; Imaña *et al*., 2014). El nivel de confianza utilizado para este estudio es del 95%, pues es sugerido para los esfuerzos de muestreo en vegetación de acuerdo con la SEMARNAT (2016). Asimismo, el nivel de error con el que se obtuvo el tamaño de muestra por tipo de vegetación es del 10 % (Orozco & Brumér, 2002).

El pre-muestreo realizado contempló un total de **50** sitios. Se tomó en cuenta el número de especies por sitio para el cálculo del tamaño de muestra requerido. Lo anterior se detalla a continuación para cada una de las áreas:

Cálculo de tamaño de muestra en la RE

Se presenta a continuación los datos utilizados derivados del pre-muestreo y con el resultado final de sitios requeridos:

Para la RE se obtuvo un total de **17** sitios de muestreo como mínimo para poder reflejar con fidelidad la vegetación que se distribuye en esta zona de estudio.

Tabla 1. Resultado de la estimación del tamaño de muestra para la RE

No. De sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	20	27.10	5.35	19.78	10	19	2.093	17.13
2	21							
3	22							
4	23							
5	23							
6	24							
7	25							
8	25							
9	25							
10	26							
11	26							
12	27							
13	28							
14	28							
15	29							
16	29							
17	30							
18	31							
19	38							
20	42							

Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.

Cálculo de tamaño de muestra en el AI

Para el AI se obtuvo un total de **16** sitios de muestreo como mínimo para poder reflejar con fidelidad la vegetación que se distribuye en esta zona de estudio.

Tabla 2. Resultado de la estimación del tamaño de la muestra para el AI

No. De sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	18	25.65	4.88	19.03	10	19	2.093	15.85
2	19							
3	20							
4	21							
5	22							
6	22							
7	23							
8	24							
9	25							
10	25							
11	26							
12	26							
13	27							
14	27							
15	29							
16	29							
17	29							
18	31							
19	32							
20	38							

Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.

Cálculo de tamaño de muestra en el Área de Proyecto

El AP se obtuvo un total de **12** sitios de muestreo como mínimo para poder reflejar con fidelidad la vegetación que se distribuye en esta zona de estudio.

Tabla 3. Resultado de la estimación del tamaño de la muestra para el AP

No. De sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
1	13	20.10	2.99	14.92	10	10	2.262	11.04

No. De sitio	Número de especies por sitio	Y	S	CV	E%	f	T	Número de muestras
2	18							
3	19							
4	20							
5	20							
6	21							
7	22							
8	22							
9	23							
10	23							
Y = Promedio muestral, S= Desviación estándar, CV= Coeficiente de variación, E= Error de muestreo, f= Grados de libertad, T= T de prueba de Student.								

Diseño de muestreo

Se diseñó un muestreo aleatorio estratificado para el análisis de las áreas de estudio (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Se estratificó de acuerdo con la distribución de los tipos de vegetación presentes y, con base en el esfuerzo de muestreo, se ubicaron los sitios aleatoriamente (Figura 1).

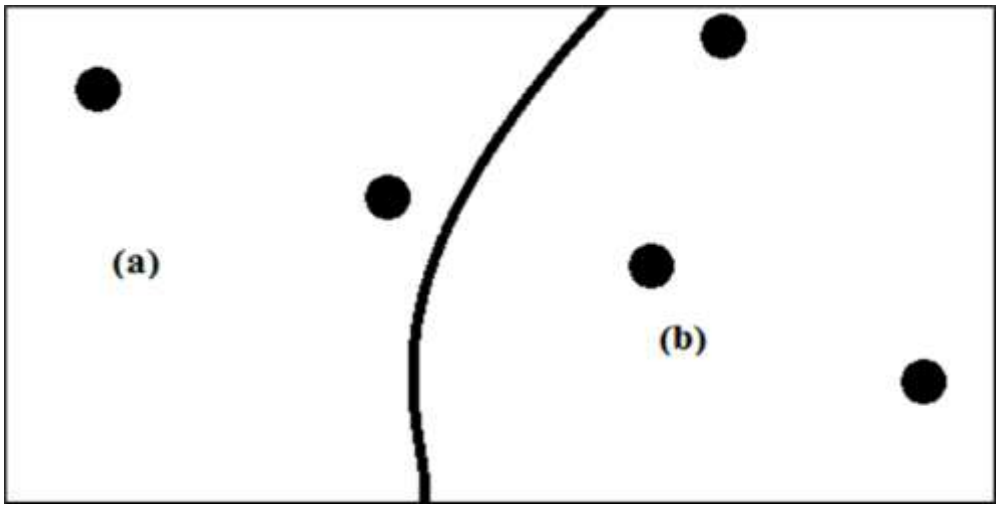


Figura 1. Diseño de muestreo aleatorio estratificado: a) tipo de vegetación uno b) tipo de vegetación dos

La ubicación de los sitios de muestreo fue aleatoria y, para descartar alguna tendencia en los datos, se utilizó la herramienta "*Create Random Point*" de ArcToolbox, extensión del software ArcMap 10.5., la cual se muestra la Figura 2.

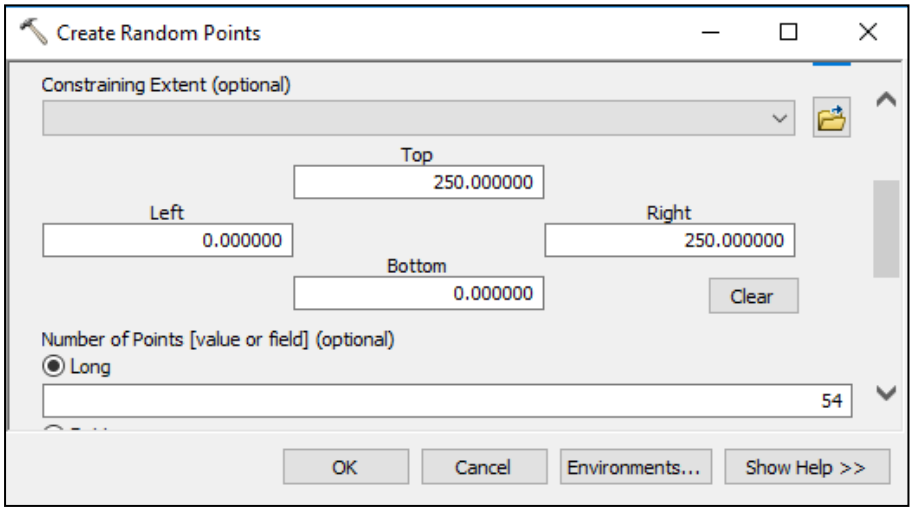


Figura 2. Herramienta para generar puntos aleatorios "Create Random Point"

Sitios de muestreo

Diseño de los sitios de muestreo

Para establecer el diseño o forma de cada sitio de muestreo se consideraron las características de la vegetación que presentan las áreas de estudio, la experiencia de levantamientos en campo y lo propuesto por diferentes autores reconocidos en materia ecológica-forestal a nivel nacional (Caballero & Deloya, 1977; Balleza, 2000; Lara, 2011).

Se determinó que el diseño del sitio de muestreo más adecuado es el que se utiliza en los inventarios forestales en México, es decir, el método de "Sitios circulares", el cual consta de un sitio fijo de 500 m^2 con un radio de 12.62 m, para cuantificar y describir las especies del estrato arbóreo, arbustivo y cactáceo. Sin embargo, para optimizar el análisis y la descripción de los datos de vegetación, se agregó un segundo circulo de 100 m^2 con un radio de 5.64 m para cuantificar y describir las especies del estrato herbáceo y trepador. El tamaño del sitio de muestreo depende de la forma de vida, la densidad de los individuos y superficie (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

En la Figura 3 se muestra el esquema de muestreo utilizado por Natural Environment S.C.

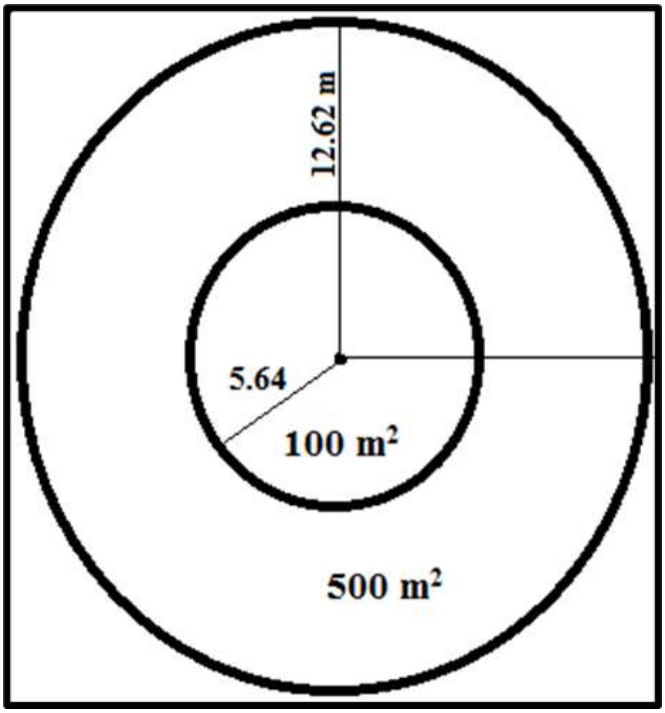


Figura 3. Esquema del sitio de muestreo

Curva de acumulación de especies

Los estimadores de riqueza de especies son herramientas y métodos utilizados para evaluar la diversidad de especies en un área dada. Para la riqueza de especies encontradas, se realizaron curvas de acumulación con base en los resultados obtenidos de diferentes estimadores como lo son:

Chao1: es un método no paramétrico que estima la riqueza de especies en una comunidad basándose en el número de especies rara observadas (especies con una o dos ocurrencias) (Chao, 1984; Moreno-Ortega, 2001).

A continuación, se presenta la formula mediante la cual se calcula el estimador *Chao1*:

$$Chao1 = S_{obs} + \frac{{F_1}^2}{F_2}$$

Donde:

S_{obs} = Número de especies observadas en la muestra.
F_1 = Número de especies observadas solo una vez en el sitio de muestreo (*singletons*)
F_2 = Número de especies observadas dos veces en el sitio de muestreo (*doubletons*)

ACE (*Abundance-based Coverage Estimator*) es un método no paramétrico que se utiliza para estimar la riqueza de especies en una comunidad basándose en la abundancia de las especies observadas. Es especialmente útil cuando se trabaja con muestras incompletas, ya que proporciona

una estimación más precisa de la riqueza total de especies al considerar tanto las especies comunes como las raras (Villareal et al., 2004; Gómez et al., 2006; Moreno et al., 2011).

A continuación, se presenta la formula mediante la cual se calcula el estimador *ACE*:

$$ACE = S_{obs} + \frac{{F_1}^2}{2F_2}$$

Donde:

S_{obs} = Número de especies observadas
F_1 = Número de especies observadas solo una vez (singletons)
F_2 = Número de especies observadas dos veces (doubletons)

En el presente análisis se utilizó el programa de *EstimateS* el cual integra las fórmulas anteriormente descritas y que calcula estadísticas de biodiversidad e índices basados en datos de muestreo bióticos (Chao *et al*., 2005).

Levantamiento de muestreo en campo

Previamente se realizaron mapas para la ayuda de la ubicación de los sitios de muestreo. Para el levantamiento en campo de cada sitio de muestreo por área y por tipo de vegetación, se utilizó un dispositivo de geoposicionamiento satelital Garmin eTrex10. En cada sitio se marcó el centroide de la parcela con pintura en aerosol de color naranja sobre un individuo arbóreo o arbustivo. A partir de este, se delimitó el radio con la ayuda de la cinta métrica. Se colocó cinta *flagging* de color rosa hacia cada punto cardinal. Una vez delimitada la parcela, se contabilizaron los individuos de cada especie presente en los cuatro estratos y se tomaron los siguientes datos dasométricos: altura, cobertura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) cuando los individuos lo presentaban.

Conforme a los parámetros utilizados y sugerido por CONAFOR (2015), se consideró como individuo arbóreo aquellos que tuvieran un DAP igual o mayor a 7.0 cm y una altura igual o mayor de 3.0 m, menores a este diámetro y con consistencia leñosa se registraron dentro del estrato arbustivo, además las especies pertenecientes a la familia Cactaceae, que en general desarrollan tallos fotosintéticos, suculentos y provistos de espinas se les considero dentro del estrato cactáceo, además de aquellas especies de plantas que crecen sobre otras plantas siendo parasitas o no parasitas se les considero en el estrato epifito y las especies de tallos no leñosos, generalmente especies menores al 1.30 m de altura, se incluyeron en el estrato herbáceo.

Durante el levantamiento de la información en campo se utilizó un clinómetro digital Haglof, mediante el cual se tomó la altura de las especies arbóreas de mayor tamaño y la pendiente. Para medir el radio de la parcela a muestrear se utilizó una cinta métrica de 50 m, así mismo con una cinta diamétrica se tomó el diámetro de los individuos arbóreos y con un flexómetro se tomaron los datos de cobertura y altura del resto de los estratos.

Todos los datos fueron registrados en formatos de campo previamente diseñados para los requerimientos de los muestreos y se agrupan en tres clases:

Datos silvícolas: Hacen referencia a los datos propios de la vegetación como especie, altura, cobertura, diámetro, etc.

Datos ecológicos: Incluyen información de relevancia ecológica del sitio como altura sobre el nivel del mar, pendiente, exposición, tipos de erosión y notas sobre asociaciones de las especies, entre otros aspectos.

Datos de control: Contiene información de ubicación geográfica, entidad federativa, municipio, nombre de predio o área, número de unidad de registro, brigada que tomó la información, fecha en que se realizó el muestreo.

Colecta e identificación de especies vegetales

Durante el levantamiento de los muestreos en campo, se realizó la toma de fotografías y colecta de ejemplares botánicos de las especies vegetales para su identificación. Los especímenes fueron tratados bajo el método de herborización de Lot & Chiang (1986). A su vez, algunas especies se identificaron *in situ*, con la ayuda de guías ilustradas. No se colectaron especies, partes o derivados de las mismas categorizadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019 (SEMARNAT, 2019).

Para la identificación de las especies vegetales, se utilizaron claves de identificación de distintos trabajos taxonómicos de los grupos a los que pertenecen los especímenes observados/colectados, así como listados florísticos de las regiones cercanas a las áreas de estudio. Para la consulta del nombre científico válido para cada especie, su posición taxonómica y su autor, se consultó POWO (Royal Botanic Gardens, Kew, 2026), que se basa en la clasificación filogenética de APG IV. En el caso de los nombres comunes, se consultó Naturalista (2026).

Riqueza de especies vegetales

La riqueza florística de las especies vegetales se presenta en listados generados por área los cuales contienen los siguientes datos taxonómicos: familia, género, especie, autor y nombre común.

Especies en riesgo

NOM-059-SEMARNAT-2019

Se presentan las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019 (SEMARNAT, 2019) la cual establece la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, así como las categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de categoría, mismas que se describen a continuación.

- Probablemente extinta en el medio silvestre (**E**): Aquellas especies nativas que en vida libre dentro del territorio mexicano han desaparecido.

- En peligro de extinción (**P**): Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica.

- Amenazada (**A**): Aquellas especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad.

- Sujetas a protección especial (**Pr**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

IUCN

Así mismo, se anexan las especies incluidas en la Lista Roja de Especies en Peligro de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) (IUCN, 2026). Las categorías que considera esta organización son las siguientes:

- Data Deficient (**DD**): ocurre cuando hay una información inadecuada para inferir, directa o indirectamente, el riesgo de extinción basado en su distribución y/o el estado de su población.

- Least Concern (**LC**): ocurre cuando la especie ha sido evaluada con respecto al criterio de la lista roja y no califica para categorías con especies más amenazadas (NT, VU, EN o CR).

- Near Threatened (**NT**): ocurre cuando la especie ha sido evaluada con respecto al criterio de la lista roja y no califica para categorías con especies más amenazadas, pero, está muy cerca de clasificar en un futuro cercano.

- Vulnerable (**VU**): ocurre cuando las evidencias disponibles indican que se encuentra dentro de los criterios A al E para especies “Vulnerable” y, por tanto, se le considera que tiene un alto riesgo de extinguirse en la vida salvaje.

- Endangered (**EN**): ocurre cuando las evidencias disponibles indican que se encuentra dentro de los criterios A al E para especies “En Peligro” y, por tanto, se le considera que tiene un alto riesgo de extinguirse en la vida salvaje.

- Critically Endangered (**CR**): ocurre cuando las evidencias disponibles indican que se encuentra dentro de los criterios A al E para especies “En Peligro Crítico” y, por tanto, se le considera que tiene un riesgo extremadamente alto de extinguirse en la vida salvaje.

- Extinct In The Wild (**EW**): ocurre cuando es conocido que sólo sobrevive en cultivos, cautiverio o en poblaciones naturalizadas fuera de su distribución nativa. Un taxón se

considera "Extinto en la vida salvaje", cuando inspecciones exhaustivas dentro de los hábitats conocidos y/o esperados, en los tiempos adecuados y a través del tiempo, han fallado para registrar un solo individuo.

- Extinct (**EX**): ocurre cuando no hay duda alguna que el último individuo de la especie ha muerto. Un taxón se considera "Extinto en la vida salvaje", cuando inspecciones exhaustivas dentro de los hábitats conocidos y/o esperados, en los tiempos adecuados y a través del tiempo, han fallado para registrar un solo individuo (IUCN, 2026).

Las fuentes de información para incluir a los organismos en una u otra categoría, son bases de datos provenientes de organizaciones mundiales con fines de conservación y divulgación científica, como lo son "Missouri Botanical Garden" (MBG), "Species Survival Comission (SSC), "Bird Life International", "Kew Royal Botanical Gardens", "Botanic Gardens Conservation International" (BGCI), entre otras.

Estructura de la vegetación

El análisis de los datos ecológicos de la vegetación de las áreas SA, AI y AP se realizó por tipo de vegetación y por estrato, así mismo, se calcularon los siguientes datos: densidad, dominancia y frecuencia. Estos resultados, a su vez, permitieron obtener el índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI es utilizado en diversos trabajos y define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura ecológica del ecosistema, con lo que se determina cuáles de ellas son las más importantes (Cottam & Curtis, 1956; Orozco & Brumér, 2002).

Las fórmulas y parámetros utilizados en la descripción de la estructura de la vegetación se describen a continuación:

Densidad absoluta

Representa el número promedio de individuos por área o superficie de muestreo. El cálculo de la densidad absoluta se obtiene de la siguiente manera:

$$D=N/A$$

Donde:

D = Densidad Absoluta
N = Número total de individuos
A = Superficie muestreada en ha

Densidad relativa

La densidad relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Se calcula a través de la siguiente formula:

$$D_r=D_i/(\sum D_i) \ *100$$

Donde:

D_r = Densidad relativa
D_i = Densidad por especie
$\sum D_i$ = Sumatoria de las Densidades de todas las especies.

Dominancia

La dominancia representa la importancia de una especie en función de su desarrollo o biomasa.

Se calcula a través de la cobertura, la cual es la proporción de terreno ocupado por la proyección de la copa de los individuos considerados. Es posible calcular la cobertura de copa mediante una fórmula de área, que requiere medidas de la copa o la sombra proyectada por ésta en dos direcciones: diámetro mayor y diámetro menor.

$$C = \pi((D+d)/4)$$

Donde:

C= Cobertura
Dc = Media del diámetro de copa
D = Longitud del diámetro mayor
d= Longitud del diámetro menor

Dominancia absoluta

La dominancia absoluta es la suma de la cobertura del total de individuos de una misma especie.

Dominancia relativa

Es la proporción de la dominancia absoluta de una especie con respecto a la dominancia absoluta de todas las especies del área muestreada. Se calcula a través de la siguiente formula:

$$Dom=Di/(\sum D_i) \ *100$$

Donde:

Dom = Dominancia relativa
D_i = Dominancia de la especie
$\sum D_i$ = Sumatoria de todas las dominancias de todas las especies

Frecuencia absoluta

La frecuencia es el número de veces que una especie ocurre en las distintas unidades de muestreo. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$F=J/N$$

Donde:

F = Frecuencia de la especie
J = Número de unidades de muestreo en las que ocurre la especie
N = Número total de sitios muestreados

Frecuencia relativa

La frecuencia relativa es la frecuencia absoluta de una especie con respecto a la frecuencia de todas las especies. Se calcula utilizando la siguiente formula:

$$Fr=F/(\sum_F) *100$$

Donde:

Fr = Frecuencia relativa de la especie
F = Frecuencia absoluta de la especie
$\sum_F$ = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies

Diversidad de vegetación

Índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener

Además de la riqueza especifica (S), que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad (número de especies presentes), se utilizó el índice de equidad de Shannon o índice de Shannon-Wiener (Moreno Ortega, 2001) para el análisis ecológico de la vegetación de la MCHF y CUSTF. Este índice mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar de cada estrato de cada tipo de vegetación, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia de todas las especies de la misma comunidad. Por lo tanto, a mayor valor del índice de Shannon, la uniformidad en los valores refleja una distribución equilibrada de las especies; de modo contrario, al arrojar valores en cero o cerca del cero, la diversidad es baja y existe presencia de una o solo unas cuantas especies.

El índice de Shannon-Wiener adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S (riqueza específica), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

La fórmula para calcular el índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon
S = Número de especies
log = Logaritmo natural de p_i
p_i = Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie *i*): n_i/N
n_i = Número de individuos de la especie *i*
N = Número de todos los individuos de todas las especies

Anexo 3.7

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Proyecto San Ignacio

Guanajuato Silver Co Ltd

[redacted]

[redacted]

Alanís-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., y Marroquín de la Fuente, J. S. (2020). *Muestreo ecológico de la vegetación.* Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL, México.

Balleza-Cadengo, J. de J. (2000). *Flora del cerro de piñones, Juchipila, Zacatecas, México.* Universidad Autónoma de Zacatecas. Facultad de Agronomía.

Caballero-Deloya, M. (1977). Técnicas de muestreo usadas en México en Inventarios forestales, Desarrollo histórico. *Ciencia Forestal*, 3-30.

Chao, A. (1984). Non-parametric estimation of the classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11, 265-270. DOI: 10.2307/4615964.

Chao, A., Chazdon, R.L., Colwell, R.K., y Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. Ecology Letters, 148-159. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x.

CONAFOR. (2015). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. Procedimientos de muestreo. México: CONAFOR.

Cottam, G. y Curtis, J. T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460. DOI: https://doi.org/10.2307/1930167

Cuevas, J.L. & Zorrilla, M. (2012). Localización y superficie. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La biodiversidad en Guanajuato: estudio de estado*. Vol. I (pp. 28-37). México: CONABIO e Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE).

iNaturalist. (2026). *iNaturalist*. https://www.inaturalist.org

INEGI. (2017). *Uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000* [serie VII]. Ciudad de México.

IUCN. (2026). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado de https://www.iucnredlist.org.

Lara-Raimers, E. A. (2011). *Estructura y diversidad de la vegetación en una porción de la sierra El Mascarón, en el Norte de Zacatecas*. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Lot, A. y Chiang, F. (Compiladores). (1986). *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C., México, D. F.

Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx*. 28: 29-179.

Moreno-Ortega, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad.* Pachuca, Hidalgo: UAEH.

Morrone, J.J. (2017). Biogeographic regionalization of the Sierra Madre del Sur province, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(3), 710-714. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.012.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia: El País.

Orozco, L. y Brumér, C. (2002). *Inventarios forestales para bosques de latifoliados en américa central.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Romahn, C. F. & Ramírez, H. (2010). *Dendrometría.* Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. pp. 294

Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). *Plants of the World Online*.

Rzedowski J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2016). *Guía para la elaboración de Estudios Técnicos Justificativos*. SEMARNAT.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2019). *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 (Modificación al Anexo Normativo III). Diario Oficial de la Federación.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México = Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017.

Villaseñor, J.L., Ortiz, E., Ramírez-Barrios, R. y Murguía-Romero, M. (2023). Riqueza y endemismo de la flora vascular de Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 94, e945282. DOI: https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.5282

Yang, K.-C. y Pulkki, R.E. (2002). Sample Size Determination and Probability Level Estimation. *Taiwan Journal of Forest Science*, 135-41.



Dodonaea viscosa (Chapulixtle)
especie arbustiva común en la zona de estudio



Flores de *Vachellia farnesiana* (Huizache)
especie muy común en la zona de estudio



frutos de *Eysenhardtia polystachya* (Palo azul)
especie de leguminosa común en la zona



Hojas de *Vachellia pennatula* (Algarrobo)
especie de leguminosa común en la zona de estudio



Euphorbia radians (Colecitas)
especie herbácea poco común en la zona de estudio



Hojas de *Malacomeles denticulata* (Tlaxistle),
especie arbórea común en la zona de estudio

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

MIA-P San Ignacio

[redacted]

Anexo 3.45
Reporte Fotográfico de Vegetación



Hojas y parte del tallo de *Pistacia mexicana* (Lantrisco)
poco común en la zona de estudio, especie amenazada por la IUCN



Frutos de *Ipomoea murucoides* (Cazahuate blanco),
especie común en la zona de estudio



Opuntia streptacantha (Nopal cardón)
especie de nopal común en la zona de estudio



Tillandsia recurvata (Paixtle)
especie trepadora común en la zona de estudio



Hojas y frutos de *Acaciella angustissima* var. *filicioides* (Timbe),
especie de leguminosa poco común en la zona de estudio



Mammillaria petterssonii (Biznaga)
especie común en la zona de estudio



Inflorescencia de *Forestiera phillyreoides* (Granjeno acebuche)
especie común en la zona de estudio



Inflorescencia de *Plumbago pulchella* (Chililllo medicinal)
especie común en la zona de estudio



Knowltonia mexicana (Hierba de los pordioseros)
especie herbácea rara en el área del proyecto



Mammillaria uncinata (Biznaga ganchuda)
especie de bisnaga común en la zona de estudio



Inflorescencias de *Bouteloua curtipendula* (Banderilla)
especie de pasto común en la zona de estudio



Hojas de *Schinus molle* (Pirul)
especie introducida en la zona de estudio

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

MIA-P San Ignacio

[redacted]

Anexo 3.45 Reporte Fotográfico de Vegetación



Flor de *Dicliptera peduncularis* (s/n)
especie arbustiva poco común en la zona de estudio



Hojas e inflorescencias de *Asclepias linaria* (Pinillo)
especie común en la zona de estudio



Hemionitis sinuata (Doradilla ondulada)
especie herbácea común en la zona de estudio



Hojas de *Neltuma laevigata* (Mezquite blanco)
especie arbórea común en zonas con bastante humedad



Inflorescencias secas de *Setaria grisebachii* (s/n)
común en la zona de estudio



Myrtillocactus geometrizans (Garambullo)
especie de cactus común en la zona de estudio



Penca de *Opuntia tomentosa* (Nopal chamacuelo),
nopal común en la zona de estudio



Hojas de *Condalia velutina* (Granjeno rojo)
especie arbustiva poco común en la zona de estudio



Flor de *Bauhinia variegata* (Pata asiática de vaca)
especie introducida en el área de proyecto



Hojas de *Eucalyptus camaldulensis* (Eucalipto rojo)
especie introducida en el área de proyecto



Inflorescencias de *Melinis repens* (Pasto rosado africano),
especie de pasto introducida en la zona de estudio



Stenocactus phyllacanthus (Biznaga ondulada de espinas planas),
especie poco común en la zona de estudio

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

MIA-P San Ignacio

[redacted]

Anexo 3.45 Reporte Fotográfico de Vegetación



Hojas de *Pinus cembroides* (Pino piñonero)
especie introducida en trabajos de reforestación en la zona de estudio



Marginatocereus marginatus (Órgano)
especie de cactaceae introducida en trabajos de reforestación en la zona de estudio



Pastizal natural, tipo de vegetación común en la zona de estudio



Selva baja caducifolia, tipo de vegetación común en la zona de estudio



Pastizal inducido, tipo de vegetación registrado en el AP



Vegetación riparia, tipo de vegetación común en el AI

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

MIA-P San Ignacio

Anexo 3.45 Reporte Fotográfico de Vegetación



Pastizal natural, tipo de vegetación común en la zona de estudio



Selva baja caducifolia



Selva baja caducifolia en temporada de lluvias



Pastizal inducido en temporada de lluvias



Bosque de encino en temporada de lluvias

Clifton Associates Ltd.
ingeniería * ciencia* tecnología
Natural Environment S.C.

MIA-P San Ignacio

Anexo 3.45 Reporte Fotográfico de Vegetación

Anexo 3.57
Análisis del componente abiótico al interior de la Región Ecológica

Proyecto
San Ignacio

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

[redacted]

2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. ATMÓSFERA 1

I.1. CLIMATOLOGÍA *1*
I.1.1. Tipos de clima *1*
I.1.2. Temperatura *2*
I.1.3. Precipitación *6*
I.1.4. Velocidad y dirección del viento *7*
I.1.5. Riesgos hidrometeorológicos *8*
I.2. CALIDAD DEL AIRE *9*
I.2.1. Polvos *9*
I.2.2 Emisión de gases contaminantes *14*
I.2.3. Ruido artificial *15*

II. GEOMORFOLOGÍA **17**

II.1. PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS *17*
II.2. GEOLOGÍA *18*
II.3. TOPOFORMAS *19*
II.4. RELIEVE *19*
II.5. RIESGOS GEOLÓGICOS *22*
II.5.1. Regionalización sísmica *22*
II.5.2. Fallas y fracturas *23*
II.5.3. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos *24*

III. SUELOS **25**

III.1. TIPOS DE SUELOS *25*
III.2. DEGRADACIÓN DEL SUELO *27*
III.3. TIPOS DE EROSIÓN *28*

IV. HIDROLOGÍA **31**

IV.1. CONTEXTO HIDROLÓGICO *31*
IV.2. HIDROGRAFÍA *32*

V. GEOHIDROLOGÍA **36**

V.1 CONTEXTO GEOHIDROLÓGICO *36*
V.2. UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS *38*

VI. PAISAJE **41**

VI.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN *41*
VI.2. UNIDADES DEL PAISAJE *46*
VI.3. CALIDAD VISUAL *47*
VI.4. FRAGILIDAD VISUAL *50*
VI.5. CUENCA VISUAL (MODELO DE VISIBILIDAD) *53*

VII. MEDIO SOCIOECONÓMICO **55**

VII.1. DEMOGRAFÍA *56*
VII.2. NATALIDAD *60*
VII.3. MORTALIDAD *60*
VII.4. MIGRACIÓN *60*
VII.5. ECONOMÍA *62*
VII.6. EDUCACIÓN *64*
VII.7. SALUD *65*
VII.8. MARGINACIÓN Y REZAGO SOCIAL *65*

VIII. BIBLIOGRAFÍA **68**

I. Atmósfera

I.1. Climatología

I.1.1. Tipos de clima

El clima se define como el promedio de los elementos meteorológicos individuales medidos a través de un número dado de años y que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra (INEGI, 2005; Pascual Ramírez et al., 2019). En la actualidad, el estudio del clima no solo se basa en las condiciones medias, sino también en las extremas y en sus patrones de comportamiento.

El conocimiento del clima de una región determina las especies que habitan en un lugar específico. Entre los elementos del clima se encuentran: la temperatura ambiental, la humedad, la radiación y el movimiento del aire; además de factores indirectos, como la luz, la nubosidad, presión y la pluviosidad (Bavera & Bèguet, 2013).

Basado en la información de INEGI, y de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada para México por Enriqueta García (1988), dentro de la Región Ecológica delimitada para el Proyecto, se puede encontrar dos tipos de climas (Tabla 1), los cuales se identifican con la clave C(w0) y C(w1), las descripciones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tipos de clima dentro de la RE

Tipo de clima	Descripción temperatura	Descripción precipitación
C(w0)	Semiárido, templado, 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	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con indicé P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.
C(w1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

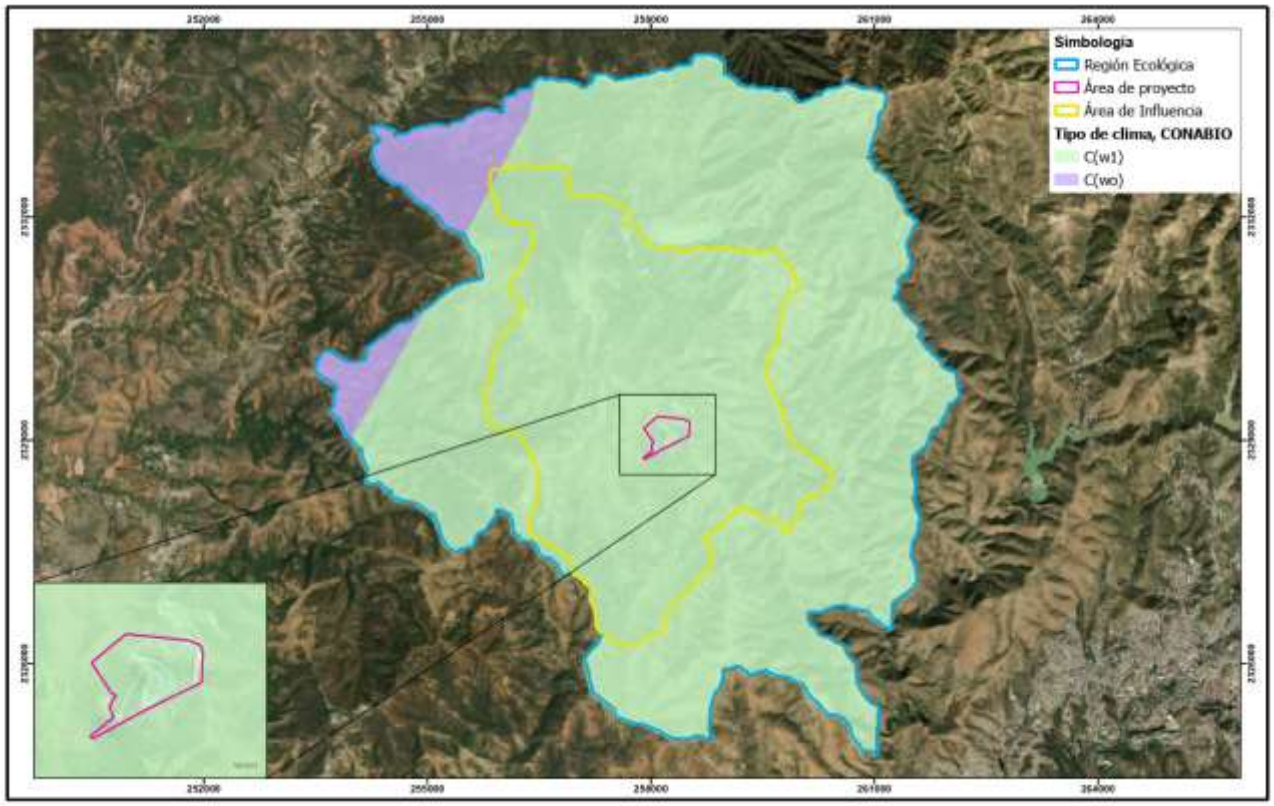


Figura 1. Tipos de climas, INEGI

I.1.2. Temperatura

Para caracterizar la temperatura y la precipitación de la RE, se utilizaron los registros históricos de 17 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), con el fin de generar tres modelos de temperatura (media, máxima y mínima) y uno de precipitación por medio el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

A continuación, en la Tabla 2 se presenta el listado de Estaciones Meteorológicas y los datos que fueron empleados para el análisis y creación de modelos de este apartado, así como sus nombres y las coordenadas de cada una de ellas, en la Figura 2 se muestra la ubicación de las estaciones.

Tabla 2. Estaciones climatológicas empleadas

Clave	Nombre	Coordenadas en Sistema WGS84, UTM Zona 14N		Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (mm)
		X	Y				
11049	Nuevo Valle Moreno	248186	2347442	8.8	16.3	23.8	675.7
11141	Cienega De Negros	267252	2342976	6.5	15.1	23.7	936.4
11008	Cañada De Gonzalez	279963	2341848	8.5	16.1	23.8	653.2
11153	La Laborcita	234871	2335896	10.2	18.5	26.8	492.5

Clave	Nombre	Coordenadas en Sistema WGS84, UTM Zona 14N		Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. mínima (°C)	Precipitación (mm)
		X	Y				
11135	Arperos	250857	2335124	8.7	17.5	26.3	502.8
11162	Comanjilla	242863	2331707	10	19	28	633
11165	Chichimequillas	246832	2328723	10.2	18.6	27.2	532.7
11130	La Luz	257004	2330971	7.7	15.4	23.1	465.9
11070	Santa Julia	271829	2331713	10.3	19.1	27.8	678
11073	Santa Rosa El Mineral	265803	2326229	8.8	15.3	21.9	730
11024	Guanajuato (OBS)	264463	2325448	11.8	19.5	27.2	763.4
11007	Calderones	268471	2322838	9.9	16.2	22.6	788.9
11074	Silao (DGE)	245979	2318305	13	20.8	28.6	608.9
11089	Silao (SMN)	246965	2318536	10.9	19.2	27.6	651.7
11071	Santa Maria (Dge)	247272	2317793	11.1	19.1	27.2	645.3
11137	Presa La Purisima	261258	2309464	11.6	19.3	27	649.8
11124	El Chapin	266494	2309606	10.2	18.9	27.6	682.3

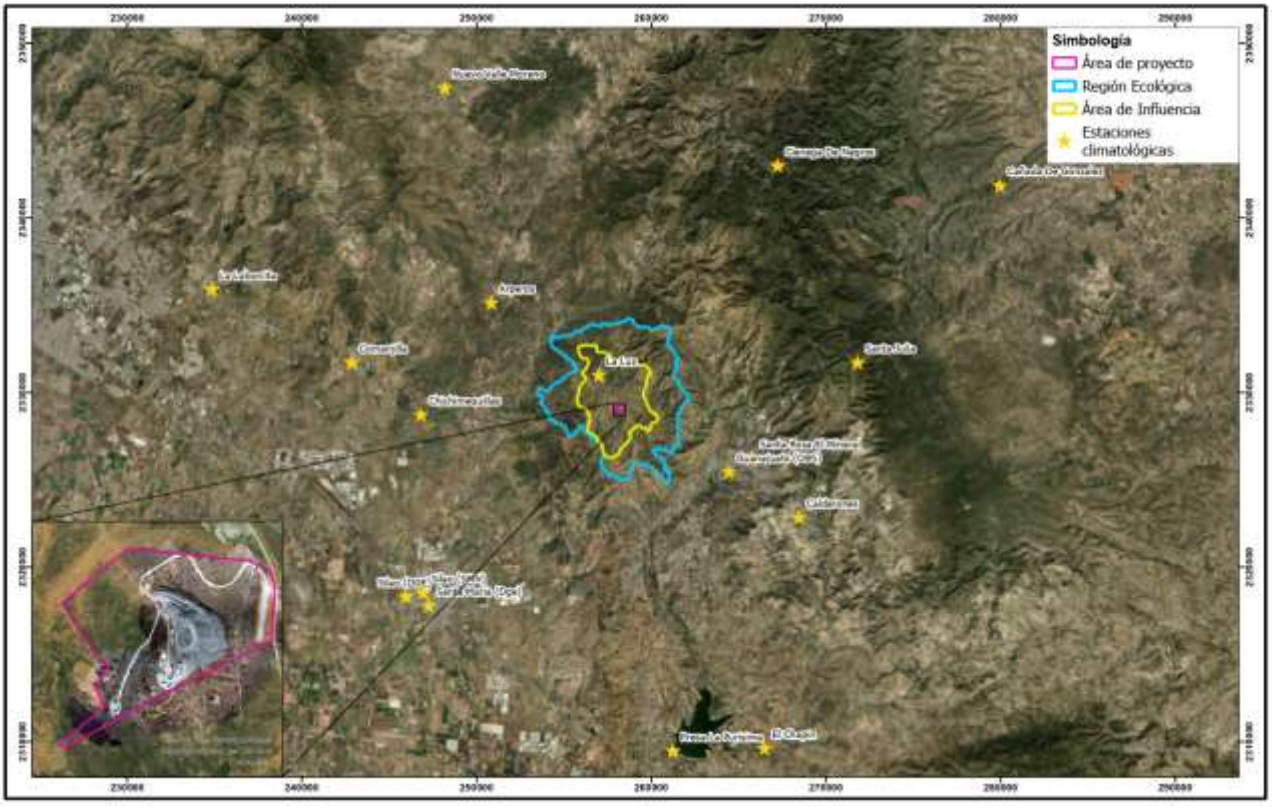


Figura 2. Estaciones climatológicas cercanas a la Región Ecológica, CONAGUA

Con la información obtenida de las estaciones meteorológicas se creó una base de datos, la cual fue cargada al SIG *ArcGIS Pro* para realizar una interpolación ráster. Esta interpolación predice valores para las celdas de un ráster a partir de una cantidad limitada de puntos de datos de muestra. La herramienta de interpolación utilizada fue *Kriging*, la cual utiliza un método que estima los valores a través de una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una interpolación suave que pasa exactamente por los puntos de entrada.

A partir del procedimiento anterior, se generaron los modelos de temperatura media, máxima y mínima para la RE. Los modelos acotados a la RE muestran cómo la temperatura mínima normal anual va de los 7.5°C a los 10.4° (Figura 3), mientras que la temperatura media normal anual va de los 15.5°C a los 17.9°C (Figura 4). Finalmente, la temperatura máxima normal anual va de los 23°C a los 25.5°C (Figura 5).

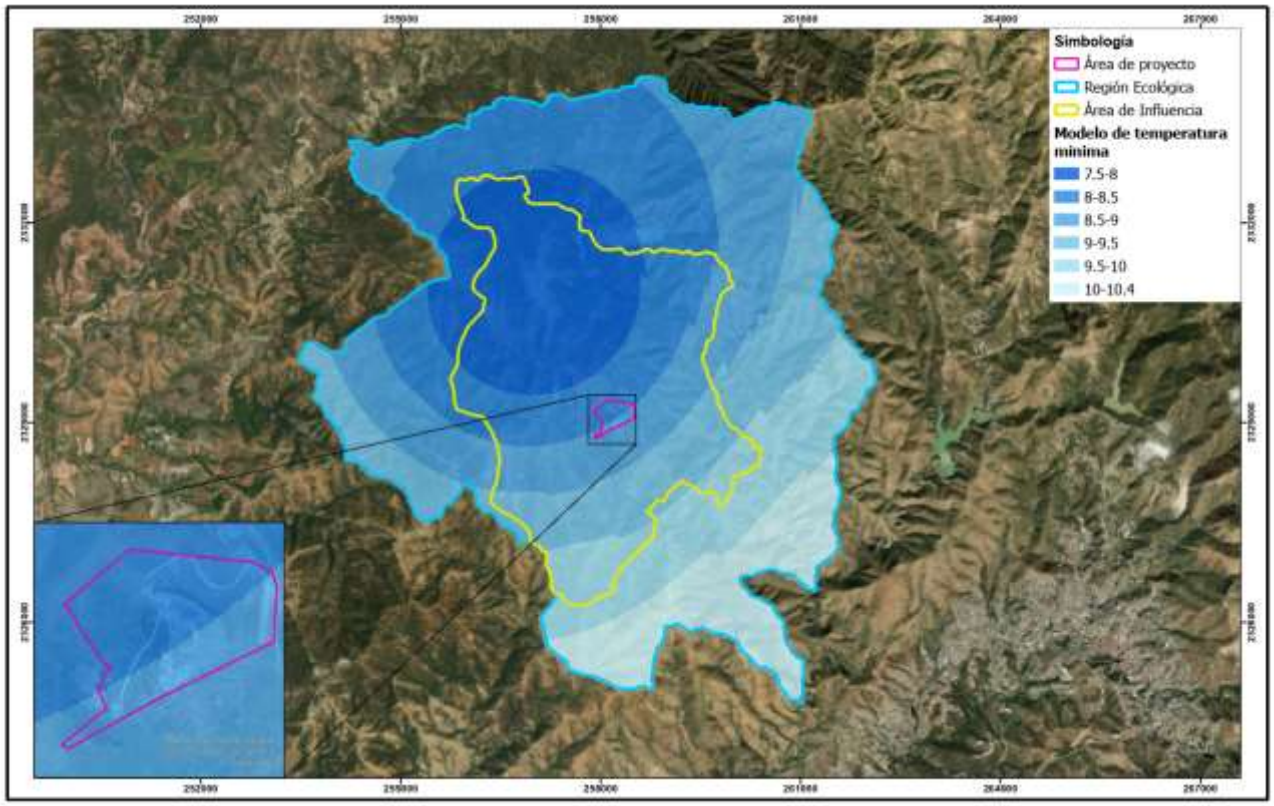


Figura 3. Modelo de temperatura mínima

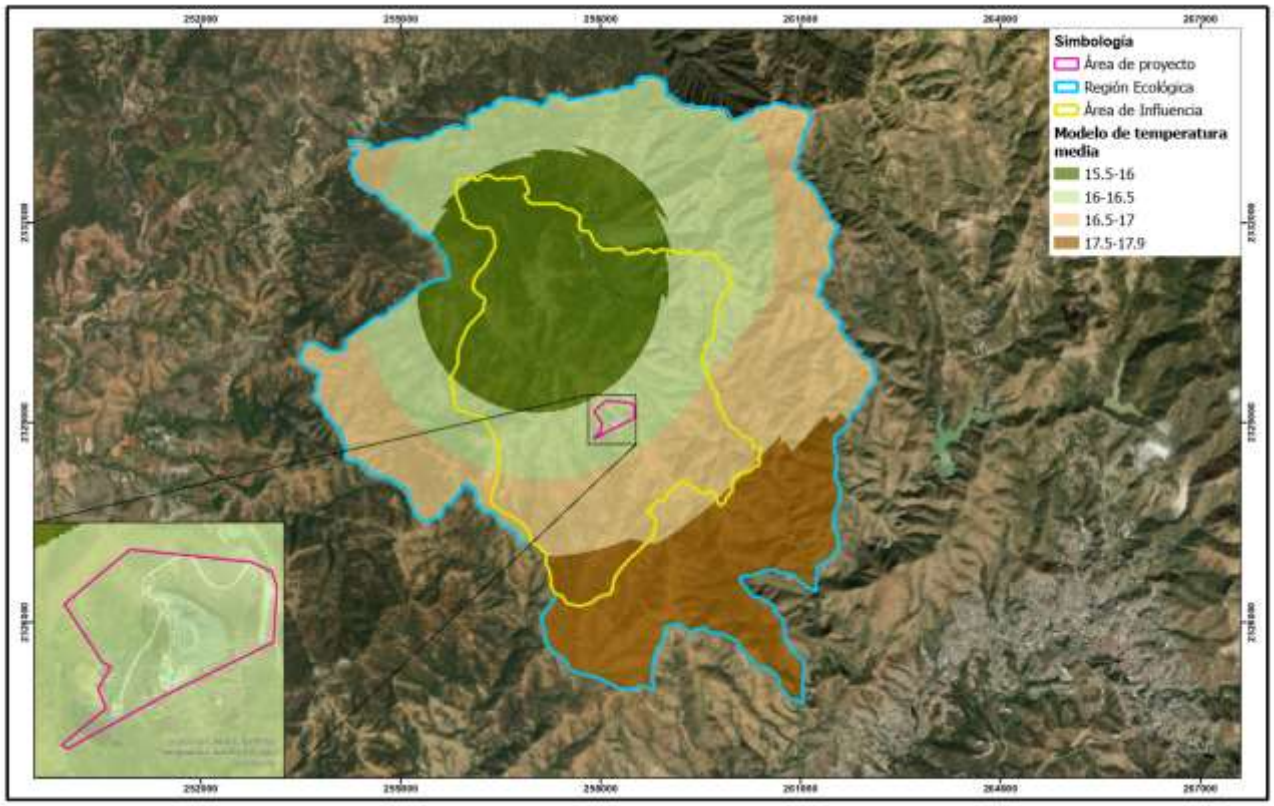


Figura 4. Modelo de temperatura media

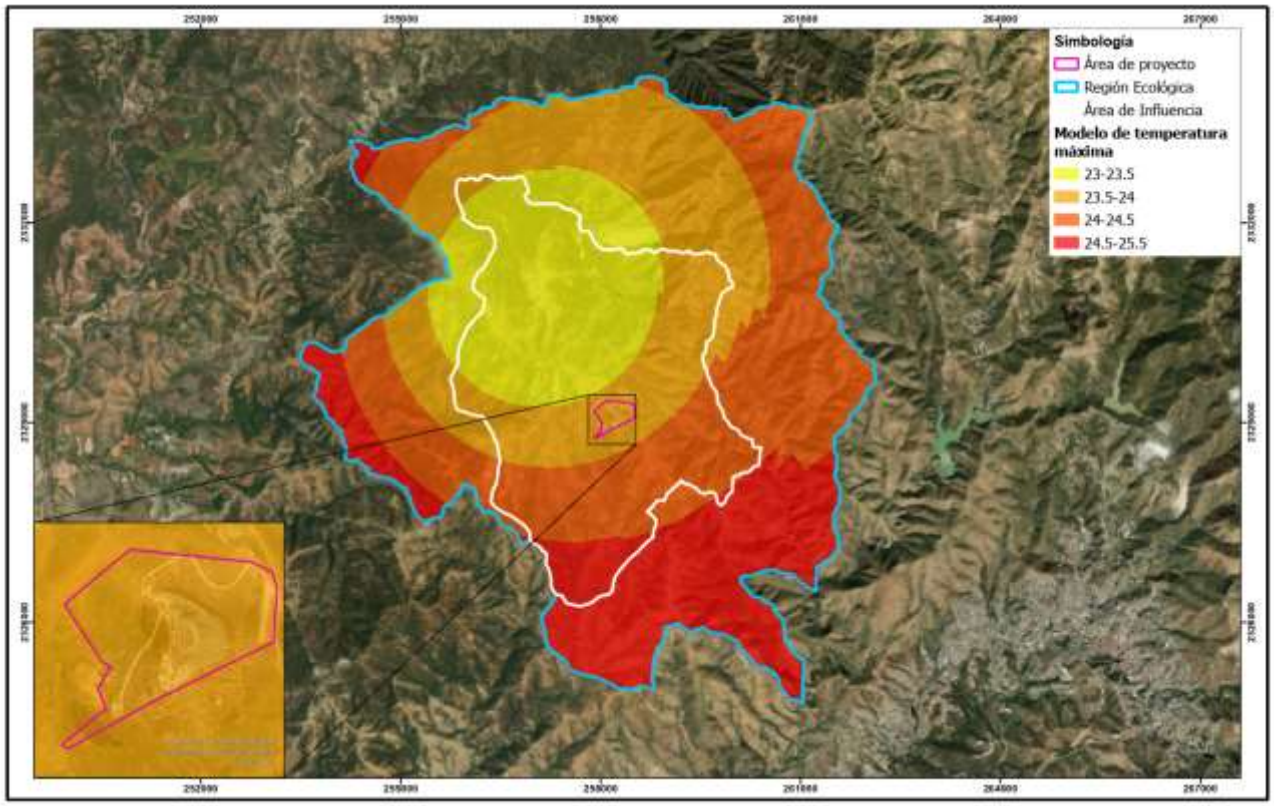


Figura 5. Modelo de temperatura máxima

I.1.3. Precipitación

En cuanto a precipitación, los datos que proporcionan INEGI y CONABIO corresponden a escalas de 1:250,000 y 1:1,000,000 respectivamente. Es por esto, que para estimar con mayor precisión la precipitación media anual dentro de la RE, se utilizó la misma metodología que se usó para la modelación de temperatura, fue necesario consultar los datos de las 17 estaciones meteorológicas de la Tabla 2 para generar un modelo de interpolación.

Una vez generado el modelo de precipitación media anual (Figura 6) se observa que el rango de precipitación existente en la Región Ecológica va de los 450 mm a los 700 mm anuales.

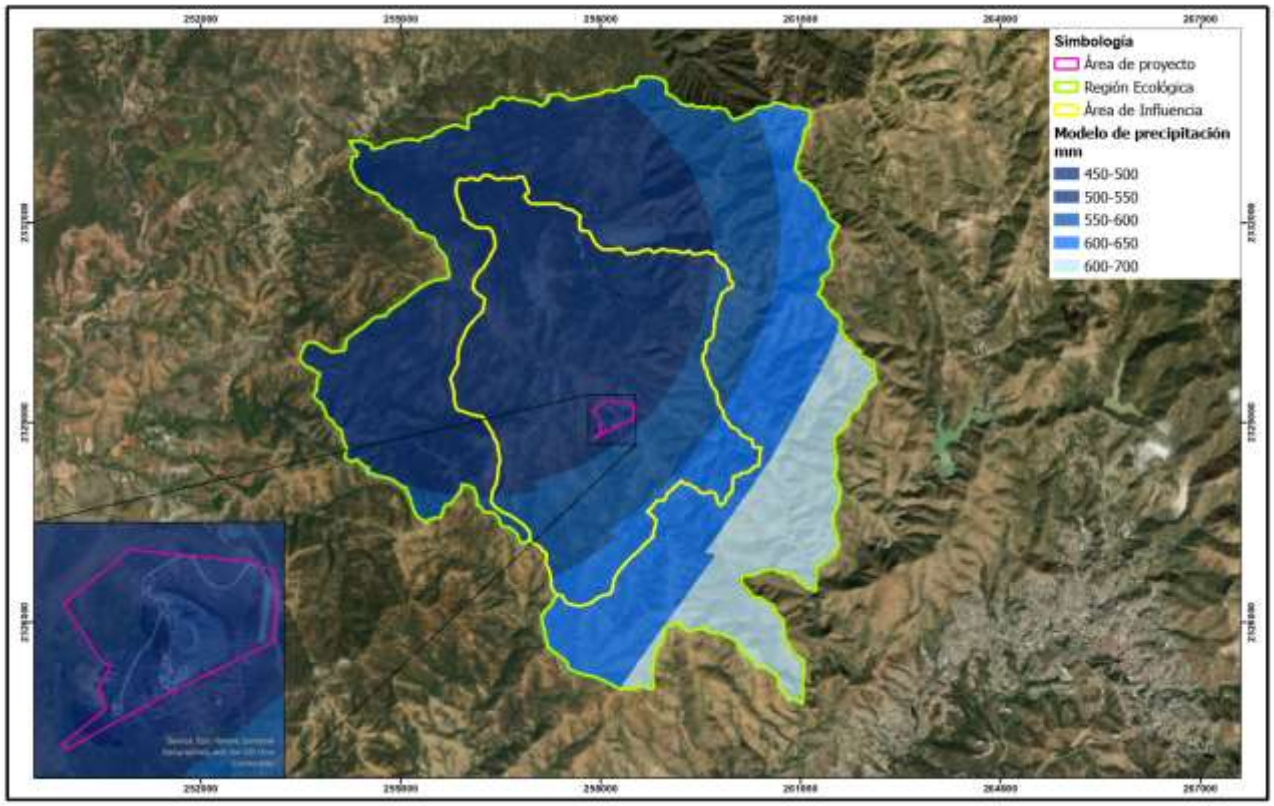


Figura 6. Modelo de precipitación media anual

I.1.4. Velocidad y dirección del viento

El viento es aire en movimiento, cuando alcanza grandes velocidades puede generar empujes o succiones intensas que pueden dañar las estructuras (SETAU y CONAVI, 2022). Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento (SEDESOL, 2012).

La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos, es decir, se desplaza de los centros de alta presión hacia los de baja presión, y su fuerza es mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por diversos factores tales como el relieve y cobertura vegetal (Jiménez-Ramírez *et.al*, 2016). En superficie, el viento viene definido por dos parámetros: la dirección en el plano horizontal y la velocidad.

La Comisión Federal de Electricidad (2008) divide al país en cinco zonas con igual velocidad del viento (isotacas). Las zonas están divididas de la siguiente manera: 100-130 km/h (Zona A), 130-160 km/h (Zona B), 160-190 km/h (Zona C) y 190-220 km/h (Zona D).

Como se muestra en la Figura 7, la RE se encuentran dentro de la zona B donde los vientos máximos van de los 130 km/h a 160 km/h.

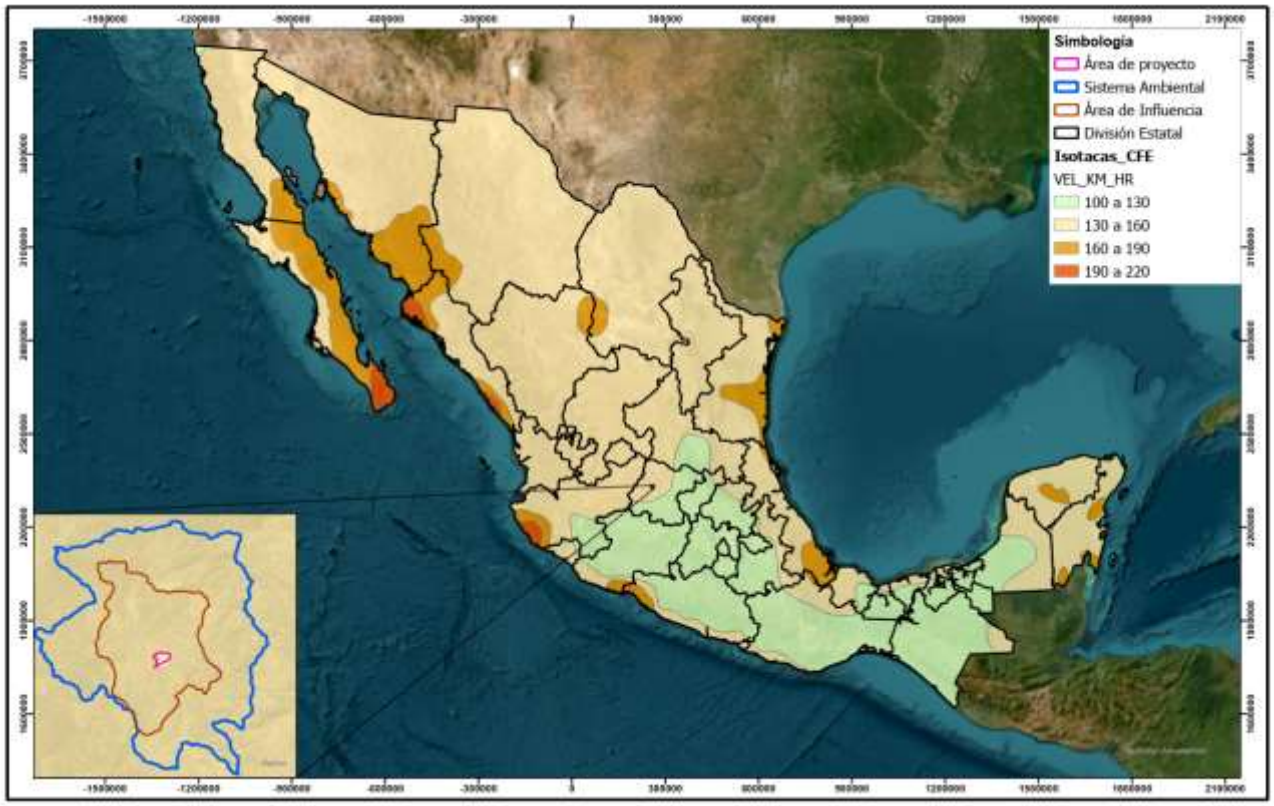


Figura 7. Mapa de isotacas de la CFE

I.1.5. Riesgos hidrometeorológicos

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), los riesgos hidrometeorológicos se generan por la acción violenta de los agentes atmosféricos. México es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de importancia (Prieto, 2021). 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, vulnerabilidad y de riesgo.

En la Tabla 3, se presentan los resultados del análisis de riesgos hidrometeorológicos en los municipios dentro de los que se encuentra la RE (Guanajuato y Silao de la Victoria).

Tabla 3. Riesgos hidrometeorológicos en los municipios donde se localiza la RE

Riesgos hidrometeorológicos	Grado de peligro	
	Guanajuato	Silao de la Victoria
Sequía (2020)	Medio	Medio
Tormentas eléctricas	Muy alto	Muy alto
Tormentas con granizo	Bajo	Bajo
Heladas	Bajo	Bajo
Bajas temperaturas	Bajo	Bajo

Riesgos hidrometeorológicos	Grado de peligro	
	Guanajuato	Silao de la Victoria
Ondas cálidas	Medio	Medio

I.2. Calidad del aire

I.2.1. Polvos

La principal fuente de contaminación atmosférica en la zona son las partículas suspendidas en forma de polvos fugitivos, que se generan en la Región Ecológica debido a distintas causas:

- Suspensión de polvos por tránsito vehicular
- Suspensión de polvos por emisión en suelos desnudos
- Suspensión de polvos por la velocidad y dirección del viento
- Suspensión de polvos por actividad minera en general

La importancia de tomar en cuenta los polvos fugitivos en la caracterización es la afectación a la salud humana y la exacerbación a la calidad del aire por lo que es indispensable encontrar medidas que puedan reducir y/o controlar la cantidad de polvos fugitivos en el aire para un medio ambiente sano, como lo estipula el artículo 110, inciso II, capítulo II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que establece:

Las emisiones de contaminantes de la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico

Una de las maneras de reducir la cantidad de polvos fugitivos a la atmósfera es gracias a la cobertura vegetal. De acuerdo con el estudio *The effect of vegetation cover on dust concentration: Case study (Constantine, Algeria)* de Maya Benoumeldjadj *et al*, la cobertura vegetal que se encuentra densa y saludable es más propensa de reducir los polvos fugitivos del aire, por su de capacidad de retención. La vegetación actúa como un sistema de filtración en el que captura y almacena el polvo que se encuentra en la atmósfera, además, la vegetación ayuda también a mantener el suelo por lo que hay menos polvo emitido a la atmósfera (Benoumeldjadj *et al*, 2023).

Con la utilización de sensores remotos, se puede plasmar de manera visual la cobertura de la vegetación y así determinar en qué zonas de la RE existe una menor emisión de polvos fugitivos. Para los apartados de emisión y captura de partículas este estudio, se utilizó el índice de la diferencia de vegetación normalizada (NDVI, *por sus siglas en inglés*) como insumo para realizar las clasificaciones correspondientes, las imágenes utilizadas para realizar dicho índice se obtienen del satélite Sentinel-2 el cual es supervisado y operado por la Agencia Espacial Europea (ESA) en el marco del programa Copernicus, una iniciativa de la Unión Europea liderada por la Comisión Europea, dicho programa fue creado para proporcionar información precisa, actualizada y de fácil acceso para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático y garantizar la seguridad ciudadana. Los programas de Sistemas de Información Geográfica, como son Google Earth Engine (GEE) y ArcGIS Pro, también utilizan las imágenes proporcionadas por dicho satélite.

El NDVI es una medida de la actividad fotosintética dentro de los valores -1 a 1. Donde los valores cercanos a -1 indican vegetación con estrés hídrico y valores cercanos a 1 significa que hay una alta densidad de vegetación (Gessesse A, 2019). La mayoría de las imágenes satelitales, vienen en paquetes con bandas de colores, de diferentes longitudes de ondas, en el que algunas bandas el ojo humano no puede detectar como la banda infrarrojo cercano (NIR, *por sus siglas en inglés Near Infrared*), pero hay bandas como la banda de color rojo que sí podemos ver. En este caso, Sentinel-2 tiene las bandas 4 para el rojo y 8 para el infrarrojo cercano. Con estas bandas se realizó una división para obtener el NDVI como se muestra a continuación:

$$NDVI = \frac{NIR - ROJO}{NIR + ROJO} \quad (1.1)$$

I.2.1.1 Captura de polvos fugitivos

Se denominan polvos a todo aquel material emitido a la atmósfera y que es el conjunto de varios procesos tanto de origen natural como de origen antropogénico (Finlayson-Pitts y Pitts, 1986); mientras que el polvo fugitivo es aquel que no es emitido de fuentes puntuales como chimeneas industriales o domésticas. Las posibles fuentes de polvos fugitivos incluyen campos abiertos, calles y caminos, basureros, entre otros.

El criterio de captura de polvos se refiere a la capacidad del sitio de retener partículas suspendidas. Aunado a lo anterior, la cobertura vegetal es la responsable de tal acción, por lo cual se determinó el nivel de captura dependiendo de la cobertura vegetal, esto con ayuda del NDVI, para este apartado se empleó la imagen satelital correspondiente al mes de agosto del 2025, debido a que representa el periodo de máxima captura en la RE ya que la temporada de lluvias se encuentra en su punto máximo.

En la Figura 8 se muestra el resultado del análisis realizado respecto a la captura de partículas, en donde se muestra que las zonas con alta cobertura vegetal cerrada tienden a retener más las partículas que hay en el aire, al contrario de las áreas con cobertura abierta o incluso sin vegetación, como lo son las áreas de mina y los suelos desnudos, tienen una capacidad de retención nula. Lo anterior se debe al tipo de clima y a los tipos de vegetación en el área.

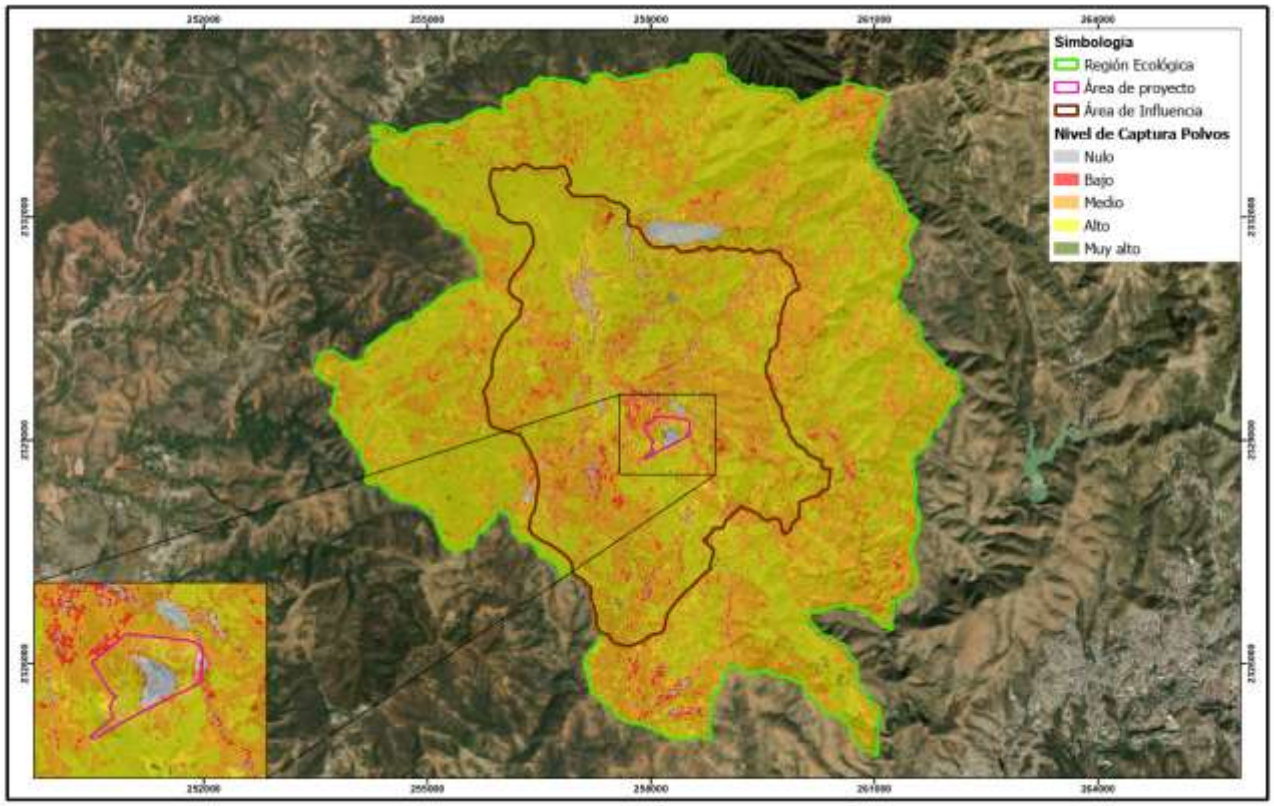


Figura 8. Nivel de captura de partículas

I.2.1.2. Emisión de polvos fugitivos

El criterio de emisión de polvos fugitivos se refiere a la generación de polvo provocada tanto por fuentes naturales, como el viento y el tránsito de fauna, como por fuentes artificiales, como el paso de vehículos. Para clasificar el nivel de emisión de partículas, se utilizó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) calculado con anterioridad. En este caso, se consideran imágenes satelitales de dos fechas diferentes: agosto de 2025 y mayo de 2024. Estas imágenes representan coberturas de vegetación en la temporada de lluvias y en la temporada seca, respectivamente. Según las observaciones de Kim y colaboradores (2013), las zonas que permanentemente presentan valores de NDVI menores a 0.15 se pueden considerar como fuentes de polvo.

En la Figura 9 se presenta el NDVI correspondiente a secas (mayo de 2025), donde las celdas de la capa *raster* se clasifican en valores inferiores a 0.15 (color rojo) y valores superiores a 0.15 (color verde). Se puede observar que casi la totalidad de la superficie de la RE presenta valores inferiores a 0.15, es decir, potenciales zonas fuente de polvos durante esta estación del año.

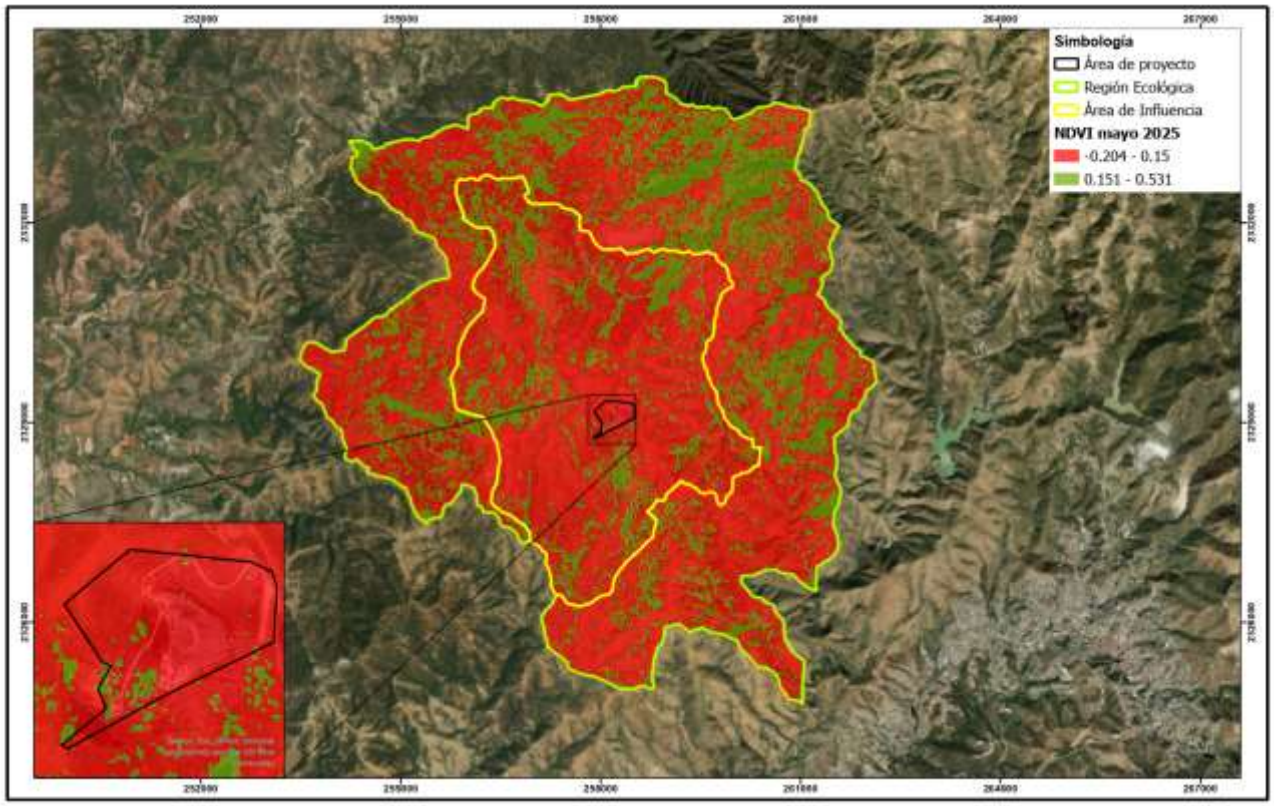


Figura 9. Índice NDVI bajo las condiciones de la temporada seca en mayo de 2025

Por otra parte, se realiza la misma clasificación de celdas que con la figura anterior para el *raster* de la temporada de lluvias (agosto de 2025). De manera general, en la Figura 10 se aprecia una reducción significativa de las celdas cuyo valor de NDVI es menor a 0.15, con respecto a la temporada seca. De esta forma, las zonas que se consideran como fuente potencial de polvos disminuyen, debido al aumento en la cantidad y calidad de la cobertura vegetal en la RE, por la naturaleza de la estación.

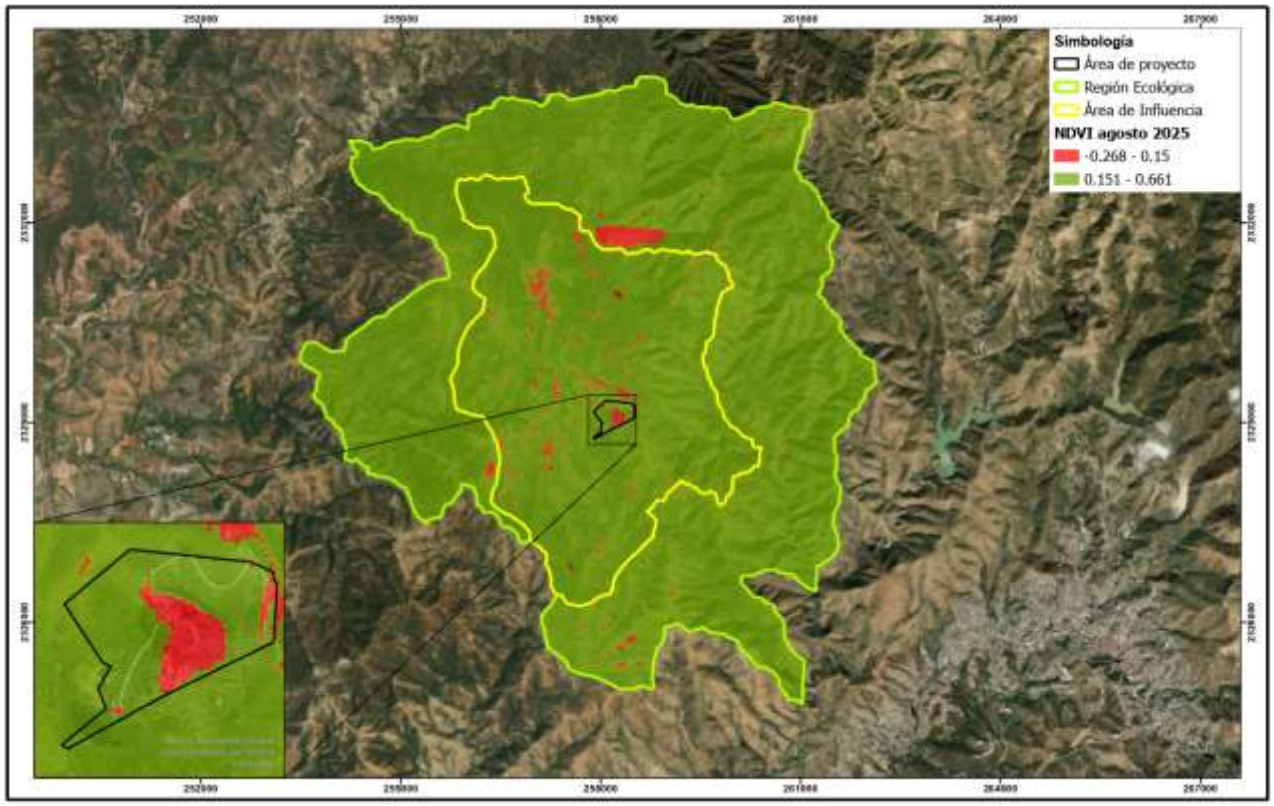


Figura 10. Índice NDVI bajo las condiciones de la temporada de lluvias en agosto de 2025

Por último, para determinar las zonas la Región Ecológica consideradas como fuentes de polvos, se calcula una nueva capa *raster* a partir de las anteriores: para cada celda, si dicha celda tiene un valor menor a 0.15 significa que esas zonas en ambas temporadas no tienen vegetación lo que las vuelve una "fuente de polvo permanente", al contrario si el valor supera el 0.15 significa que son zonas que presentan vegetación en al menos una temporada por lo que su generación de polvo no es permanente. En la Figura 11 se presenta es *raster* resultante.

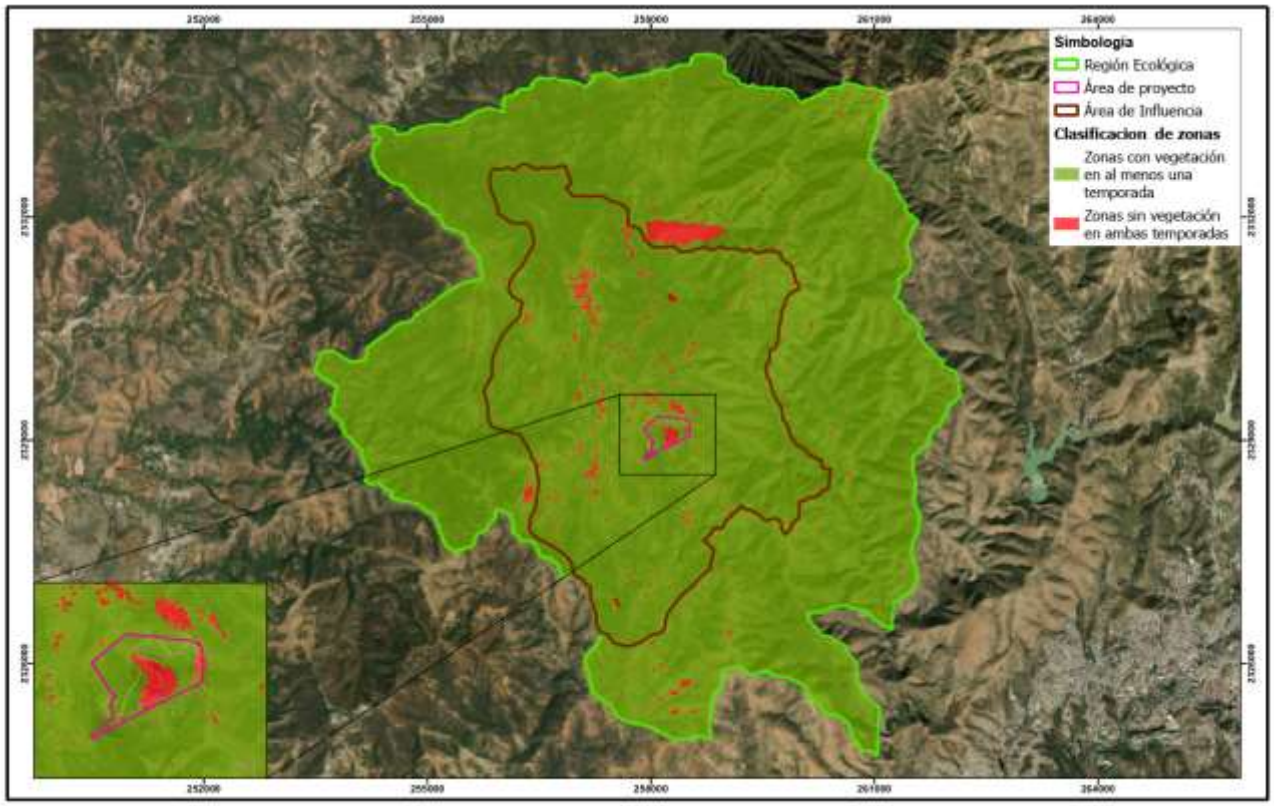


Figura 11. Determinación de las fuentes permanentes de polvo en la RE

I.2.2 Emisión de gases contaminantes

Para evaluar la emisión de gases contaminantes dentro de la caracterización de la Región Ecológica, se realizó un análisis cualitativo de acuerdo con el uso de suelo y las actividades realizadas dentro de cada zona. Se contemplaron las áreas con presencia antropogénica como zonas urbanas, agrícolas e industriales, las cuales son las principales generadoras y emisoras de gases, aerosoles y partículas contaminantes para la atmósfera debido al uso de maquinaria y vehículos ligeros y pesados. Por otro lado, en zonas conservadas la emisión de gases contaminantes es nula, debido a que no existen fuentes que generen contaminación por emisión de gases. La clasificación de estas zonas se muestra en la Figura 12.

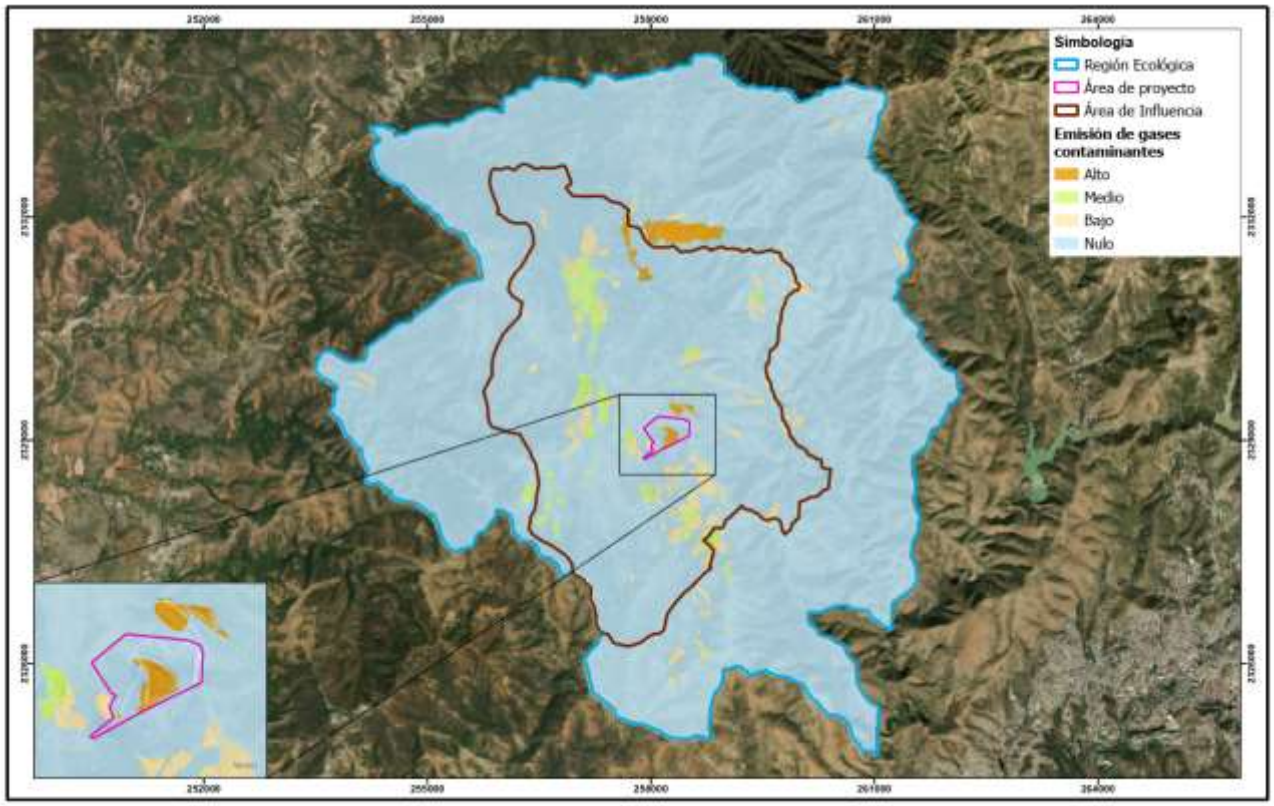


Figura 12. Emisión de gases contaminantes

I.2.3. Ruido artificial

El ruido se define como cualquier sonido inarticulado de origen natural o artificial (RAE, 2023). Por lo general, la contaminación sonora es originada por actividades antrópicas, generado principalmente dentro de zonas urbanas e industriales.

De acuerdo con el tipo de zonas que se encuentran dentro de la RE, se realizó una clasificación de áreas generadoras de ruido natural y artificial, siendo este último un elemento para la evaluación de la calidad ambiental, considerando que el ruido natural no afecta la calidad. Esta clasificación se puede observar en la Figura 13, donde se muestra que la zona minera corresponde a una zona con generación de ruido artificial constante alto, las localidades corresponden a un ruido artificial constante moderado, las zonas con actividad agrícola generación de ruido artificial esporádico alto mientras que la mayor parte de la RE es generadora de ruido natural por no tener presencia de actividades antrópicas.

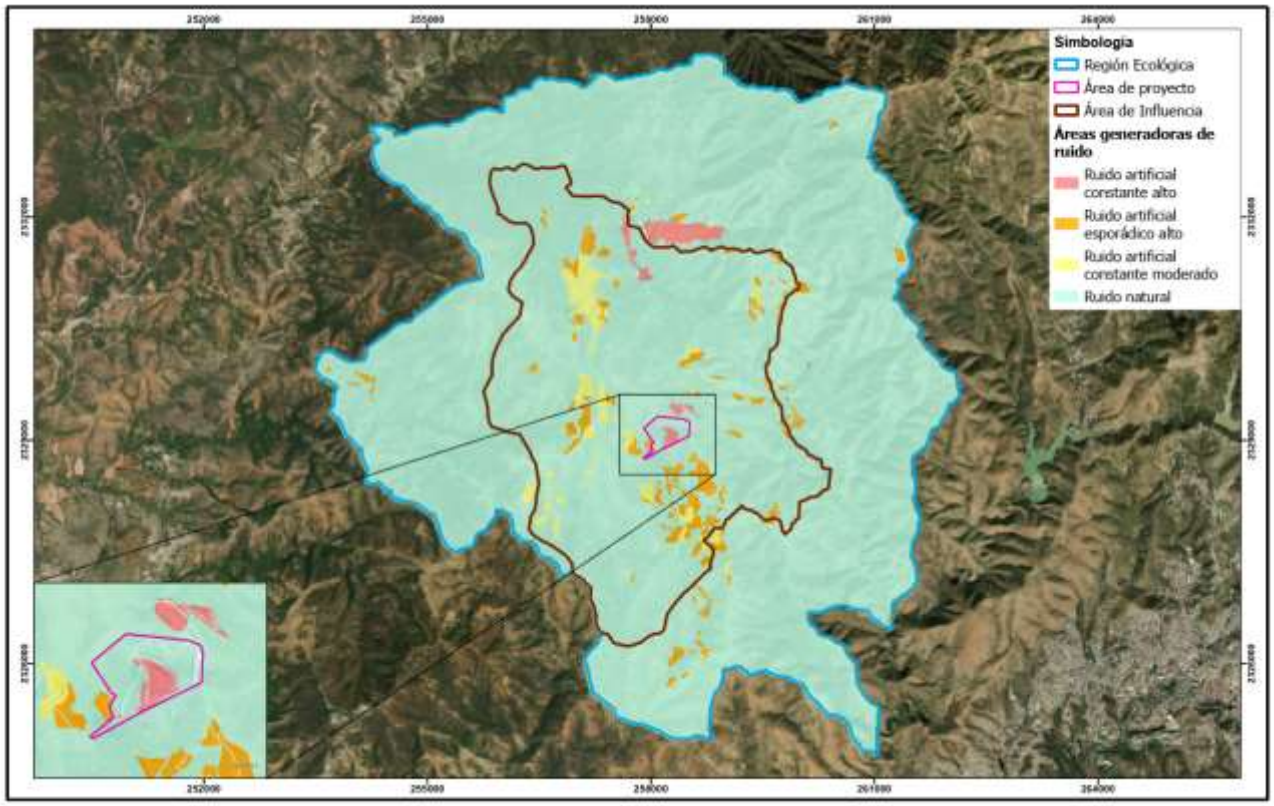


Figura 13. Clasificación de las áreas generadoras de ruido dentro de la RE

II. Geomorfología

II.1. Provincias y subprovincias fisiográficas

Tomando en cuenta el sistema fisiográfico de clasificación del relieve adoptado por el INEGI, en la RE del Proyecto se encuentra dentro de la provincia fisiográfica llamada Mesa del Centro y de la subprovincia denominada Sierra de Guanajuato, como se observa en la Figura 14.

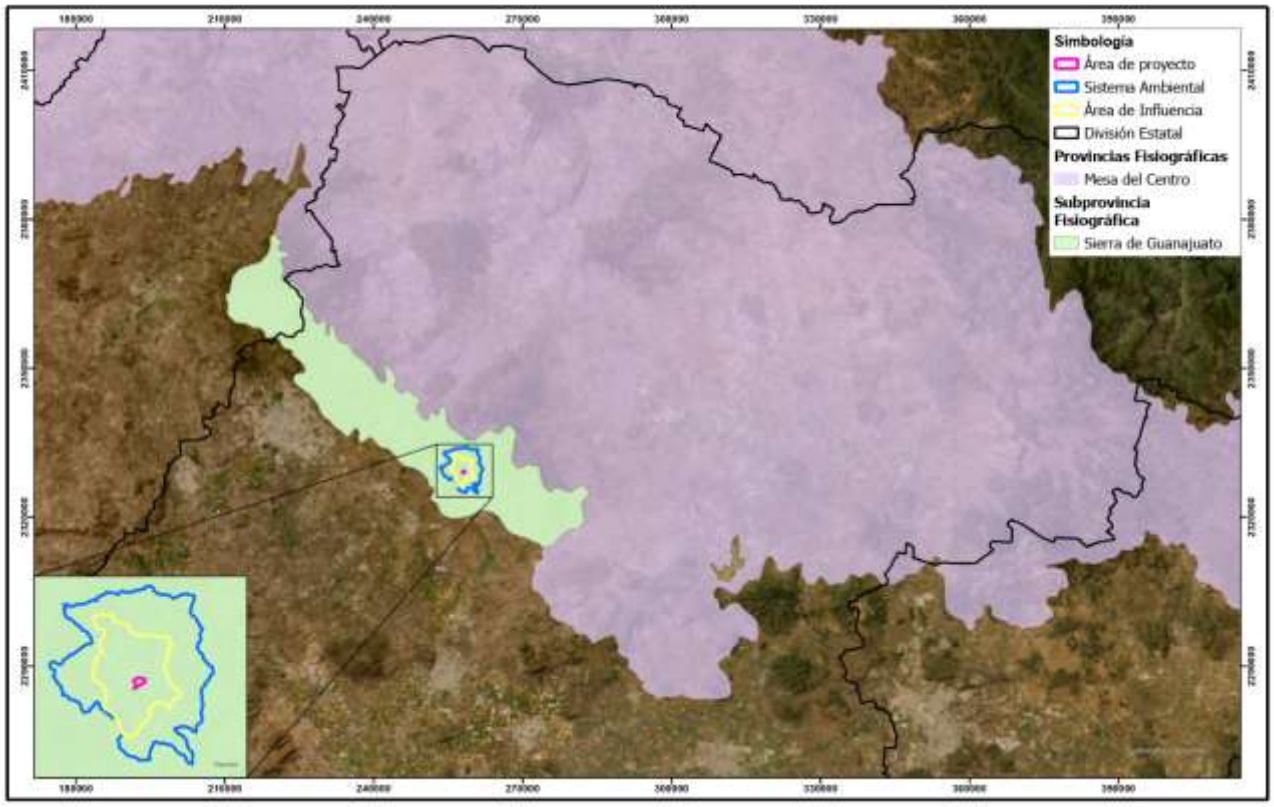


Figura 14. Ubicación de la RE dentro de las provincias y subprovincias fisiográficas (INEGI)

La provincia fisiográfica Mesa del Centro se ubica en el centro del territorio mexicano, formando una amplia meseta elevada rodeada por cadenas montañosas. Está delimitada al norte y al este por la Sierra Madre Oriental, al oeste por la Sierra Madre Occidental y al sur por el Eje Neovolcánico, lo que le confiere una posición central en el relieve del país. Esta provincia abarca partes de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, y se caracteriza por ser una región elevada con amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, en su mayoría formadas por rocas volcánicas cenozoicas. Las altitudes promedio oscilan entre 1 700 y 2 300 m s.n.m., y las mayores elevaciones alcanzan hasta aproximadamente 2 500 m s.n.m. en zonas como la subprovincia de la Sierra de Guanajuato.

La subprovincia Sierra de Guanajuato constituye una de las franjas montañosas dentro de la Mesa del Centro, de forma alargada y con dirección general sudeste–noroeste. Esta sierra se caracteriza por una serie de sierras y lomeríos altos, con valles paralelos orientados al sudeste, en

los que se alternan pendientes moderadas, terrazas y lomeríos de baja pendiente. Políticamente, la Sierra de Guanajuato abarca principalmente municipios de Guanajuato como Dolores Hidalgo, Guanajuato, León, San Felipe y Silao, y también se extiende parcialmente al norte de Jalisco (por ejemplo, parte de Lagos de Moreno). El relieve de esta subprovincia contribuye a fragmentar las llanuras de la Mesa del Centro, creando microcuencas y valles que favorecen la concentración de centros de población y actividades agrícolas y mineras.

II.2. Geología

Una provincia geológica es una entidad espacial caracterizada por una determinada sucesión estratigráfica, un estilo estructural propio y rasgos geomorfológicos particulares. Como resultado de su evolución geológica, el estado de Guanajuato se encuentra integrado por tres provincias geológicas: Mesa del Centro, Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental.

De acuerdo con la información litológica de la carta c obtenida del Servicio Geológico Mexicano (SGM), dentro de la superficie definida para la RE del Proyecto, se presenta una conformación de cuatro litologías diferentes como se muestra en la Figura 15,siendo Basalto el que se encuentra en la totalidad del Área de Proyecto.

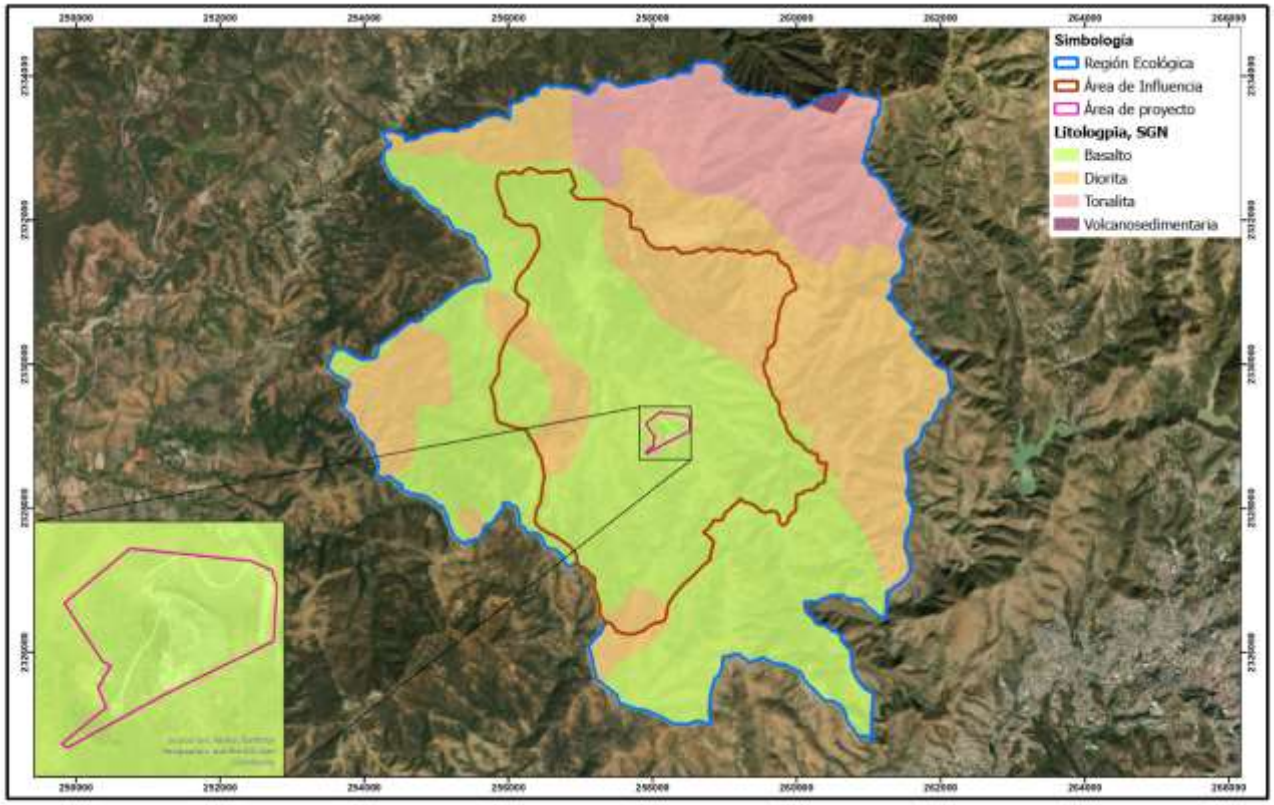


Figura 15. Litología, SGN

II.3. Topoformas

El sistema de topoformas se refiere al conjunto de formas de terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos, según el Instituto Nacional de Información Estadística y Geográfica (INEGI). La totalidad de la región ecológica se área clasificada como sierra, como se muestra en la Figura 16.

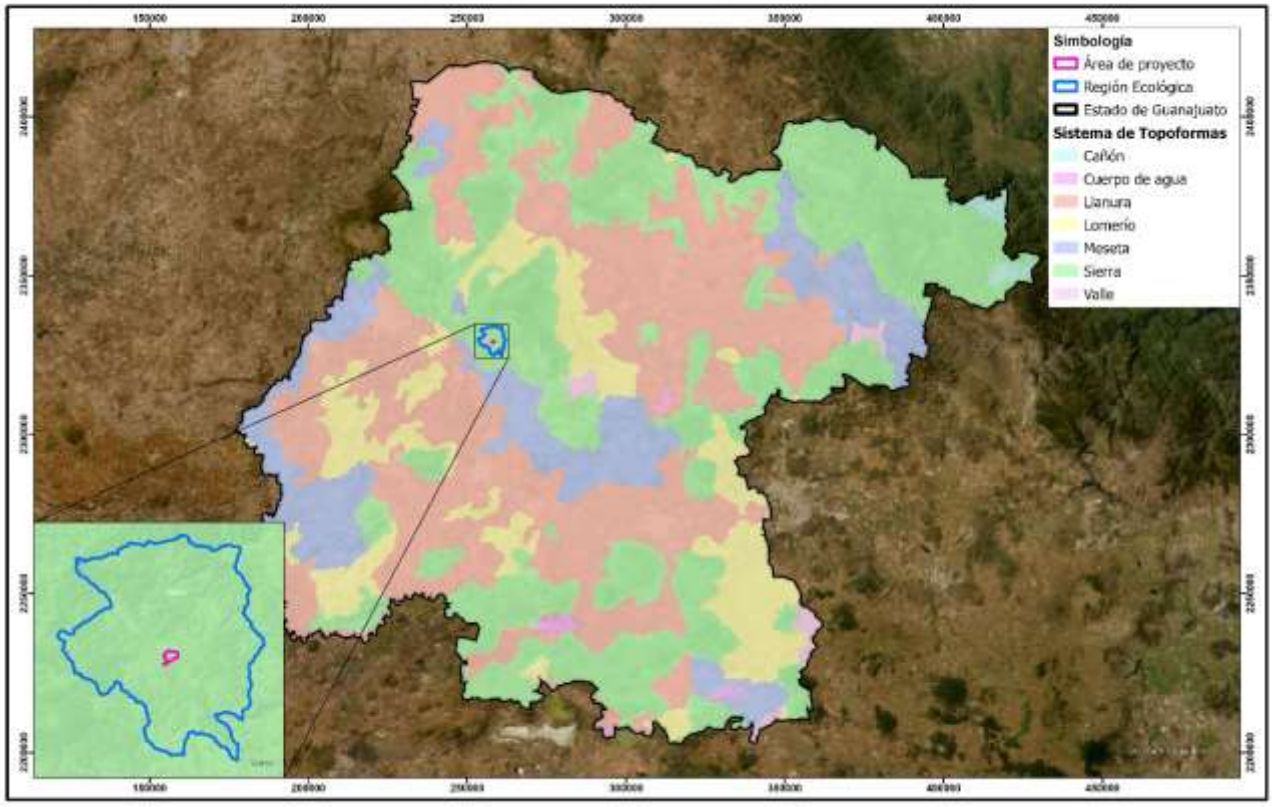


Figura 16. Modelo de topoformas de la RE, INEGI

II.4. Relieve

Se elaboraron 3 modelos para analizar las condiciones de relieve y en general, de toda la geomorfología dentro de la RE delimitada para el Proyecto. Los modelos fueron creados en el Sistema de Información Geográfica a partir de información disponible en INEGI. A continuación, se presenta la descripción de dichos modelos.

Para iniciar con el análisis de la geomorfología, se aprecia el Modelo Digital de Elevación elaborado específicamente para la RE donde se localiza el Proyecto (Figura 17). En general, las elevaciones en la RE van de los 1,947 m s.n.m. hasta los 2,654 m s.n.m. Los sitios con mayor altitud se presentan en la zona noreste.

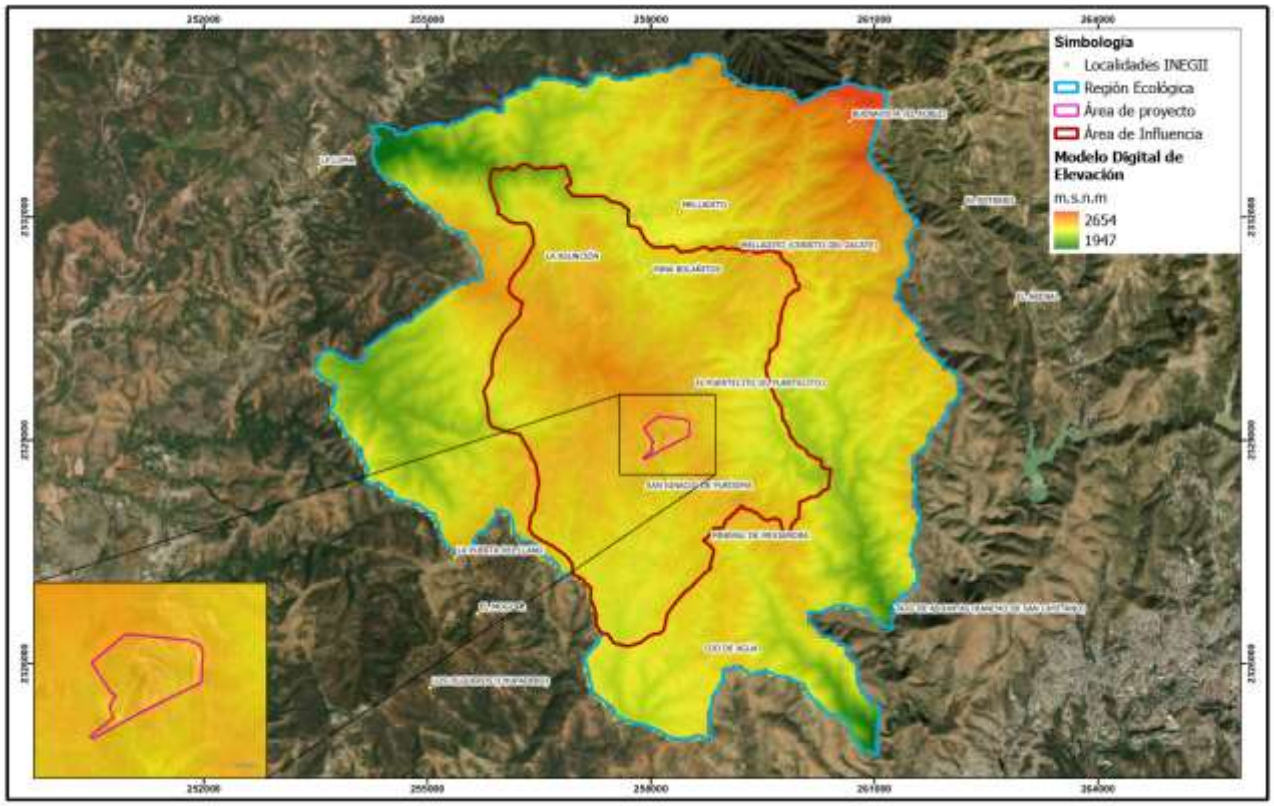


Figura 17. Modelo digital de elevación de la RE, INEGI

El segundo modelo realizado a partir del modelo digital de elevación para la RE se presenta pendientes que van de los 5° a 41° de inclinación, en la mayoría de la RE las pendientes van de los 5° a los 25°, siendo en las zonas noroeste y sureste donde se presentan áreas más inclinadas cuyas pendientes pueden alcanzar los 41° de inclinación (Figura 18).

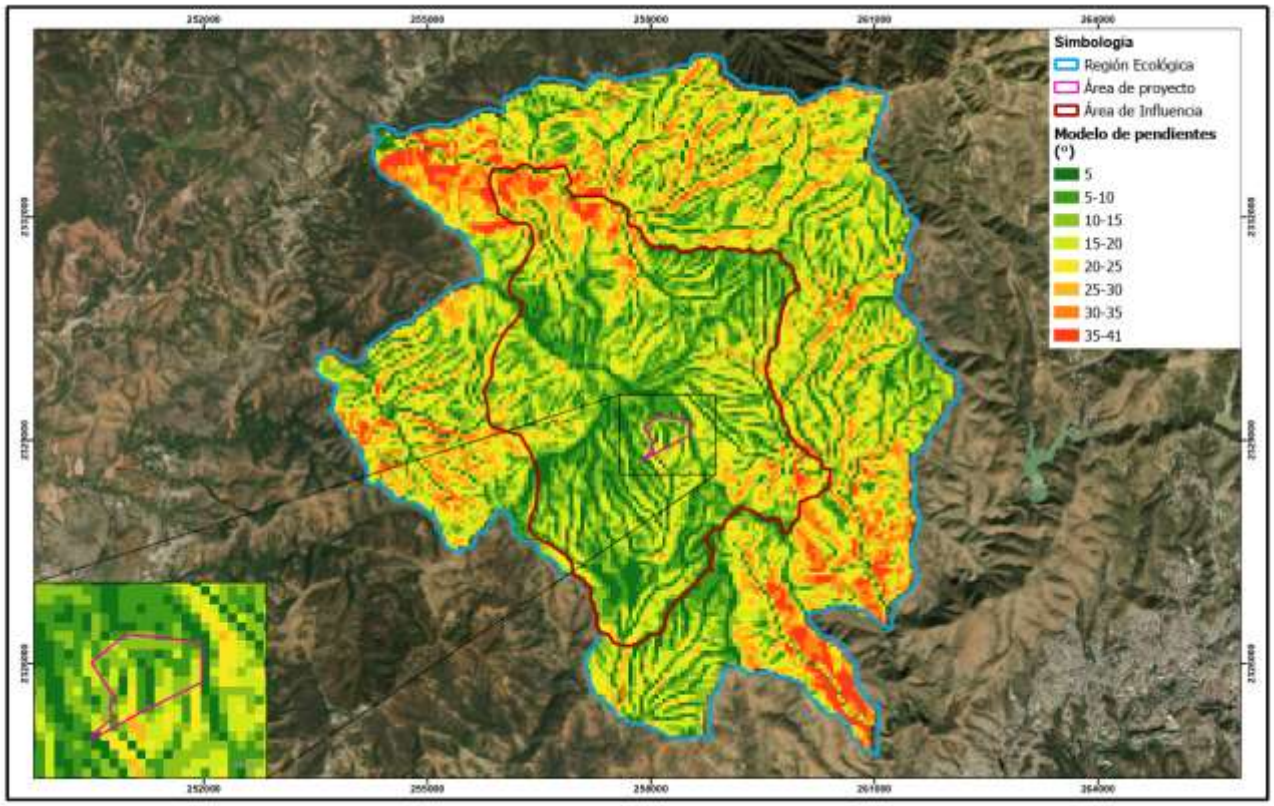


Figura 18. Modelo de pendientes de la RE, INEGI

El rumbo de las pendientes es uno de los factores que determina la cobertura vegetal en determinados sitios. Como se observa en figuras anteriores, las pendientes y elevaciones de mayor importancia dentro de la RE son las que se presentan en la parte noroeste y sureste.

Estos modelos de rumbo de pendientes son de gran utilidad al momento de evaluar distintos tipos de Proyectos, esto se debe a que la pendiente determina el rumbo de las corrientes de agua superficial y son estas en muchas ocasiones la base para determinar rangos de afectación por obras o actividades. También funciona para la selección de los sitios donde se podrán desarrollar obras de conservación de suelos, entre otras.

En la Figura 19 se muestra el modelo de rumbo de pendientes dentro de la RE, en donde se aprecia que el rumbo de las pendientes varía en diferentes direcciones, sin embargo, predominan los rumbos hacia el sur, seguidas por las orientadas al sureste y al oeste.

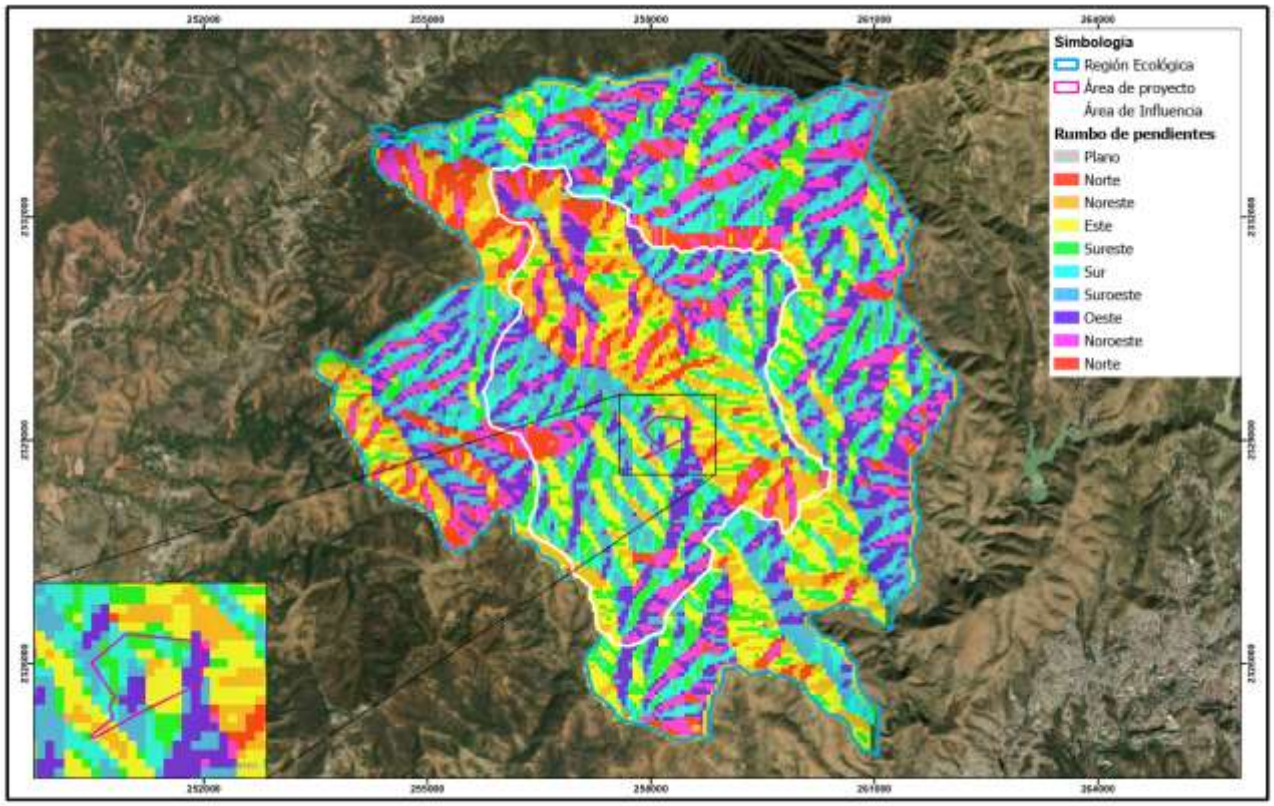


Figura 19. Modelo de rumbo de pendientes de la RE

II.5. Riesgos geológicos

II.5.1. Regionalización sísmica

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

Según la clasificación de la regionalización sísmica de la República Mexicana elaborada por el Servicio Sismológico Nacional (SSN), la RE se encuentra ubicado dentro de la zona B (peligro medio) correspondiente a zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (Figura 20).

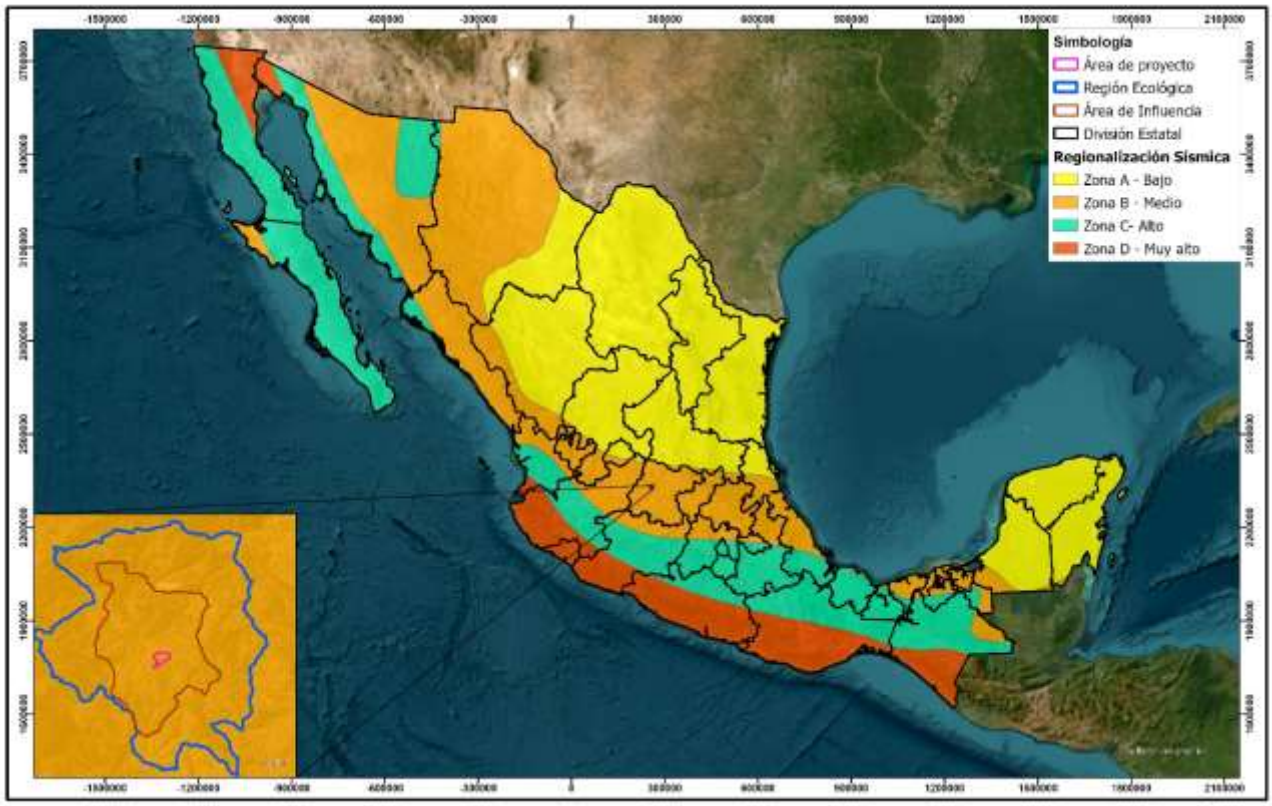


Figura 20. Ubicación de la RE dentro de la regionalización sísmica de la República Mexicana

II.5.2. Fallas y fracturas

No se localizan fallas o fracturas dentro de la RE que puedan afectar al desarrollo del Proyecto de acuerdo con INEGI (Figura 21).

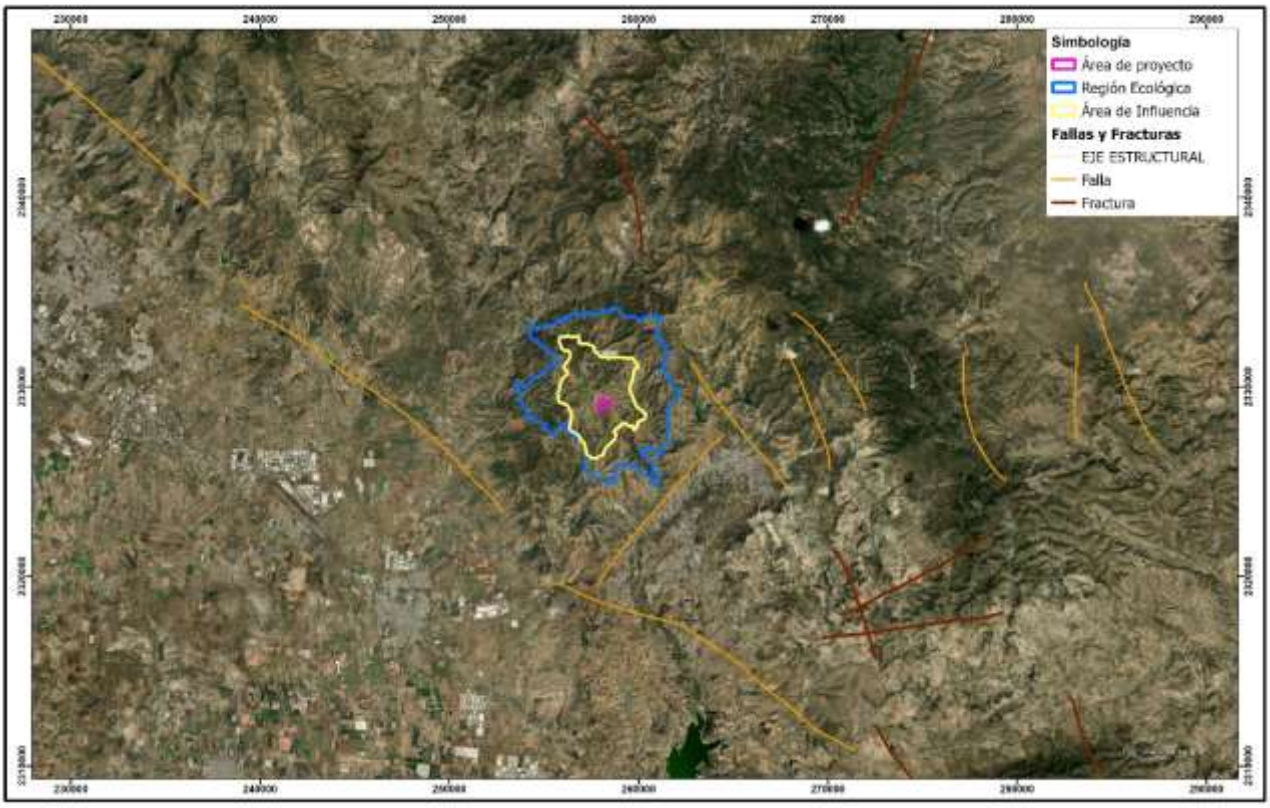


Figura 21. Fallas y fracturas en la RE, INEGI

II.5.3. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos

Ante el alto nivel de peligro que representa para la población la problemática de inestabilidad de laderas naturales en México, el CENAPRED preparó un mapa de zonificación correspondiente, el cual fue utilizado para evaluar la susceptibilidad del área donde se pretende establecer el Proyecto.

En la Figura 22, se puede observar que la Región Ecológica del Proyecto, se encuentran dentro de las zonas susceptibles a hundimientos y deslizamiento delimitadas por CENAPRED.

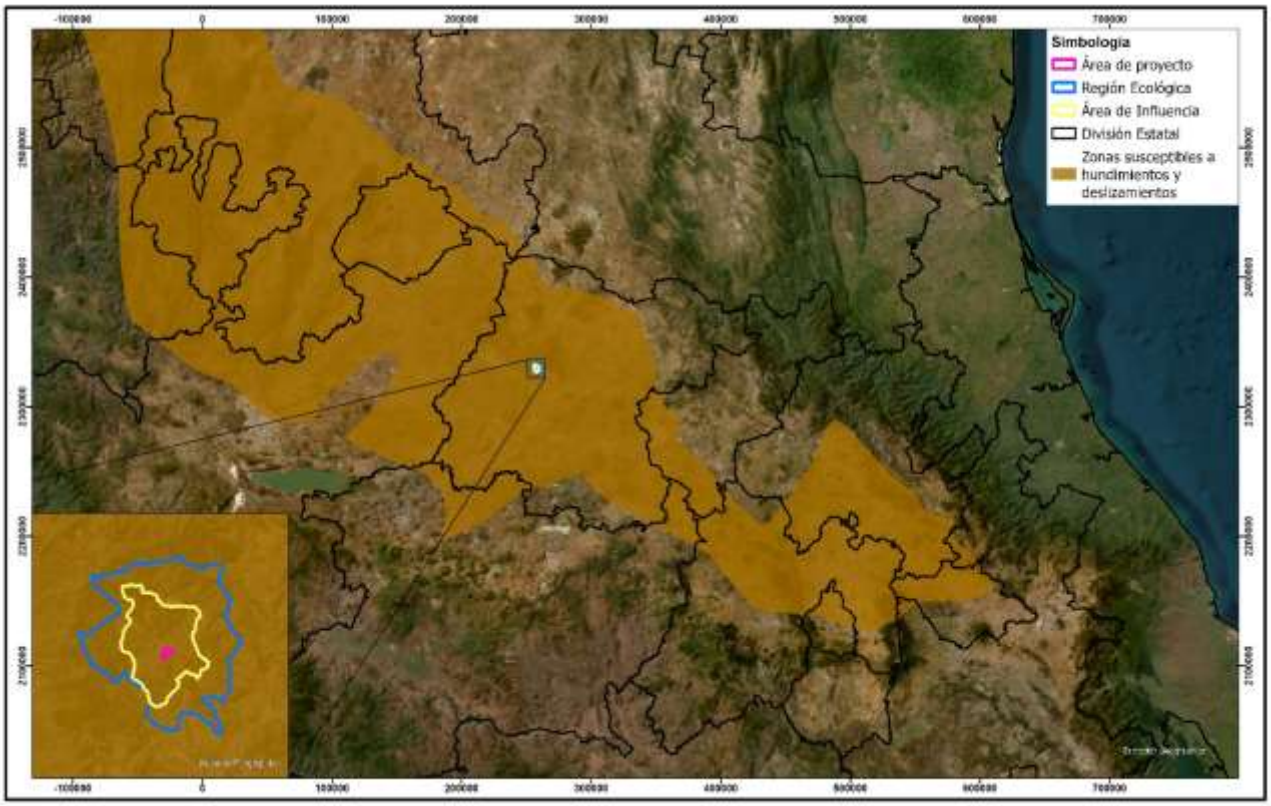


Figura 22. Susceptibilidad a hundimientos y deslizamientos, CENAPRED

III. Suelos

El suelo es un recurso finito, lo que implica que su pérdida y degradación no son reversibles en el curso de una vida humana. Es un componente fundamental para el desarrollo agrícola y la sostenibilidad ecológica, es la base para la producción de alimentos, combustibles, fibras y para muchos servicios ecosistémicos esenciales. Sin embargo, pese a que es un recurso natural muy valioso, a menudo no se le presta la debida atención. La superficie natural de suelos productivos es limitada y se encuentra sometida a una creciente presión debido a la intensificación y el uso competitivo que caracteriza el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización, y para satisfacer la demanda de producción de alimentos, energía y extracción de materias primas de la creciente población (FAO, 2015).

III.1. Tipos de suelos

En la clasificación de INEGI serie III con escala 1:250 000, en la Región Ecológica se presenta tres tipos de suelo siendo estos en su mayoría phaeozem, seguido de plinthosol y luvisol en una pequeña sección al noroeste, como se muestra en la siguiente figura:

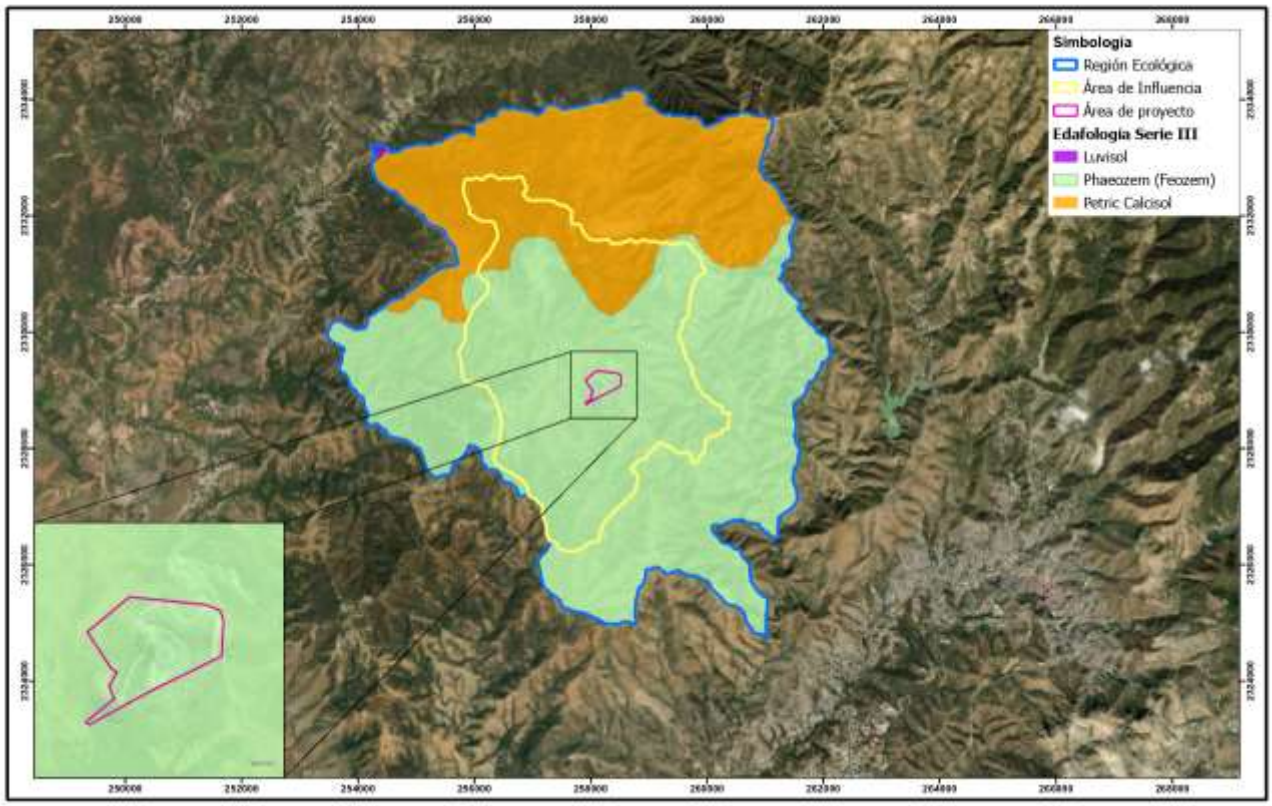


Figura 23. Edafología serie III, INEGI

A continuación, se presenta la descripción del tipo de suelo encontrado en la RE de acuerdo con INEGI.

Plinthosol (PT)

Son suelos con plintita, petroplintita o pisolitos; del griego plinthos, ladrillo. La plintita es una mezcla de arcilla caolinítica (y otros productos de una fuerte meteorización como la gibsita), rica en Fe (en algunos casos también rica en Mn), pobre en humus, con cuarzo y otros constituyentes. La petroplintita es una lámina continua o fracturada de fuertemente cementados a endurecidos nódulos o concreciones o concentraciones en patrones laminares, poligonales o reticulados. Los pisolitos son concreciones o nódulos fuertemente cementados a endurecidos. Su material parental es la plintita es más común en material meteorizado de rocas básicas que en meteorización de rocas ácidas. El desarrollo de su perfil se caracteriza por una fuerte meteorización con la subsecuente segregación de Fe (y Mn) y la formación de plintita en profundidad debida a la fluctuación de las aguas freáticas o al drenaje de agua superficial impedido. El endurecimiento de plintita a pisolitos o petroplintita tiene lugar debido al repetido secado y humedecimiento. La formación de plintita está asociada con áreas de pendiente suave con fluctuación de aguas freáticas o estancamiento de las aguas superficiales. Una opinión ampliamente aceptada es que la plintita está asociada a la selva tropical mientras que los suelos petroplínticos y pisolíticos son más comunes en bosques secos y sabanas.

Phaeozem (PH)

Este grupo integra suelos de praderas relativamente húmedos y regiones de bosque en climas moderadamente continentales, están libres de carbonatos secundarios o los tienen sólo a mayores profundidades. Los Phaeozems tienen un horizonte superficial oscuro, ricos en materia orgánica, del griego phaios, oscuro, y el ruso zemlya, tierra., es menos rico en bases. Presentan material parental eólico (loess), till glaciar y otros no consolidados, predominantemente materiales básicos Presenta un horizonte móllico o, menos común, un horizonte chérnico (más delgado y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico. Se presentan en ambientes cálidos a fríos (por ejemplo, las tierras altas tropicales) en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente para que exista, en la mayoría de los años, algo de percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seque; terreno plano u ondulado; la vegetación natural es de praderas, como la estepa de pastos altos, y/o bosque.

Luvisol (LV)

Son suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y saturación con bases a alguna profundidad; del latín luere, lavar. Su material parental consiste en una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales. El desarrollo del perfil tiene una diferenciación pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad; los Luvisoles muy lixiviados pueden tener un horizonte eluvial álbico entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial árgico, pero no tienen las lenguas albelúvicas de los Albeluvisoles. Los luvisoles se encuentran principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas.

III.2. Degradación del suelo

De acuerdo con información vectorial de degradación de INEGI con escala 1:250 000, el único tipo de degradación presente en el suelo en la superficie de la RE es la erosión hídrica con pérdida del suelo superficial pero su grado y causas son diferentes, la que se presenta en grado moderado es debido a la deforestación y remoción de la vegetación, por otro lado, la que se presenta en grado fuerte es por cuas de actividades agrícolas. Como se puede observar en la Figura 24 la degradación se presenta en los extremos al norte.

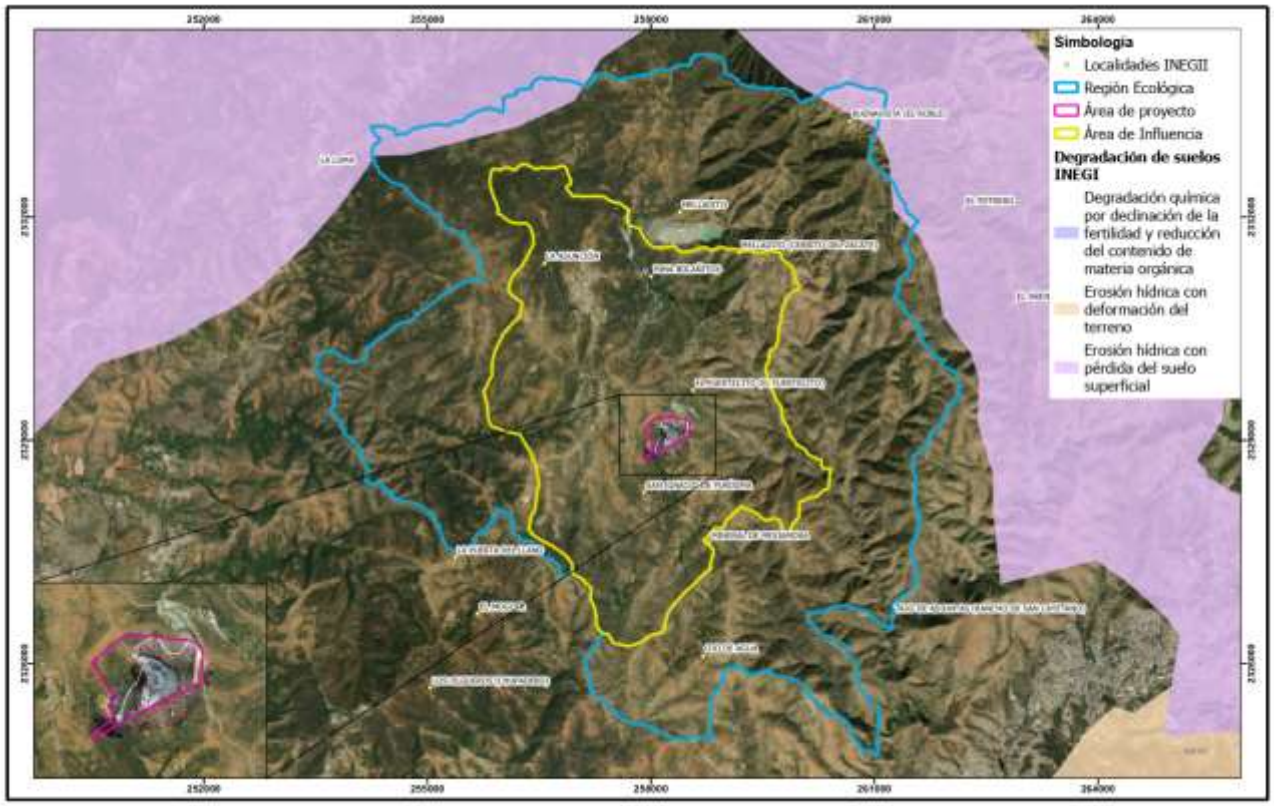


Figura 24. Degradación del suelo

III.3. Tipos de erosión

La palabra erosión proviene del latín *erosio* que significa: el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del hombre. Es necesario conocer las características de la erosión del suelo para localizar y delimitar sus distintas formas y grados, ubicar con precisión las áreas más afectadas por la erosión. La importancia del suelo se debe a que en él se encuentra el soporte de actividades productivas de los sectores de alimentos, por lo tanto, el entender las causas que están provocando o acelerando el proceso de erosión, permitirá implementar las medidas de protección y conservación de este recurso (INEGI, 2014)

Se elaboró la Figura 25 con la información proporcionada por el INEGI en el formato *Shape* de la erosión del suelo escala 1: 250 000 serie I, el código que aparece en la simbología está conformado por el tipo, la forma, el grado de la erosión dominante + el tipo, forma y grado de la erosión secundaria, las claves para interpretar los códigos se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. Claves para la interpretación del código

Clave	Tipo de erosión	Clave	Forma de erosión	Clave	Grado de erosión
H	Hídrica	C	Cárcavas	4	Extremo
				3	Fuerte
				2	Moderado
				1	Leve

Clave	Tipo de erosión	Clave	Forma de erosión	Clave	Grado de erosión
		S	Surcos	4	Extremo
				3	Fuerte
				2	Moderado
				1	Leve
		L	Laminar	4	Extremo
				3	Fuerte
				2	Moderado
				1	Leve
E	Eólica	D	Dunas		
		M	Montículos		
		O	Otra		
A	Antrópica				
SE	Sin erosión evidente				
ZU	Localidades				

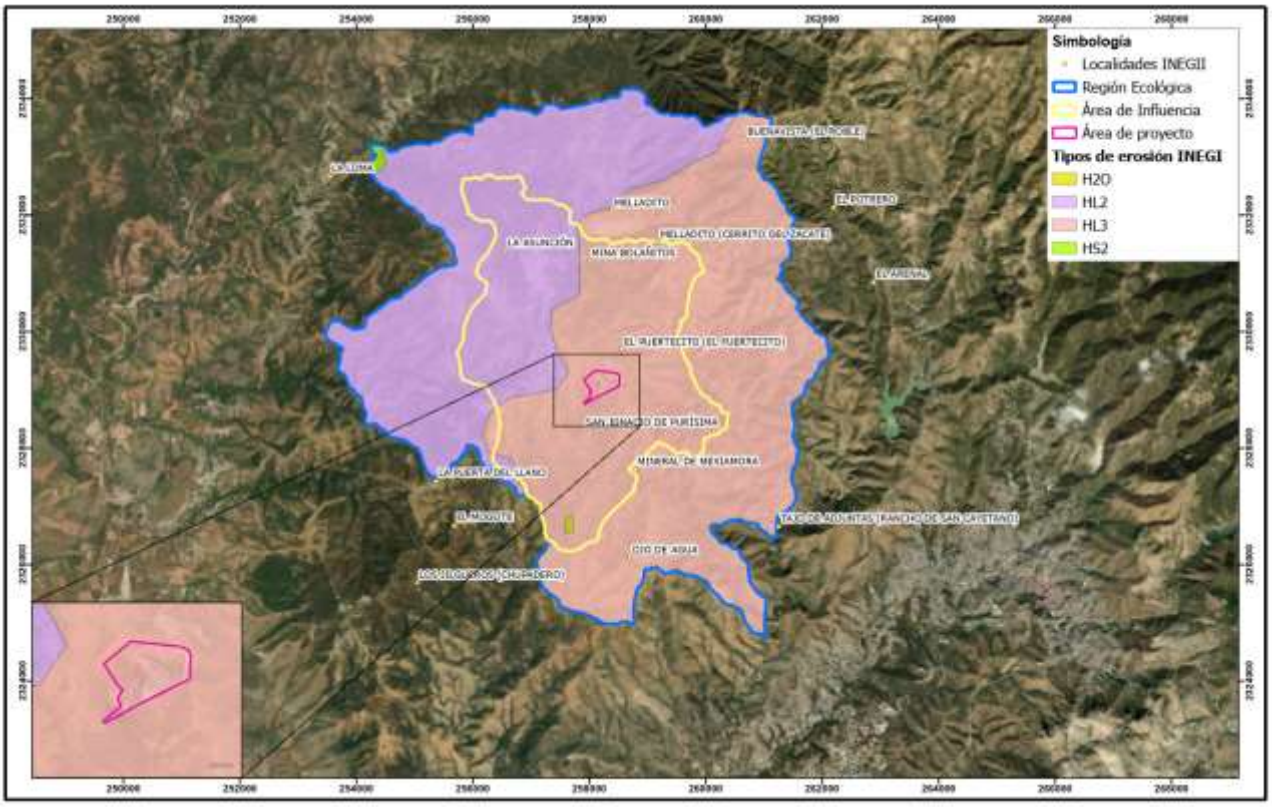


Figura 25. Erosión del suelo, INEGI

En la Tabla 5 se presenta la descripción proporcionada por INEGI de los tipos de erosión presentes en la RE, cabe resaltar que, el polígono que aparece con la simbología H20 se refiere a un cuerpo de agua.

Tabla 5. Descripción de los tipos de erosión presentes, INEGI

Código	Nombre	Descripción
HL2	Hídrica Laminar Grado Moderado	Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.
HL3	Hídrica Laminar Grado Fuerte	Pérdida del suelo en la mayor parte de la superficie, puede presentar evidencias como presencia de remontantes (más de 10 cm de profundidad), montículos (más de 5 cm de profundidad), fragmentos gruesos, afloramientos de roca o cementación, alternados con zonas menos afectadas.
HS2	Hídrica en Surcos Grado Moderado	Cuando el promedio de la profundidad y ancho de los surcos es entre 15 y 30 cm. Su forma es alineada coincidiendo con el patrón de drenaje, eventualmente confluyen en la parte más baja. La distribución aproximada en el área entre un surco y otro es de 30 - 50 m

Adicional a la clasificación dispuesta por el INEGI se elaboraron dos modelos de erosión, eólica e hídrica, a nivel Región Ecológica los cuales se presentan a continuación.

IV. Hidrología

IV.1. Contexto hidrológico

La Región Ecológica (RE) se encuentra ubicada en la Región Hidrológica Administrativa VII (Figura 26), denominada Lerma-Santiago-Pacífico, está ubicada en la zona centro-occidente del país; comprende una extensión territorial de 182,460.14 kilómetros cuadrados, en la que se localizan la totalidad de los estados de Aguascalientes y Colima, y parte de los estados de Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Querétaro y Zacatecas (CONAGUA, 2024).

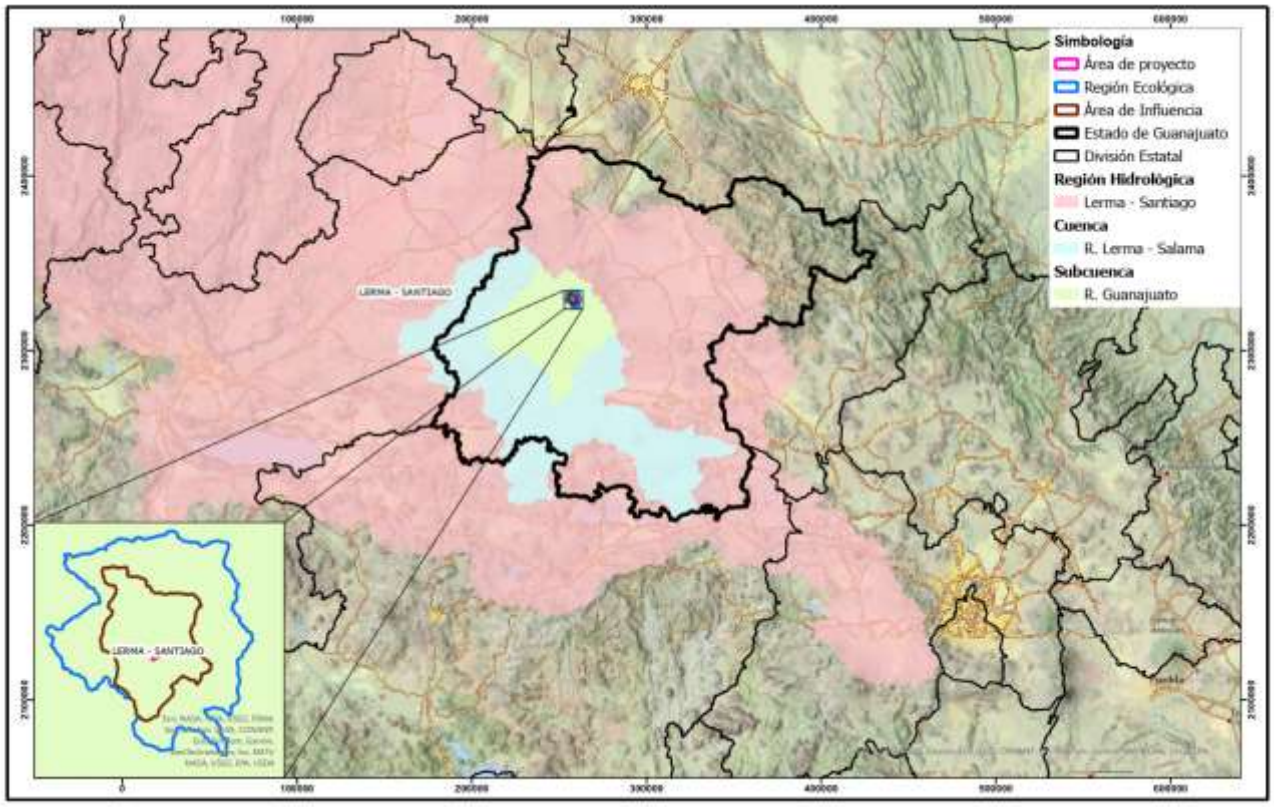


Figura 26. Ubicación de la RE dentro del contexto hidrológico nacional

La cuenca del Río Lerma-Salamanca drena una superficie correspondiente a la zona centro y sur del estado de Guanajuato. Tiene su origen en la Presa Solís en donde recibe las aguas de las subcuencas Presa Solís-Salamanca y forma la conocida bifurcación del Lerma; comprende además los afluentes del centro de la entidad, Salamanca-Río Angulo, arroyo Temazcatío y Río Guanajuato-Silao.

La Subcuenca Río Guanajuato (RH12Bd), se encuentra ubicada en la porción centro occidental del Estado de Guanajuato dentro de los municipios de León, Silao, Romita, Irapuato, Guanajuato y Salamanca, cubriendo una extensión aproximada de 4,061 km². Los límites de la subcuenca son, al Norte y Noreste, la Sierra de Guanajuato, al Noroeste el Valle de León, al poniente

con una serie de lomeríos de origen volcánico, al Sur y Sureste, el Río Lerma, y al Sureste el Valle de Salamanca.

A nivel de microcuenca, de acuerdo con FIRCO, dentro de la RE se encuentran cinco microcuencas como se observa en la Figura 27.

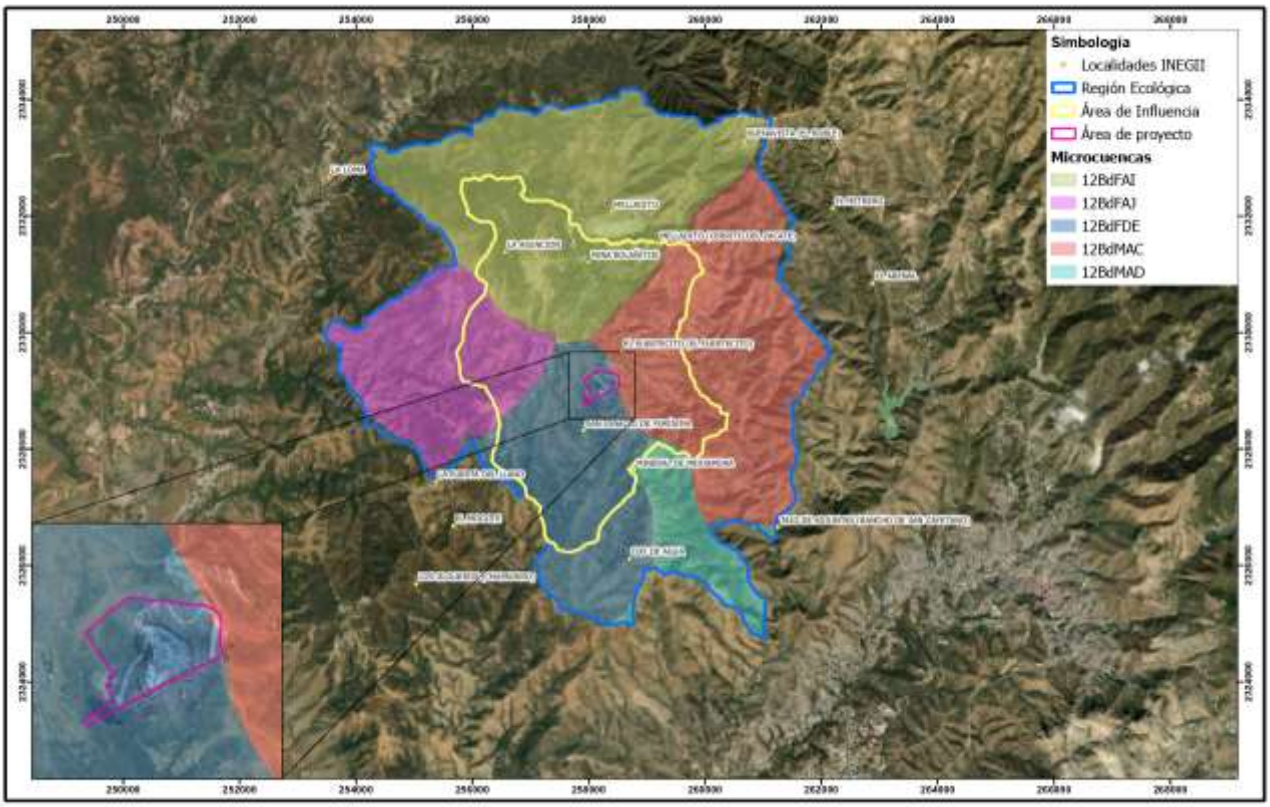


Figura 27. Microcuencas

IV.2. Hidrografía

En la Figura 28 se muestra el modelo de corrientes de INEGI 1:50,000; en el cual se aprecia la red de escorrentías intermitentes que se forman para drenar el agua de lluvia desde las partes altas de la Región Ecológica.

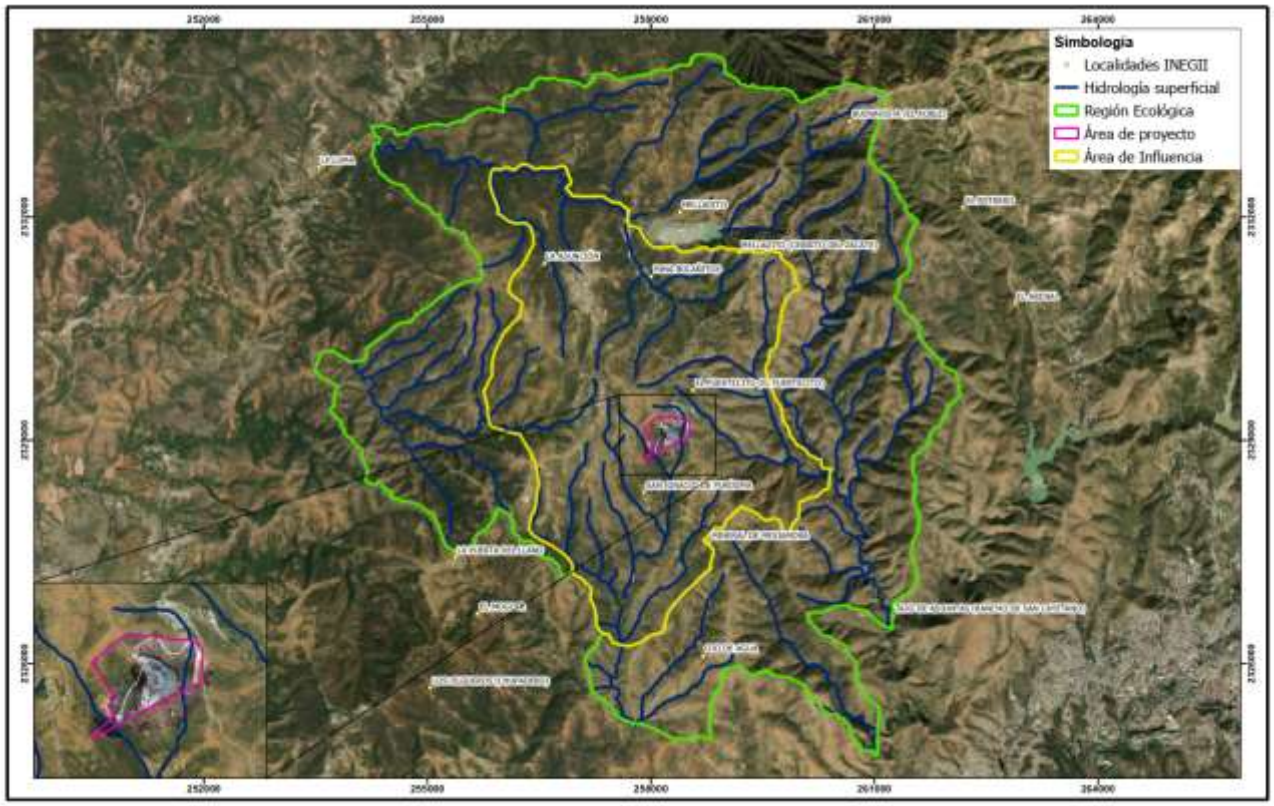


Figura 28. Hidrología superficial

De acuerdo con la clasificación de Horton (1960) y en función de las características físicas y de relieve, se clasificaron las corrientes presentes en la RE del Proyecto según su orden relativo de escurrimiento, en donde se presentan arroyos del 1ro al 5to orden (Figura 29).

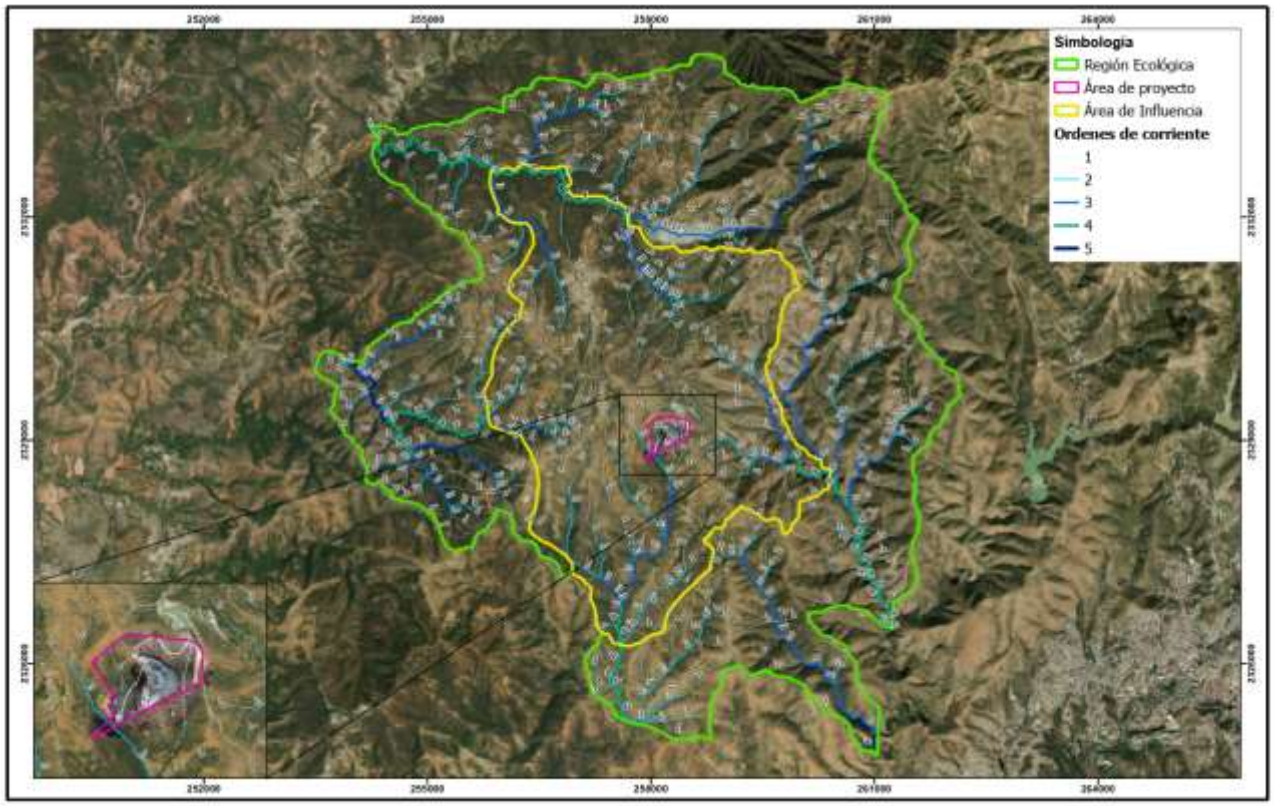


Figura 29. Modelo de órdenes de corrientes

En cuanto a los cuerpos de agua presentes en la RE, se presentan pequeños bordos de agua utilizados como abrevaderos, además de la Presa Corrales ubicada en la parte sur como se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Cuerpos de agua cercanos o dentro de la RE, SIATL

V. Geohidrología

V.1 Contexto geohidrológico

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Región Ecológica se encuentra ubicado dentro del acuífero Silao-Romita (Figura 31), el cual tiene la clave 1110 asignada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

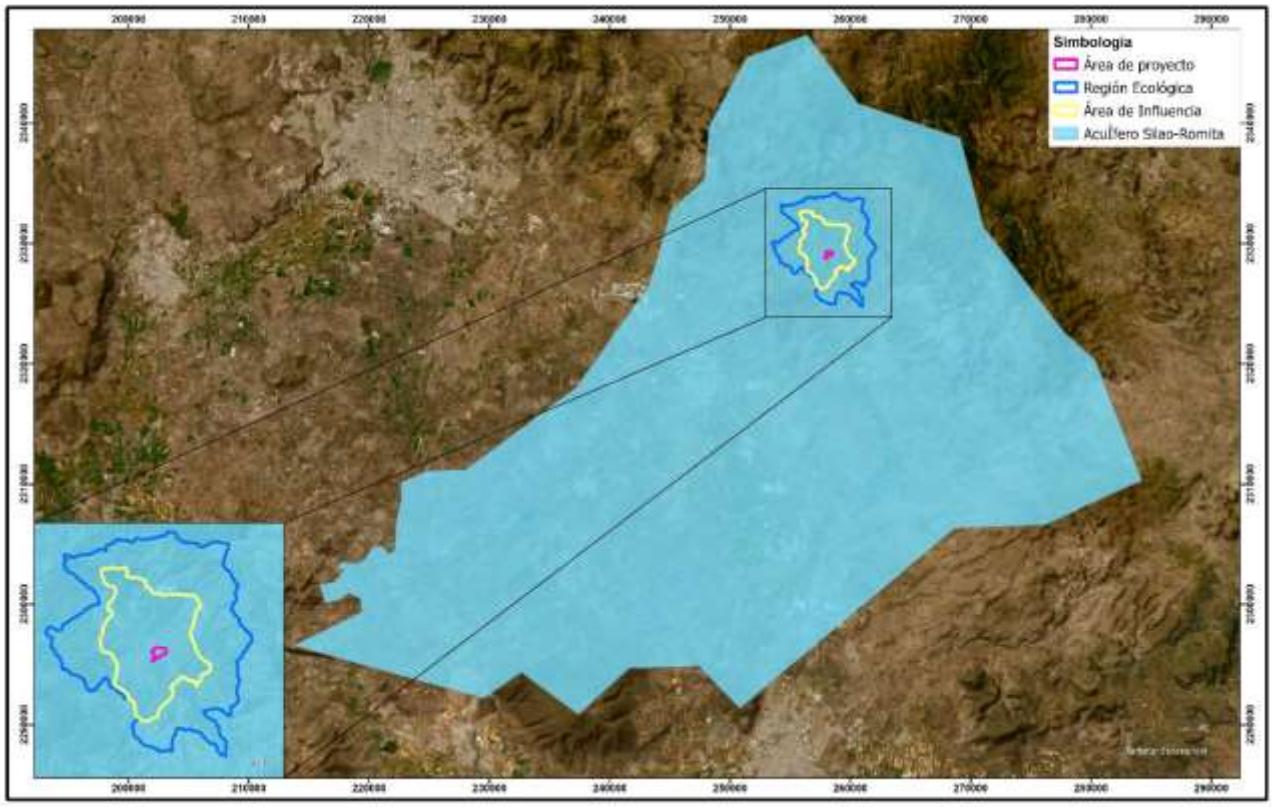


Figura 31. Región Ecológica respecto a los acuíferos

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca "Lerma-Santiago", al consejo de Cuenca Lerma-Chapala, instalado el 28 de enero de 1993, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Guanajuato. Se localiza en el extremo centro-occidental del estado de Guanajuato, entre los paralelos 20°42' y 21°13' de latitud norte y los meridianos 101°04' y 101°45' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 1,881 km², la superficie del acuífero comprende la mayor parte de los municipios de Guanajuato, Silao y Romita, así como porciones menores de León, San Felipe, Manuel Doblado, Irapuato, Abasolo y Dolores Hidalgo. Limita al norte y este con el acuífero Cuenca Alta del Río Laja, al sur con Irapuato-Valle, al suroeste con Pénjamo-Abasolo y La Muralla, al oeste con el acuífero Valle de León, todos ellos pertenecientes al estado de Guanajuato (CONAGUA, 2024).

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten establecer que el sistema acuífero es de tipo libre a semiconfinado. Se encuentra conformado en su porción superior, por un

medio granular constituido por depósitos aluviales y fluviales como areniscas y conglomerados; y en su porción inferior por un medio fracturado alojado en rocas volcánicas fracturadas, principalmente de composición riolítica y en menor proporción basáltica, que afloran en la mayor parte de su superficie. Presenta condiciones locales de semiconfinamiento debido a la existencia de lentes de sedimentos arcillosos lacustres, depósitos tobáceos y calizas arcillosas, los cuales provocan el almacenamiento de agua a diferentes profundidades. El paquete en su conjunto está fuertemente modificado por tectonismo, generando un sistema de fosas y pilares tectónicos.

La profundidad al nivel estático para el 2013 (Figura 32), presentó valores que variaron de 40 a 220 m, que de manera general se incrementan conforme se asciende topográficamente y solo en la zona agrícola ubicada al sur de Silao se modifica esta tendencia por la concentración de la extracción para uso agrícola. Los valores más profundos, de 150 a 220 m, se registran en la porción oriental y sur oriental del acuífero, hacia las estribaciones de las Sierras de Guanajuato y los lomeríos que lo separan del acuífero Irapuato-Valle, respectivamente. Los niveles menos profundos, con valores de 40 a 70 m, se presentan en la región centro, al sur de Silao, y sur del acuífero, entre las localidades Mezquite Gordo y Santa Rosa de Rivas. En la zona agrícola ubicada entre Silao y Romita la profundidad al nivel del agua subterránea varía de 40 a 100 m.

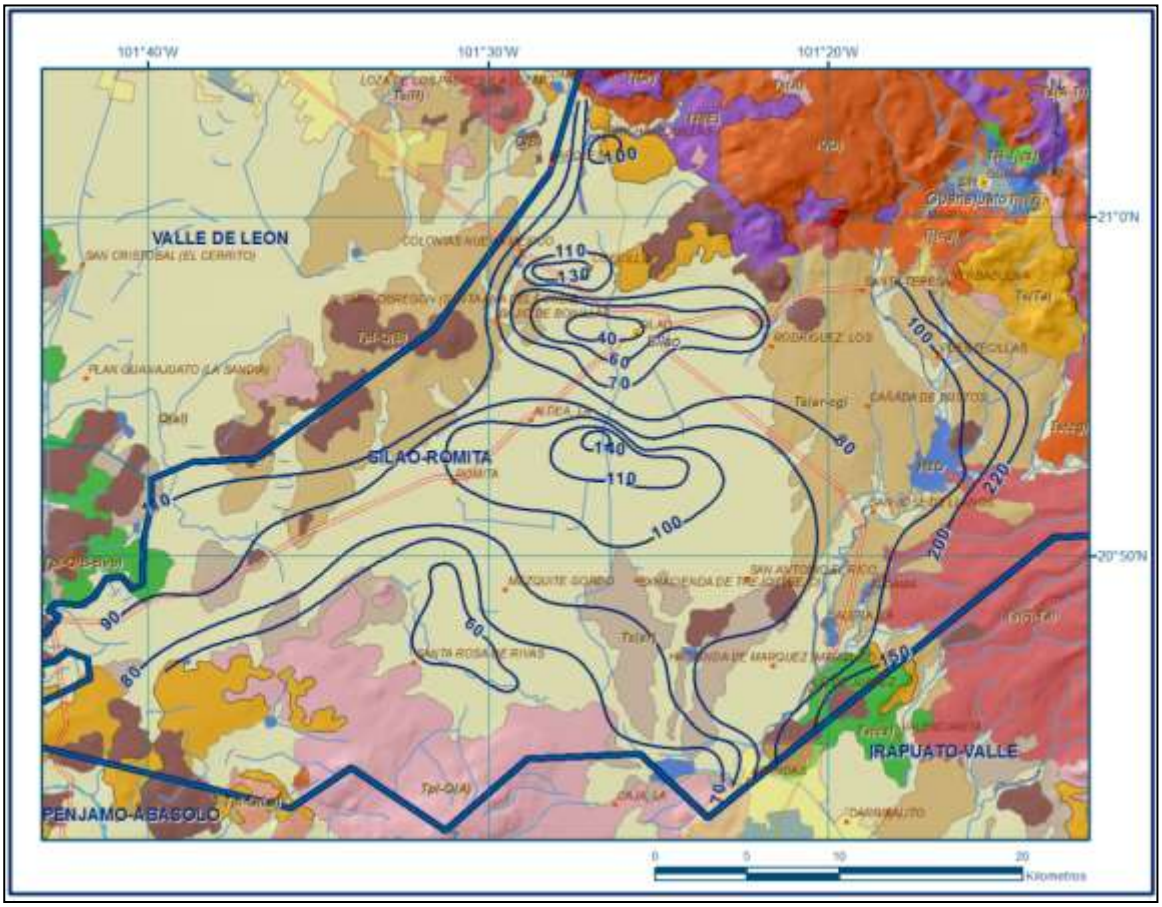


Figura 32. Profundidad al nivel estático del acuífero Silao-Romita en 2013 (CONAGUA, 2024)

En la Tabla 6 se muestra un resumen de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Silao-Romita, según lo divulgado por la CONAGUA en su informe de actualización del año 2024.

Tabla 6. Disponibilidad media anual en el acuífero Silao-Romita (CONAGUA 2024)

CLAVE	ACUÍFERO	R (hm³/anuales)	DNC (hm³/anuales)	VEAS (m³/anuales)	DMA (hm³ anuales)	DÉFICIT
1110	Silao-Romita	280.0	0.0	174.953879	105.046121	105,046,121

Cifras en millones de metros cúbicos anuales R: recarga total media anual; DNC: descarga natura comprometida; VEAS: volumen de extracción; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. La definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la NOM-011-CONAGUA 2000, -Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

El resultado indica que existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones 105,046,121 m³ anuales.

V.2.Unidades geohidrológicas

La permeabilidad se refiere a la capacidad que tienen las rocas y materiales granulares para almacenar y permitir el flujo del agua subterránea a través de ellos, según se indica en el Informe Técnico Carta Aguas Subterráneas Escala 1:1 000 000 Serie II, Hoja México del INEGI (2019). Esta carta también toma en cuenta las diferencias entre los materiales consolidados (rocas sólidas con resistencia y dureza variable, pero que poseen cohesión y tenacidad bien definida) y no consolidados (gravas, arenas, limos, arcillas, bloques, que, aunque puedan presentar compactación y cierto grado de coherencia, son deleznables), junto con las 5 categorías o rangos de permeabilidad.

Es importante tener en cuenta que la permeabilidad no es el único aspecto por considerar para determinar si una unidad litológica contiene agua; debe tomarse en consideración otros factores como la precipitación, posición topográfica, evapotranspiración y la capacidad de infiltración de la cubierta del suelo, entre otros (INEGI, 2019).

En la RE se encuentra en su totalidad material consolidado con posibilidades bajas (Figura 33)., el cual se describe a continuación.

- Material consolidado con posibilidades bajas: A esta unidad la presentan sedimentarias, que por sus características primarias de formación y permeabilidad secundaria quedan limitadas de contener agua. Este material se localiza en la parte superior de las sierras.

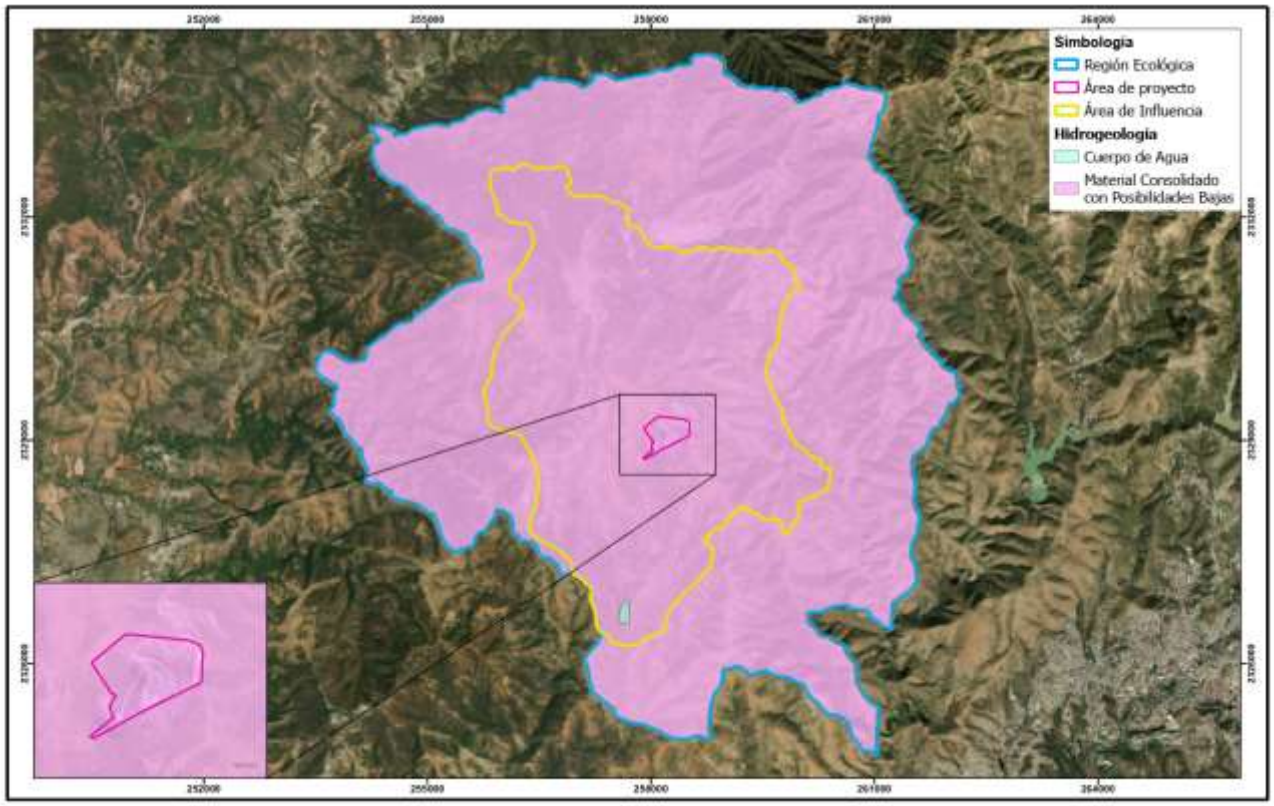


Figura 33. Hidrogeología dentro de la RE, INEGI

En consideración a la información recopilada por el geoportal de CONABIO, la permeabilidad en la superficie de la RE, así como en la totalidad del Proyecto, es considerada baja a media (localizada), como se muestra en la Figura 34.

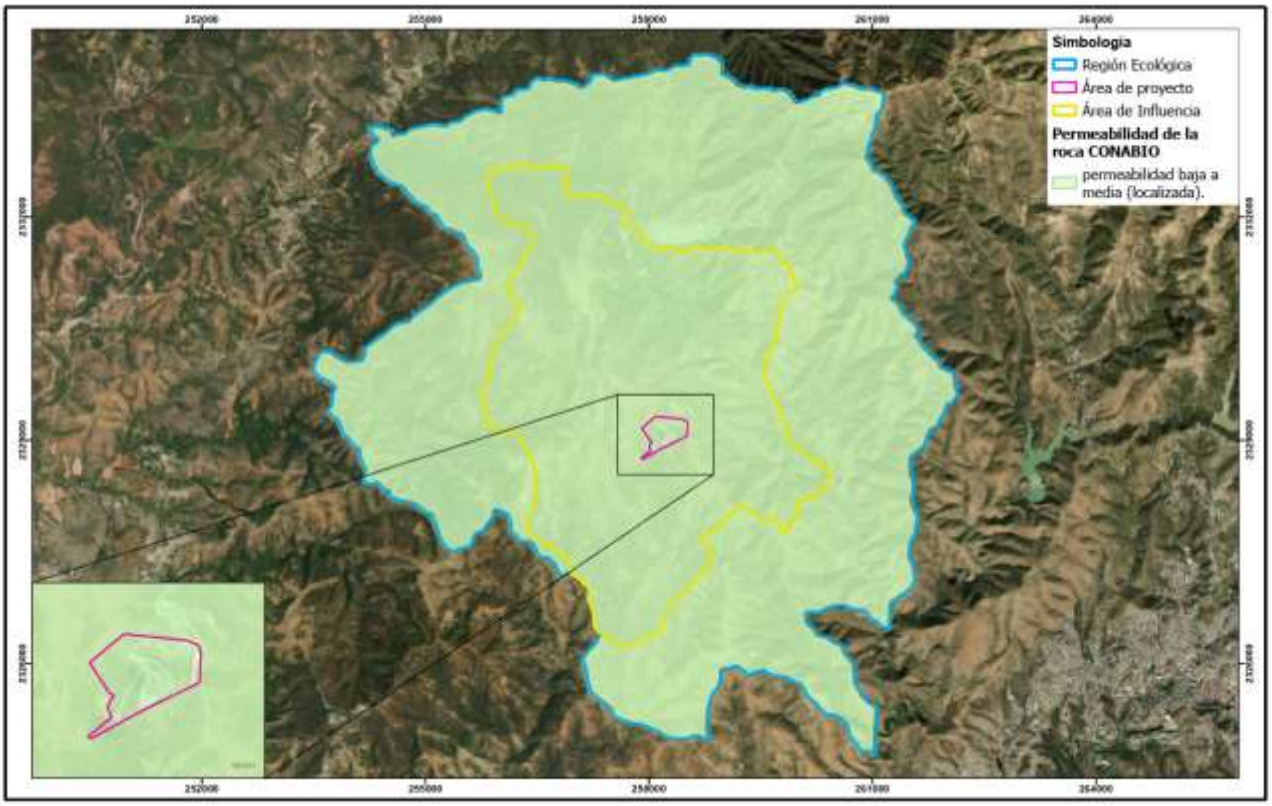


Figura 34. Permeabilidad de la roca en la RE, CONABIO

VI. Paisaje

El paisaje es considerado como un objeto territorial (Pérez-Chacón, 1999), este enfoque planteado por la autora presenta al paisaje como un objeto concreto, porción del territorio real caracterizado por un sentido unitario, proveniente de la interacción de los elementos que lo integran, y que, como estructura compleja, se ve afectada por el componente evolutivo dinámico. El paisaje representa un concepto que integra variables naturales y antrópicas y, sobre todo, su dimensión espacial. En este sentido, la evaluación del paisaje se vuelve compleja, pero a su vez importante para determinar las condiciones del medio a describir.

La descripción del paisaje contempla la interpretación del entorno, mediante el proceso de percepción, el cual funciona por medio de la selección de información y reconocimiento visual de las zonas de interés. La percepción del ambiente no solo interesa por ser el origen de los fenómenos culturales o en la interpretación del entorno, sino que, además es necesaria para comprender y gestionar mejor los recursos naturales y el patrimonio que éstos representan.

El proceso de percepción funciona mediante la selección de información, reconocimiento e interpretación visual de un área en específico. A pesar de las diferencias de percepción individuales, hay patrones comunes a identificar y valorar en los paisajes, esto ayuda a clasificar y ubicar cartográficamente las unidades de paisaje. Esto se hace por medio de la evaluación cualitativa y cuantitativa de los componentes naturales, antrópicos y las interrelaciones entre ellos.

La percepción que se puede tener en gran escala sobre el entorno inmediato es la absorción de los paisajes naturales por paisajes humanizados. Al estar estas áreas dominadas por actividades y modificaciones antrópicas como: agricultura, ganadería, industria y/o poblaciones; genera en gran medida la disminución de la continuidad y calidad de los paisajes naturales.

VI.1. Metodología de evaluación

Para la evaluación del paisaje se deben de integrar 4 componentes principales, la determinación de las Unidades de Paisaje (UP) que componen el área de estudio, la calidad visual que éstas representan, la fragilidad visual a la que están expuestas y la visibilidad que el medio representa para el espectador.

Unidades de paisaje

De acuerdo con (Pérez-Chacón, 1999), las unidades de paisaje son una herramienta conceptual y metodológica de doble genealogía, una que deriva del concepto del paisaje como sistema territorial complejo (carácter científico) y otra que responde a la necesidad operativa de la planificación territorial; esta doble genealogía percibe la delimitación de las unidades como una calificación y clasificación en su estructura y funcionamiento dentro su dimensión espacial cuyas razones operativas son de intervención. En definitiva, las unidades de paisaje pueden ser planteadas como la proyección del ecosistema en el espacio, cuya definición, caracterización y delimitación proviene de un análisis sistémico que involucra el análisis de los elementos, la determinación de la estructura y la caracterización de la dinámica, (Pérez-Chacón, 1999).

Por tanto, la determinación de las unidades de paisaje debe de comprender una metodología que deje fuera la subjetividad del espectador y que se centre en la zonificación e interrelación de la fisionomía del paisaje, esta metodología debe de evaluar el aspecto natural y antrópico que delimite las características de las unidades de paisaje de un área determinada.

Para la delimitación de las unidades de paisaje (UP) dentro del área de estudio se utilizó la información recopilada durante los recorridos realizados, esto permitió generar una amplia percepción del medio ambiente del sitio. Posteriormente, en gabinete se procedió a segregar el paisaje general con base en lo descrito por (Muñoz, Pedreros, 2004) el cual recupera la metodología descrita por (Escribano & al., 1991) la cual es una guía metodológica elaborada por el gobierno español para el análisis del medio paisajístico. De este modo, se definieron y delimitaron las UP como una serie de "espacios" cerrados con características propias. En su interior se podrán separar subespacios con base en topografía, vegetación y medio construido. Estos espacios pueden cubrir o no la totalidad del territorio bajo estudio, pero serán representativos y, por lo tanto, extrapolables. Las UP pueden ser regulares, irregulares o mixtas.

Las unidades de paisaje se establecen con base en los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar una UP se puede seguir el siguiente procedimiento (Muñoz, Pedreros, 2004): (a) determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo, puede tomarse la vegetación o el relieve; (b) cartografiar el área de estudio y generar unidades homogéneas con base al elemento central escogido; (c) agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas. Es así como se obtuvo un plano cartográfico con las unidades de paisaje, las cuales mantienen las mismas características de relieve, formaciones rocosas, presencia de agua, patrones de vegetación, asentamientos humanos, actividades agropecuarias, etc.

Al haber realizado la delimitación espacial de las unidades del paisaje en la RE se procedió a la valoración de las características de los factores físicos y biológicos asignándoles un valor intrínseco, lo cual fue valorado mediante los métodos propuestos por USDA Forest Service (1974), Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980) y Escribano et al. 1987. Esto permitió la valoración de los componentes que integran a las unidades del paisaje, para así conocer su estado de calidad y fragilidad visual.

Calidad visual del paisaje

Se entiende por calidad visual del paisaje al grado de excelencia que posee el sitio, el valor que adquieren sus características para no ser alterado o destruido, es decir, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (Blanco, 1979).

Se determinó la calidad visual de las unidades de paisaje según la adaptación de lo propuesto por Bureau of Land Management (1980, citado por Díaz, 2010:59) de Estados Unidos. La calidad paisajista se determina al considerar tres elementos de percepción, los cuales son: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua y calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; otros valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico; es decir, el fondo visual de las Áreas de Estudio.

Incluye parámetros como geomorfología, intervisibilidad, altitud y formaciones vegetales. Esta metodología considera el análisis de las unidades de paisaje de acuerdo con una valoración de las características de sus componentes biofísicos, estéticos y antrópicos, en la Tabla 7 se presentan los elementos a ser valorados:

Tabla 7. Elementos para determinar la calidad visual del paisaje (Aguilera et al., 2016)

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	**Media**	**Baja**
Morfología o Topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas y muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendiente entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 a 15%. Dominancia del plano horizontal de visualización. Ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
Valores:	**5**	**3**	**1**
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación y reproducción alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádicamente dentro de la unidad sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencia de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Valores:	**5**	**3**	**1**
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión con vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Valores:	**5**	**3**	**1**
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Valores:	**5**	**3**	**1**
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada en menor grado por obras que no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Valores:	**2**	**1**	**0**
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones	El paisaje circundante incrementa moderadamente la	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.

Elemento valorado	Calidad visual paisajística		
	Alta	**Media**	**Baja**
	visuales de alta significancia visual.	calidad estética del área evaluada.	
Valores:	**5**	**3**	**1**
Variabilidad Cromática	Combinaciones de color intensas y variadas. Contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación en color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Valores:	**5**	**3**	**1**
Singularidad o Rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.
Valores:	**6**	**2**	**0**

A continuación, se presentan las clasificaciones de la calidad del paisaje según el puntaje obtenido con respecto al resultado de la valoración generalista de los componentes del paisaje (Tabla 8).

Tabla 8. Criterios de evaluación de calidad visual del paisaje

Valoración	Calidad Visual
Alta	Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes. (28 a 38 puntos)
Media	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiad y no son excepcionales. (17 a 27 puntos)
Baja	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura. (6 a 16 puntos)

Fragilidad visual del paisaje

La fragilidad visual puede definirse como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas acciones. Un concepto similar es la vulnerabilidad visual que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Según lo señalado a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde una menor capacidad de absorción visual (Solari & Gazorla, 2009).

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en Escribano et al. (1991) y MOPT (1993), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto, se considera el suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor

tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico- culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por último, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida. De este modo la valoración se hará según la fórmula:

$$VFVP = \sum f/n$$

Donde *VFVP* es el valor de la fragilidad visual del punto, *f* es el valor obtenido para cada factor biofísico y *n* es el número de factores considerados, es decir, se calcula el promedio caro cada unidad de paisaje. Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 y 3. A algunos paisajes, como cuerpos de agua, no se les podrá aplicar cada factor, para estos casos se adaptará la fórmula conforme el número de factores que se utilicen. En la Tabla 9 se presentan los factores analizados y valorados:

Tabla 9. Factores para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje (Muñoz, Pedreros, 2004)

Factor	Característica	Valores de fragilidad	
		Nominal	Numérico
(D) Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
(E) Diversidad de estratos de la vegetación	>3 estratos vegetacionales	Bajo	1
	<3 estratos vegetacionales	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
(A)Altura de la vegetación	>3 m de altura promedio	Bajo	1
	>1 m <3 m de altura promedio	Medio	2
	<1 m de altura promedio	Alto	3
(ES) Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
(CV) Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2
	Manchas monocromáticas	Alto	3
(CS) Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alta	Alto	3
(P) Pendiente	0-25 %	Bajo	1
	25-55 %	Medio	2
	>55%	Alto	3
(O) Orientación del paisaje	Exposición sur/este	Bajo	1
	Exposición sureste/noroeste	Medio	2
	Exposición norte/oeste	Alto	3
(H) Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

Cuenca visual

La cuenca visual es el elemento clave para el estudio de las condiciones visuales de un territorio tanto a efectos de su clasificación por calidad o fragilidad, como para estudios de impactos en la cuenca visual. La cuenca visual es el área perceptible desde una porción determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetos de estudio.

La cuenca visual que tendrá el Proyecto con relación en la superficie de la RE se modeló con la herramienta *Viewshed (Cuenca visual)* del Software ArcGis de Esri. Esta herramienta crea un ráster (Modelo de visibilidad) y registra la cantidad de veces que un área puede verse desde las ubicaciones de las entidades del observador de puntos o polilíneas de entrada.

Para la determinación de la cuenca visual se consideran las siguientes entradas:

- Un ráster de elevación de superficie (Modelo Digital de Elevación).
- Una clase de entidad de línea o punto que represente la ubicación del individuo (Obra o Proyecto).

VI.2. Unidades del Paisaje

Las Unidades de Paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debería de ser lo más homogénea posible en relación con su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al. 1991).

Con base en los criterios anteriores, se determinaron las siguientes unidades de paisaje localizadas dentro de la delimitación de la RE:

- Unidad de Paisaje 1: Zonas con actividad minera
- Unidad de Paisaje 2: Zonas con actividad antrópica
- Unidad de Paisaje 3: Zonas con agricultura
- Unidad de Paisaje 4: Zonas con pendientes bajas y vegetación dispersa
- Unidad de Paisaje 5: Zonas con pendientes medias y vegetación abierta
- Unidad de Paisaje 6: Zonas con pendientes altas y vegetación abierta
- Unidad de Paisaje 7: Zonas con pendientes altas y vegetación cerrada

En la Figura 35 se observa la delimitación de las unidades, específicamente en el proyecto se encuentran las unidades 1 y 4.

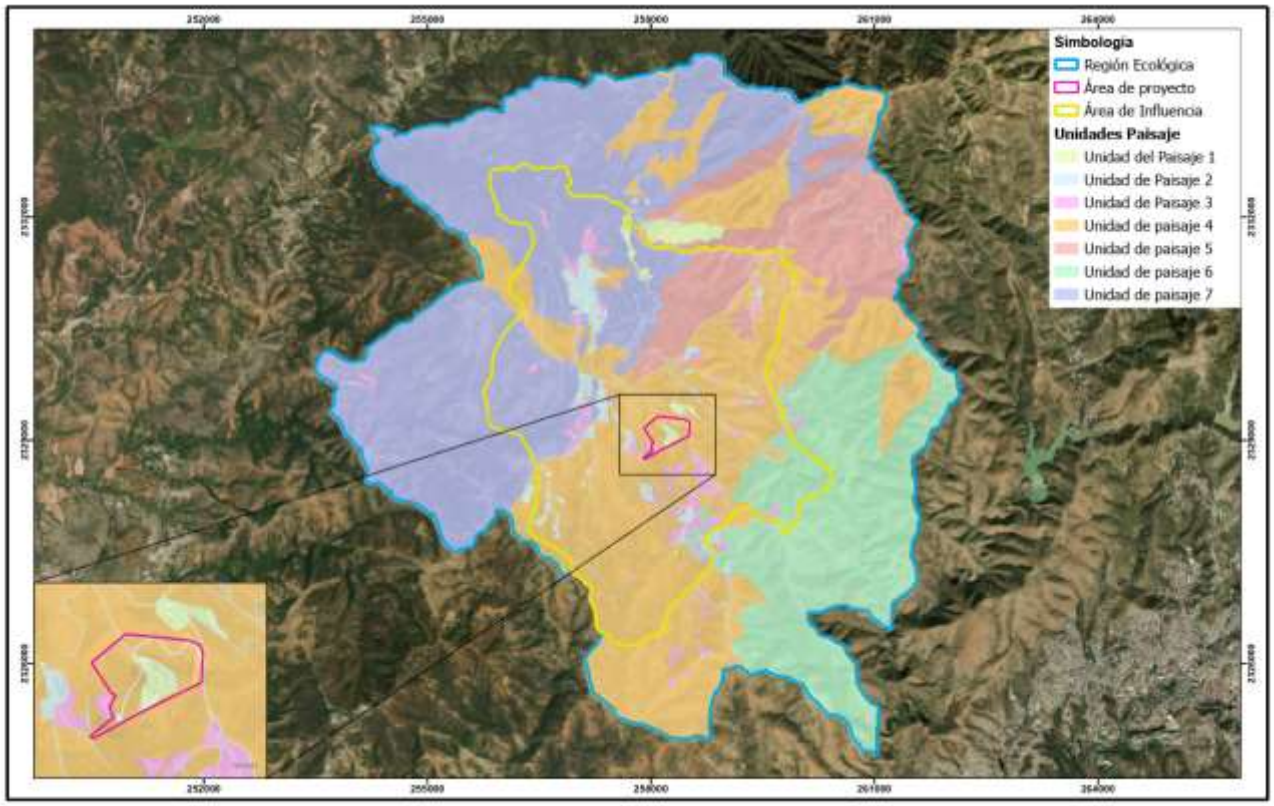


Figura 35. Unidades de paisaje en la RE

VI.3. Calidad Visual

A continuación, en la siguiente tabla se presenta la valoración realizada para la calidad visual del paisaje para cada unidad.

Tabla 10. Valoración de la calidad visual de las unidades de paisaje

Elemento valorado	Calidad visual paisajística			Unidades de Paisaje						
	Alta	**Media**	**Baja**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Morfología o topografía	Paisaje montañoso (pendiente superior a 30%)	Accidentado (pendiente entre 15 y 30%)	Ondulado (5-15%) / Llano (0-5%)	3	3	3	2	3	5	5
Valores:	**5**	**3**	**2-1**							
Vegetación	Masas boscosas y gran variedad de tipos	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1	1	1	3	5	5	5
Valores:	**5**	**3**	**1**							
Agua	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápido y cascado) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, no dominante en su paisaje	Ausente o inapreciable	0	0	0	3	3	0	0
Valores:	**5**	**3**	**0**							
Color	Combinaciones de colores intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes en el suelo, roca y vegetación, sin ser elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados	1	1	1	3	5	5	5
Valores:	**5**	**3**	**1**							
Fondo Escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0	0	0	3	3	5	5
Valores:	**5**	**3**	**0**							
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, pero similar a otros de la región.	Bastante común en la región	1	1	1	1	2	2	2
Valores:	**6**	**2**	**1**							
Actuaciones humanas	Con modificaciones que favorecen la calidad visual	Calidad escénica afectada por modificaciones que no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica	0	0	0	0	0	0	0
Valores:	**2**	**0**	**0**							
			Total	6	6	6	15	21	22	22
			Calidad	Baja	Baja	Baja	Moderada	Muy alta	Muy alta	Muy alta

De acuerdo con la valoración presentada anteriormente las unidades 1, 2 y 3 presentan una calidad visual baja, el principal elemento analizado que reduce o anula la calidad visual del paisaje es la alta modificación antrópica del medio (caminos y actividad minera), estas unidades comprenden el 7% de la superficie total de la Región Ecológica.

La Unidad de Paisaje 4 fue clasificada con calidad visual moderada, en ella se encuentran zonas con cobertura vegetal media con baja estratificación, pendientes menores a 15% y baja modificación del paisaje por influencia de actividades antrópicas. El área representada por esta unidad con respecto al área de la RE es del 32%.

Por último, las Unidades de Paisaje 5, 6 y 7 fueron clasificadas con calidad visual muy alta debido a su cobertura vegetal y pendientes >30%, esto da lugar a una gran combinación e interacción entre el relieve, las masas vegetales con alta dominancia visual, ausencia de actividades antrópicas y combinaciones de color en intensidad y variación. Estas Unidades de Paisaje representan el 61% de la Región Ecológica

En la Figura 36 y Figura 37 se muestra el resultado del análisis de la calidad visual del paisaje de la RE.

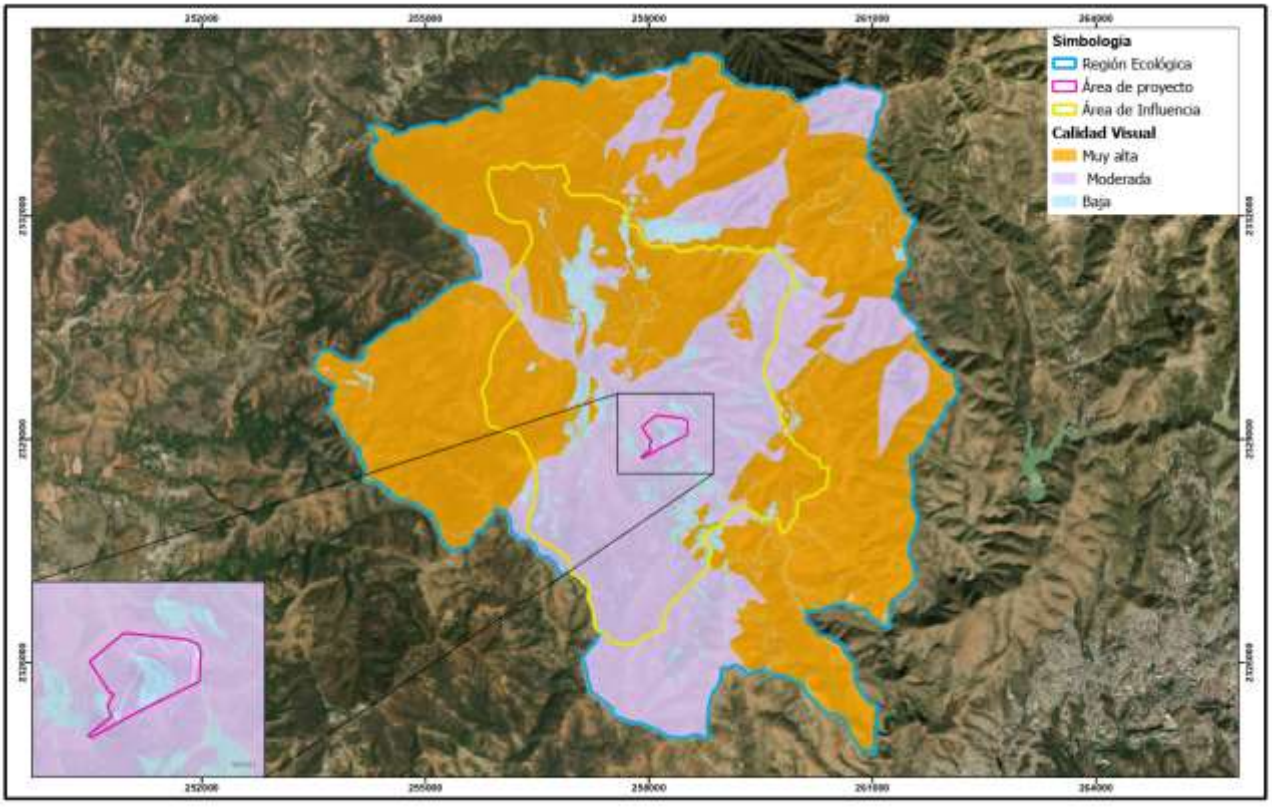


Figura 36. Calidad visual del paisaje

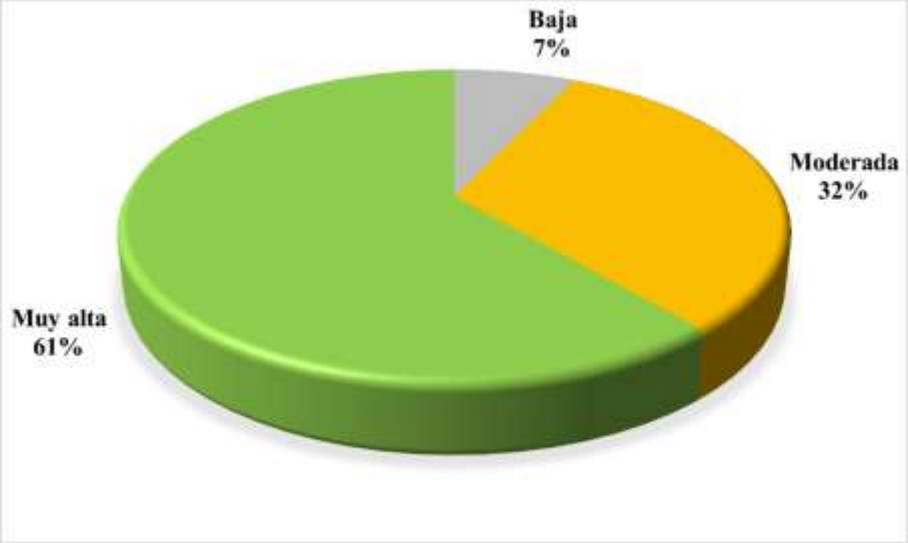


Figura 37. Calidad visual del paisaje en la superficie de la RE

VI.4. Fragilidad Visual

En la siguiente tabla se presenta la valoración de fragilidad realizada para cada una de las Unidades de Paisaje.

Tabla 11. Valoración de la fragilidad visual de las unidades de paisaje

Factor	Característica	Valor	Unidades de Paisaje						
			1	2	3	4	5	6	7
(D) Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	1	3	3	3	3	1	2	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	2							
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	3							
(E) Diversidad de estratos de la vegetación	>3 estratos vegetacionales	1	3	3	3	2	1	1	1
	<3 estratos vegetacionales	2							
	1 estrato vegetacional dominante	3							
(A) Altura de la vegetación	>3 m de altura promedio	1	3	3	3	2	1	1	1
	>1 m <3 m de altura promedio	2							
	<1 m de altura promedio	3							
(ES) Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	1	2	2	3	2	1	1	1
	Vegetación mixta	2							
	Vegetación dominante caducifolia	3							
(CV) Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	1	3	1	2	1	1	1	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	2							
	Manchas monocromáticas	3							
(CS) Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	1	3	2	2	1	3	3	3
	Contraste visual medio	2							
	Contraste visual alta	3							
(P) Pendiente	0-25 %	1	2	2	3	1	3	3	3
	25-55 %	2							

Factor	Característica	Valor	Unidades de Paisaje						
			1	2	3	4	5	6	7
	>55%	3							
(O) Orientación del paisaje	Exposición sur/este	1	3	2	2	1	3	1	3
	Exposición sureste/noroeste	2							
	Exposición norte/oeste	3							
(H) valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	1	1	1	1	1	1	1	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	2							
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	3							
		Total	2.6	2.1	2.4	1.6	1.7	1.6	1.7
		Fragilidad	Alta	Media	Media	Media	Media	Media	Media

De acuerdo con la valoración de fragilidad visual hecha para cada Unidad de Paisaje delimitada para la Región Ecológica, la Unidad de Paisaje 1 cuenta con una fragilidad visual baja, ya que, esta unidad ha sido totalmente sometida al cambio con la intervención de actividades antrópicas como la minería. Esta unidad representa únicamente el 1% del área total.

La superficie representada con fragilidad visual media está formada por las Unidades de paisaje 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Estas unidades son diferentes entre sí, en cuanto a la cobertura vegetal, pendientes, contrastes cromáticos, orientación del paisaje, etc., sin embargo, en su conjunto las áreas son clasificadas con una fragilidad media lo que significa que las unidades tienen cierta capacidad de resistir y recuperarse de impactos sin que sean irreversibles.

En la Figura 38 y Figura 39 se muestra el resultado del análisis de la fragilidad visual del paisaje dentro de la RE. De igual forma, en el Tabla 11 se presenta el archivo con la valoración realizada para la fragilidad visual del paisaje para cada unidad.

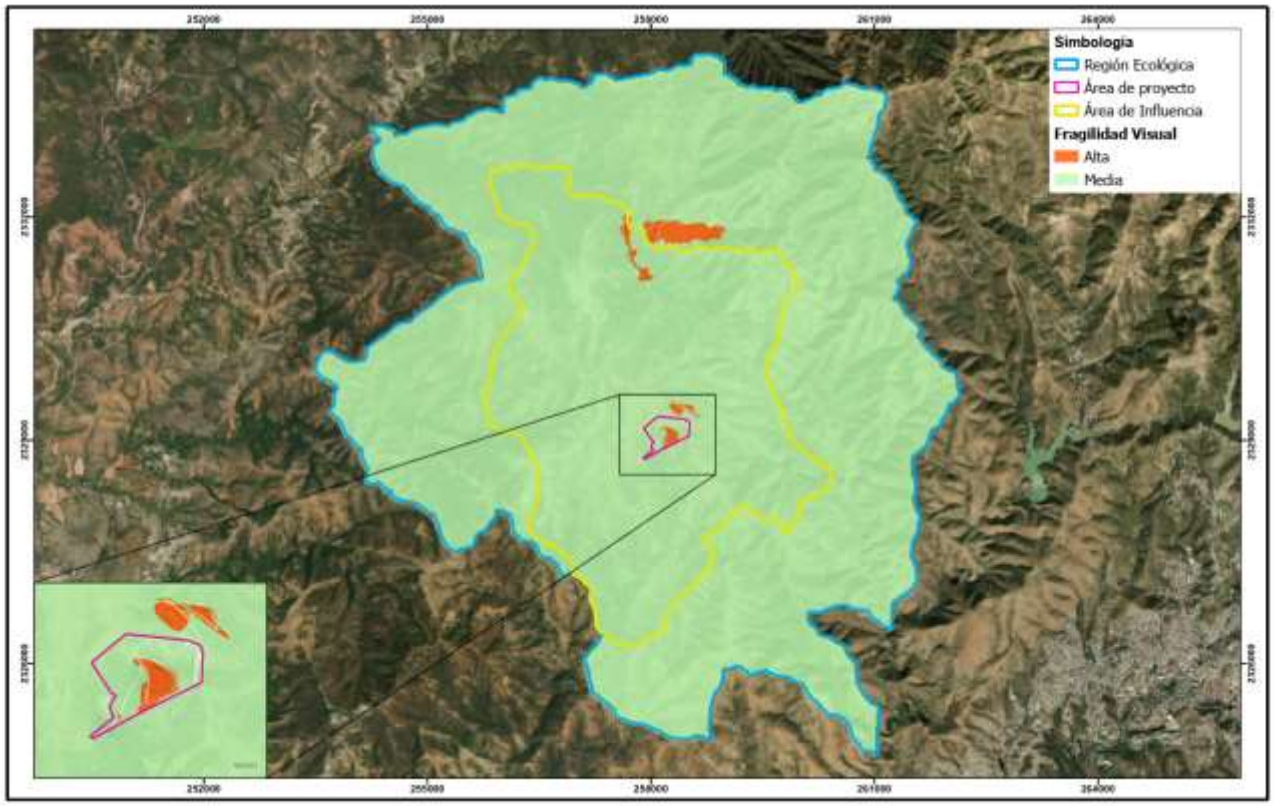


Figura 38. Fragilidad visual del paisaje

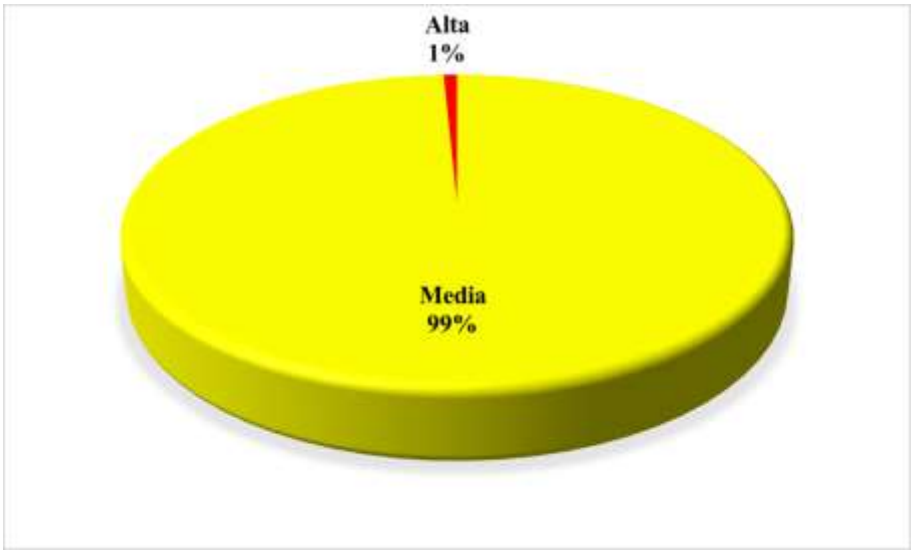


Figura 39. Fragilidad visual del paisaje en la superficie de la R

VI.5. Cuenca visual (modelo de visibilidad)

El modelo generado muestra que en el 91% de la superficie de la RE no se podrá percibir visualmente el área donde se contempla desarrollar el Proyecto, a diferencia del 9% restante, dónde si será visible el área mencionada. Esto con base en la topografía, orografía, relieve, exposición y elevación de las distintas zonas que conforman la RE. En la Figura 40 y Figura 41 se muestra el resultado del modelo de visibilidad del Proyecto con la delimitación de la RE.

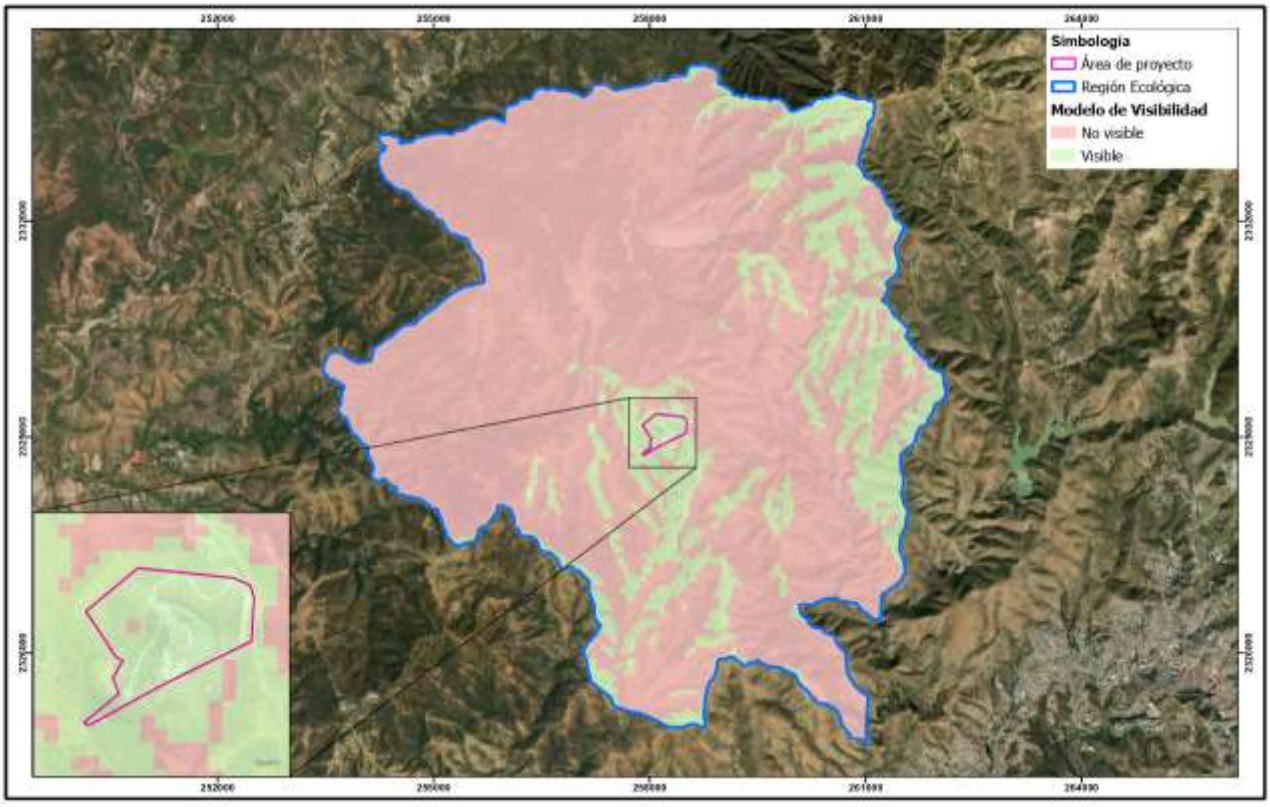


Figura 40. Modelo de visibilidad del Proyecto

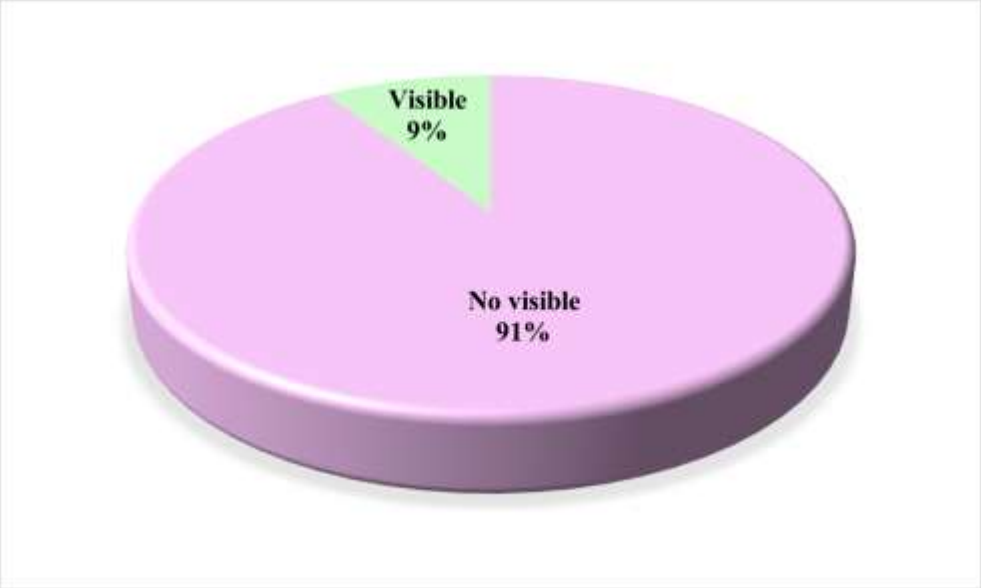


Figura 41. Visibilidad del Proyecto en la superficie de la RE

VII. Medio socioeconómico

La Región Ecológica se localiza dentro de dos municipios del estado de Guanajuato: Guanajuato y Silao de la Victoria.

El municipio de Guanajuato se ubica a aproximadamente 2,000 metros sobre el nivel del mar, a unos 360 km de la Ciudad de México y a 58 km de la ciudad de León, uno de los principales centros urbanos del estado. Cuenta con una superficie aproximada de 996.68 km² y limita al norte con los municipios de San Felipe y Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional; al sur con Irapuato y Silao de la Victoria; al este con Silao de la Victoria y León; y al oeste con San Felipe.

Por su parte, el municipio de Silao de la Victoria se localiza a una altitud aproximada de 1,786 metros sobre el nivel del mar y a una distancia cercana de 370 km de la Ciudad de México. Su superficie es de aproximadamente 530.81 km² y limita al norte con los municipios de León y Guanajuato; al este con Romita; al sur con Irapuato y Abasolo; y al oeste con León.

El proyecto se localiza principalmente dentro del municipio de Guanajuato, mientras que una pequeña porción del área de estudio se extiende hacia el municipio de Silao de la Victoria. Aunque la mayor parte del proyecto se desarrolla en el primer municipio, se considera que ambos municipios podrían verse beneficiados en términos de desarrollo económico y generación de empleo derivados de la implementación del Proyecto.

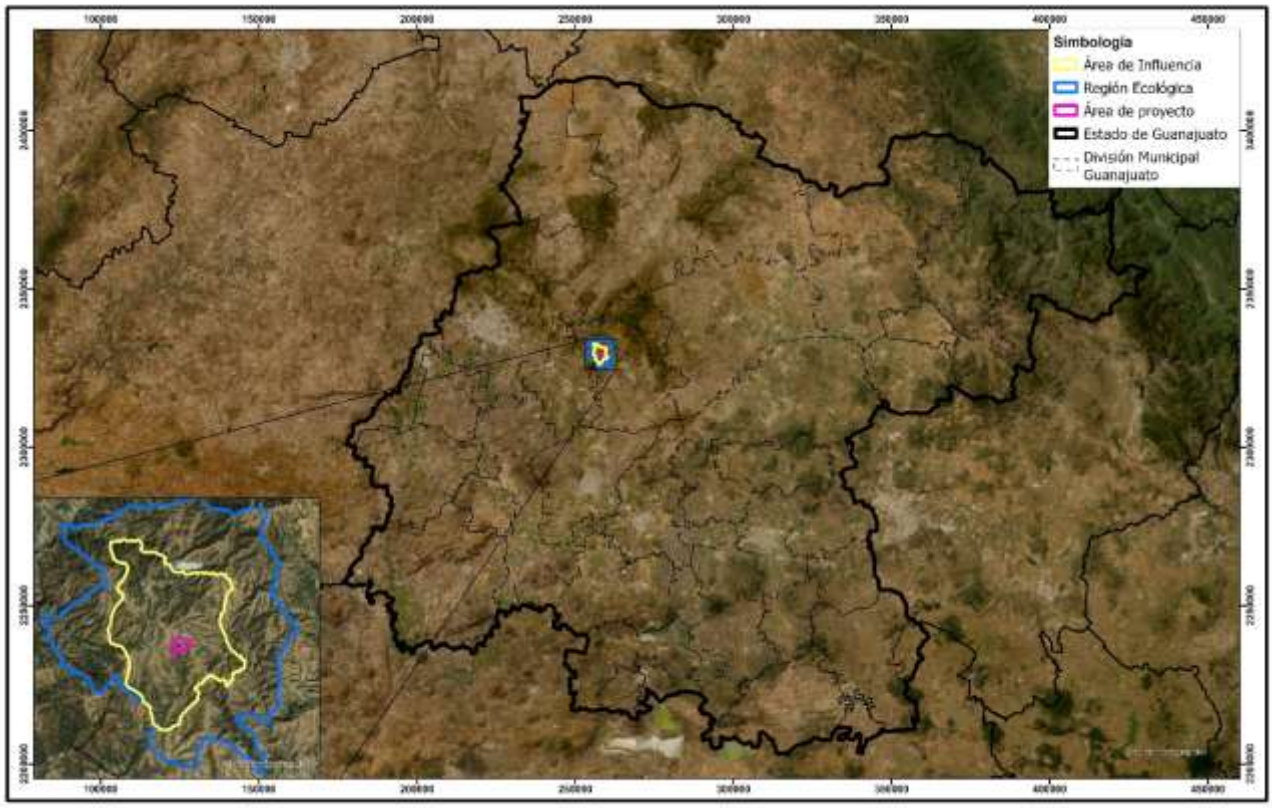


Figura 42. Ubicación del proyecto con respecto a los límites estatales

Con la finalidad de complementar la caracterización del medio socioeconómico del área de estudio, a continuación, se presentan algunos indicadores demográficos correspondientes a los municipios de Guanajuato y Silao de la Victoria. La información se basa principalmente en datos oficiales publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Estos indicadores permiten describir las características generales de la población en el área donde se desarrollará el proyecto.

VII.1. Demografía

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), enseguida se presenta la población proporcionada para el estado de Guanajuato y los municipios de Guanajuato y Silao de la Victoria. Se observa un decremento poblacional sostenido en ambos municipios con respecto al año 1990, donde Guanajuato (municipio) registra una reducción aproximada del 15-20% y Silao de la Victoria del 10-15%, según tendencias históricas ajustadas. La población combinada de estos municipios representa cerca del 1.2% del total estatal de Guanajuato, con Guanajuato (municipio) aportando el 0.6% y Silao de la Victoria el 0.6% restante.

En la Tabla 12 se muestra un crecimiento poblacional pasando de 4.4 millones en 1995 a más de 6.1 millones en 2020. Las mujeres superan consistentemente a los hombres en número, y el aumento total se acelera hacia 2010-2020, indicando una dinámica expansiva a nivel estatal que respalda los crecimientos observados en los municipios analizados.

Tabla 12. Población del estado de Guanajuato (1995-2020)

Año	1995	2000	2005	2010	2020
Mujeres	2,293,809	2,460,745	2,628,640	2,898,895	3,212,290
Hombres	2,182,755	2,301,646	2,426,068	2,695,119	3,053,506
Total	4,476,564	4,762,391	5,054,708	5,594,014	6,265,796

Para el municipio de Silao de la Victoria se detecta un crecimiento poblacional sostenido desde 1995 hasta 2020. Este municipio representa cerca del 3.3% de la población estatal en 2020, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13. Población del municipio de Silao de la Victoria (1990 –2025)

Año	1995	2000	2005	2010	2020
Mujeres	66,591	68,759	76,060	89,076	103,483
Hombres	64,936	65,578	71,063	83,948	100,073
Total	131,527	134,337	147,123	173,024	203,556

En la Tabla 14 se observa un incremento constante en la población total, que pasó de 131,527 habitantes en 1995 a 203,556 en 2020, con un crecimiento más acelerado entre 2005 y 2020. Tanto hombres como mujeres muestran aumentos progresivos, aunque las mujeres mantienen una ligera ventaja numérica en todos los periodos.

Tabla 14. Población del municipio de Guanajuato (1995-2020)

Año	1995	2000	2005	2010	2020
Mujeres	65,509	72,839	79,429	88,879	100,462
Hombres	62,662	68,357	73,935	82,830	94,038
Total	128,171	141,196	153,364	171,709	194,500

Aquí se evidencia un crecimiento poblacional sostenido en el municipio de Guanajuato, de 128,171 habitantes en 1995 a 194,500 en 2020.

El INEGI reporto para el municipio de Guanajuato, Guanajuato y Silao de Victoria los siguientes indicadores de población:

Tabla 15. Densidad de población (Hab/km2) en 2015 y 2020.

Año	Guanajuato, Estado	Guanajuato, Municipio	Silao de Victoria
2015	191.3	182	352
2020	201.5	191.8	378

El Instituto INEGI reporta para el municipio los indicadores de población y su distribución por grupos quinquenales de edad y sexo, con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2020.

En las Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18 se presenta la distribución de la población por grupos de edad, indicando el porcentaje de hombres y mujeres respecto al total del estado y de los dos municipios de interés. Asimismo, se incluye la proporción relativa de hombres y mujeres dentro de cada grupo de edad, lo que permite identificar las diferencias en la estructura demográfica por sexo.

Tabla 16. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, con porcentajes correspondientes a cada categoría en el estado de Guanajuato.

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	Hombres (%)	Mujeres (%)
0 a 4 años	272745	266101	538846	51%	49%
5 a 9 años	277429	270116	547545	47%	53%
10 a 14 años	278676	270625	549301	49%	51%
15 a 19 años	277977	274115	552092	50%	50%
20 a 24 años	267148	273439	540587	48%	52%
25 a 29 años	242026	259842	501868	48%	52%
30 a 34 años	218363	243969	462332	47%	53%
35 a 39 años	208278	230767	439045	48%	52%
40 a 44 años	192549	214681	407230	47%	53%
45 a 49 años	174419	191241	365660	47%	53%
50 a 54 años	148310	169887	318197	46%	54%
55 a 59 años	116934	133874	250808	46%	54%
60 a 64 años	99483	114923	214406	46%	54%
65 a 69 años	75898	85867	161765	46%	54%
70 a 74 años	55393	62892	118285	47%	53%
75 a 79 años	38242	42868	81110	46%	54%
80 a 84 años	24455	29911	54366	44%	56%
85 años o más	22123	29319	51442	44%	56%

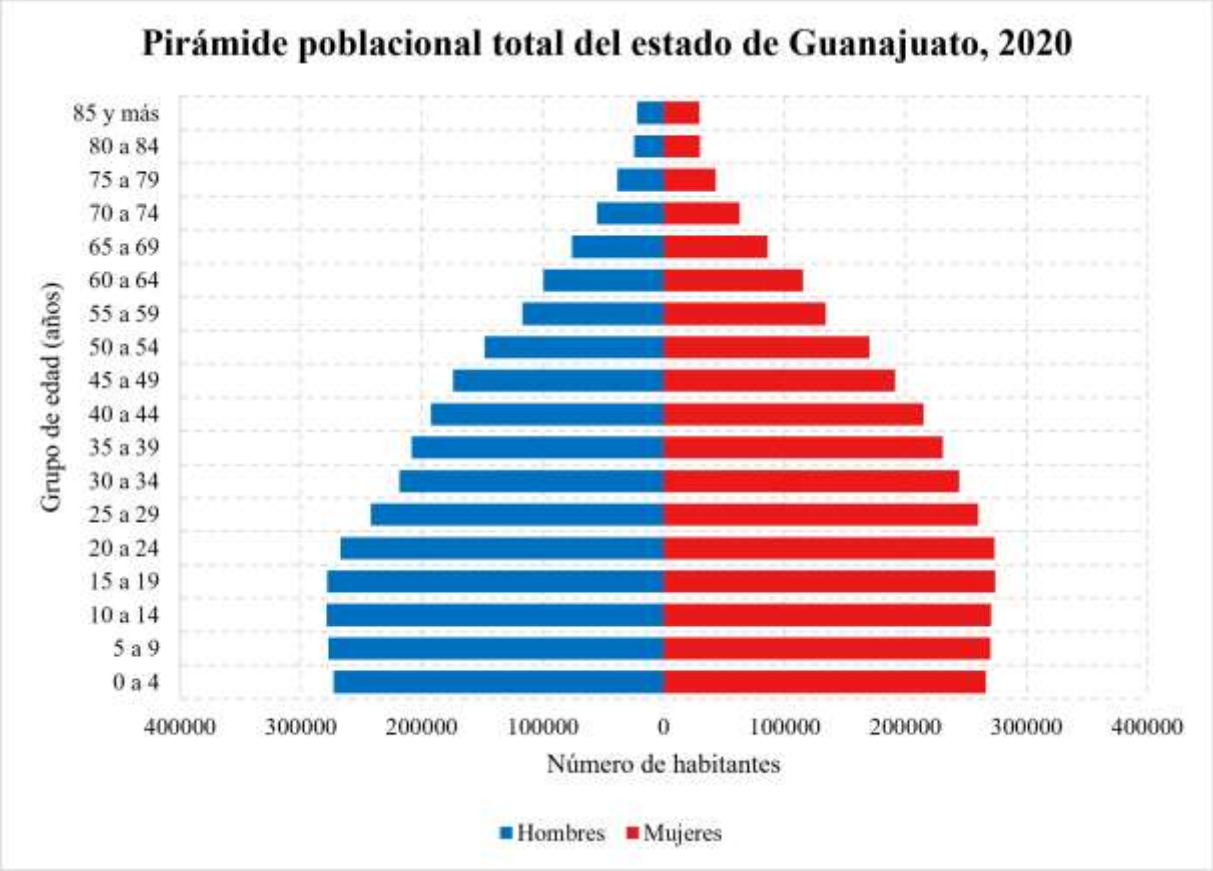


Figura 43. Pirámide poblacional del estado de Guanajuato 2020

Tabla 17. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, con porcentajes correspondientes a cada categoría en el municipio de Guanajuato.

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	Hombres (%)	Mujeres (%)
0 a 4 años	8261	8186	16447	51%	49%
5 a 9 años	8018	7767	15785	51%	49%
10 a 14 años	8268	8137	16405	51%	49%
15 a 19 años	8156	8032	16188	51%	49%
20 a 24 años	8873	9019	17892	50%	50%
25 a 29 años	8070	8600	16670	49%	51%
30 a 34 años	7478	8248	15726	48%	53%
35 a 39 años	6826	7750	14576	47%	53%
40 a 44 años	6013	6823	12836	47%	53%
45 a 49 años	5557	6277	11834	48%	52%
50 a 54 años	4977	5682	10659	47%	53%
55 a 59 años	4033	4532	8565	48%	52%
60 a 64 años	3310	3810	7120	46%	54%
65 a 69 años	2311	2697	5008	46%	54%
70 a 74 años	1641	1911	3552	44%	56%
75 a 79 años	1037	1248	2285	45%	55%
80 a 84 años	658	868	1526	43%	57%
85 años o más	495	803	1298	43%	57%

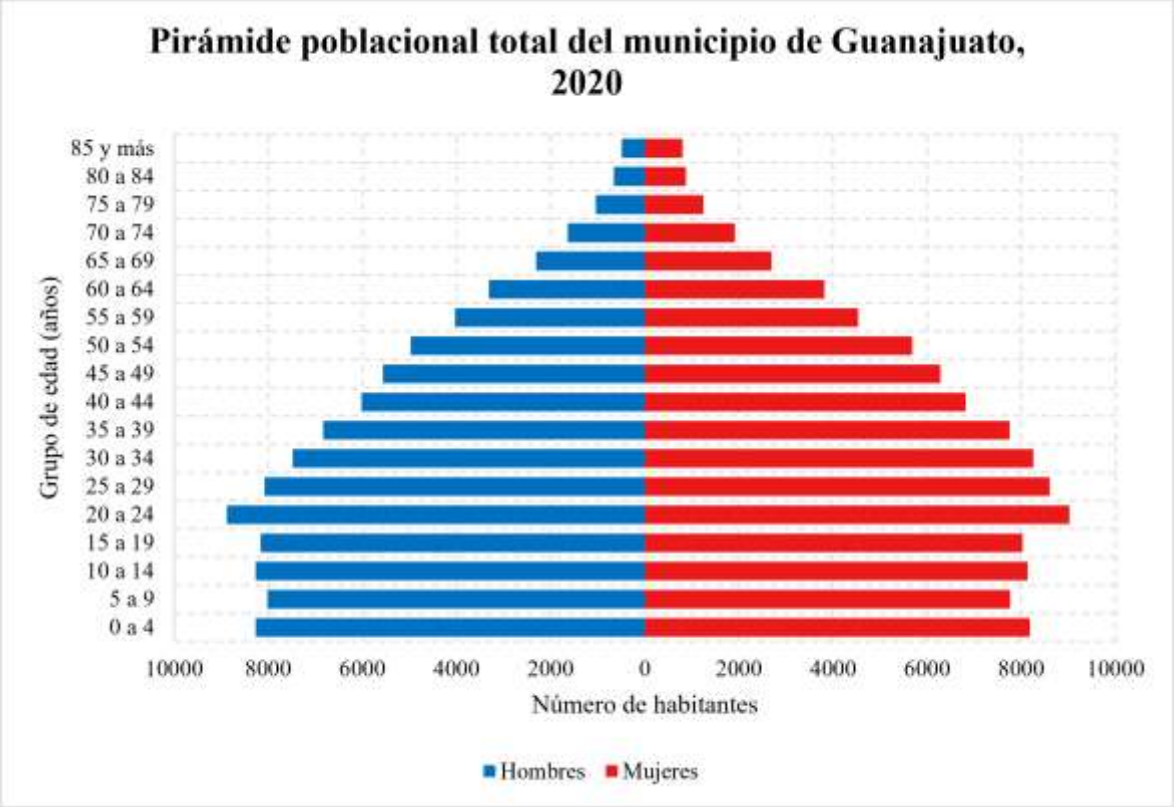


Figura 44. Pirámide poblacional del municipio de Guanajuato 2020

Tabla 18. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, con porcentajes correspondientes a cada categoría en el municipio de Silao de Victoria.

Grupo de edad	Hombres	Mujeres	Total	Hombres (%)	Mujeres (%)
0 a 4 años	10045	10005	20050	50%	50%
5 a 9 años	9828	9669	19497	50%	50%
10 a 14 años	10129	9835	19964	51%	49%
15 a 19 años	9729	9678	19407	50%	50%
20 a 24 años	9091	9051	18142	51%	49%
25 a 29 años	8446	8536	16982	50%	50%
30 a 34 años	7538	8364	15902	47%	53%
35 a 39 años	7180	7546	14726	49%	51%
40 a 44 años	6409	6985	13394	48%	52%
45 a 49 años	5453	5606	11059	49%	51%
50 a 54 años	4351	4838	9189	47%	53%
55 a 59 años	3306	3605	6911	47%	53%
60 a 64 años	2739	3135	5874	46%	54%
65 a 69 años	2167	2327	4494	50%	50%
70 a 74 años	1371	1610	2981	47%	53%
75 a 79 años	1014	1114	2128	50%	50%
80 a 84 años	629	771	1400	43%	57%
85 años o más	616	771	1387	43%	57%

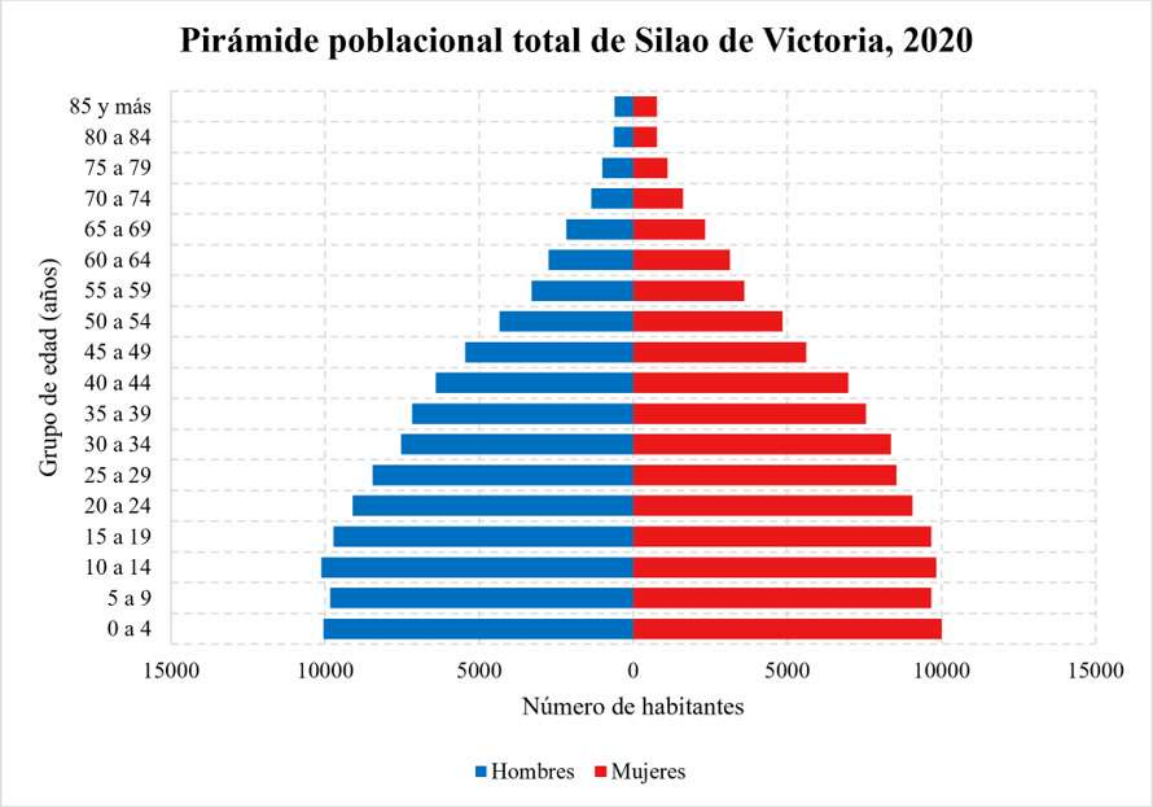


Figura 45. Pirámide poblacional del municipio de Silao de Victoria, 2020

VII.2. Natalidad

De acuerdo con los registros más recientes de INEGI (2024), se reportaron 85,076 nacimientos para el estado de Guanajuato; mientras que para el municipio de Guanajuato se reportaron 2,600 nacimientos, lo que representa el 3.06% del estado. Para el municipio de Silao de Victoria las cifras son las siguientes, un total de nacimientos de 3,344, representando el 3.93% con respecto al estado.

VII.3. Mortalidad

En el caso de la mortalidad, se registraron 41,065 defunciones en el estado de Guanajuato en 2024 según el INEGI, mientras que para el municipio de Guanajuato se registraron 8,214 defunciones, lo que representa el 20% del estado. Mientras que para el municipio de Silao de Victoria el número de defunciones generales es de 889, representando el 2.16% con respecto al estado.

VII.4. Migración

Con base en datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el Estado de Guanajuato ocupa el lugar número 4 en el contexto nacional en cuanto a la intensidad migratoria, con un grado de "Muy alto". Por su parte, el municipio de Silao de la Victoria tiene una intensidad migratoria baja y el municipio de Guanajuato intensidad migratoria muy baja, con el lugar más bajo de los municipios del estado, según los rankings derivados del Consejo Nacional de Población.

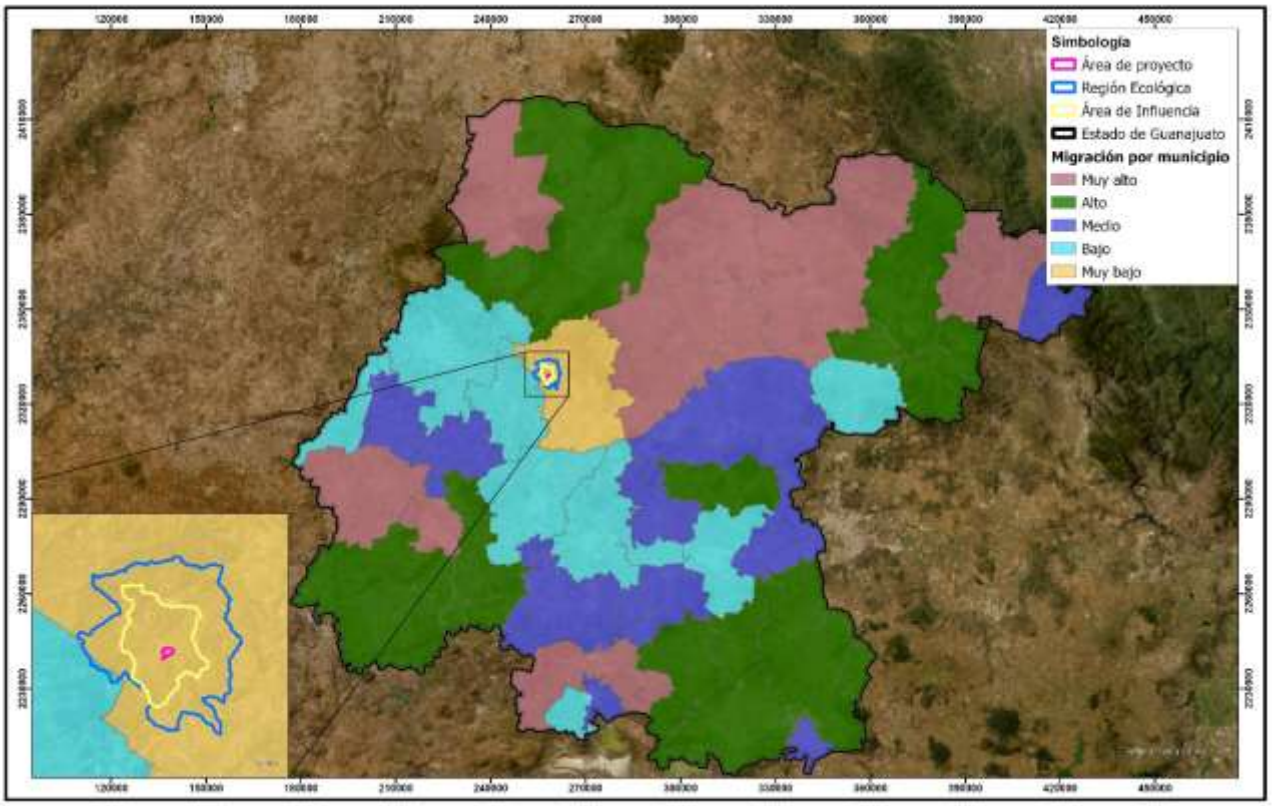


Figura 46. Grado de intensidad migratoria por municipio, CONAPO 2020

Con el fin de complementar la información presentada en la figura anterior, a continuación, se muestran en la Tabla 19 se presentan los principales indicadores de migración correspondientes al estado de Guanajuato, así como a los municipios de Guanajuato y Silao de la Victoria.

Estos datos permiten identificar las características de la dinámica migratoria a partir del total de viviendas registradas en 2020, destacando aspectos como la recepción de remesas, la presencia de emigrantes hacia Estados Unidos, la migración circular y de retorno, así como el índice y grado de intensidad migratoria. En conjunto, esta información facilita una comparación entre el contexto estatal y municipal, permitiendo observar las similitudes y diferencias en los patrones migratorios y su posición relativa tanto a nivel estatal como nacional (CONAPO, 2020).

Tabla 19. Indicadores de migración internacional, índice y grado de intensidad migratoria DP2

Indicador	Estado de Guanajuato	Municipio de Guanajuato	Municipio de Silao de la Victoria
Total de viviendas	1 569 609	52 404	47 958
% Viviendas que reciben remesas	8.75	2.48	5.62
% Viviendas con emigrantes del quinquenio anterior	2.34	0.84	2.1
% Viviendas con migrantes circulares del quinquenio anterior	0.75	0.32	0.5
% Viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior	1.13	0.43	0.76
Índice de intensidad migratoria DP2	17.6233	64.2535	63.3388
Grado de intensidad migratoria DP2	Muy alto	Muy bajo	Bajo
Posición que ocupa la entidad y el municipio a escala nacional	4	1 621	1 046

VII.5. Economía

De acuerdo con el INEGI, la Población en Edad de Trabajar (PET) comprende a las personas de entre 12 y 60 años; al restar los que realizan actividades no remuneradas (como labores domésticas o estudios), se obtiene la Población Económicamente Activa (PEA), es decir, la población mayor de 12 años que tiene las condiciones de salud y la disposición para trabajar. La Población Ocupada (PO) incluye a quienes realizan una actividad económica remunerada o, en su caso, auxiliares familiares sin sueldo directo, es decir, la fuerza laboral efectivamente inserta en el mercado.

En el estado de Guanajuato, la PEA de 12 años y más representa una proporción cercana a la mitad de la población total, con una alta inclusión laboral, ya que más del 98% de la PEA se encuentra ocupada. En el municipio de Guanajuato, la PEA en 2020 alcanzó alrededor de 95,753 personas, de las cuales 93,436 se encuentran ocupadas, lo que muestra un mercado laboral muy dinámico. En el municipio de Silao de Victoria, la PEA de 12 años y más fue de 93,113 personas con 91,255 ocupados, es decir, también cerca del 98% de ocupación, lo que refleja su fuerte vinculación a la industria y al sector logístico-industrial dentro del entorno regional.

Tabla 20. Población económicamente activa 2020

Unidad territorial	Población económicamente activa (PEA)	Hombres	Mujeres
Municipio de Guanajuato	95,753	55,101	40,652
Municipio de Silao de Victoria	93,113	58,020	35,093

En el estado de Guanajuato la PEA concentra una amplia base laboral regional, mientras que en el municipio de Guanajuato y en Silao de Victoria se observa una PEA relativamente alta para su tamaño poblacional, lo que refleja su fuerte vinculación al mercado laboral, especialmente en servicios, industria y actividades productivas.

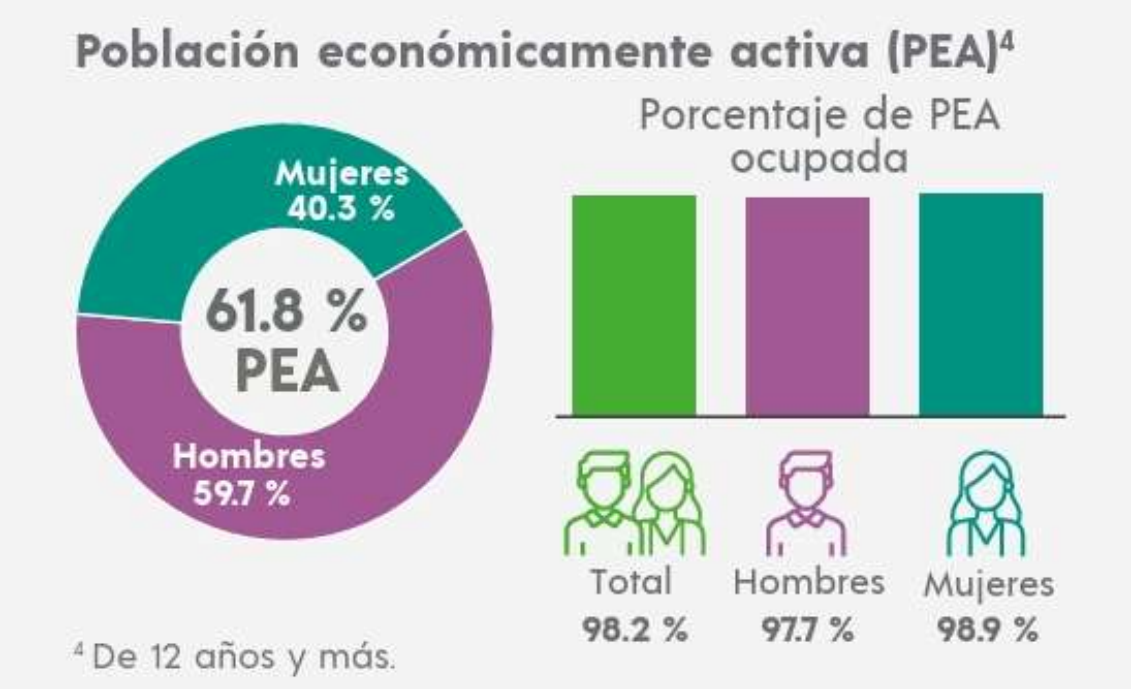


Figura 47. Población económicamente activa en el estado de Guanajuato.

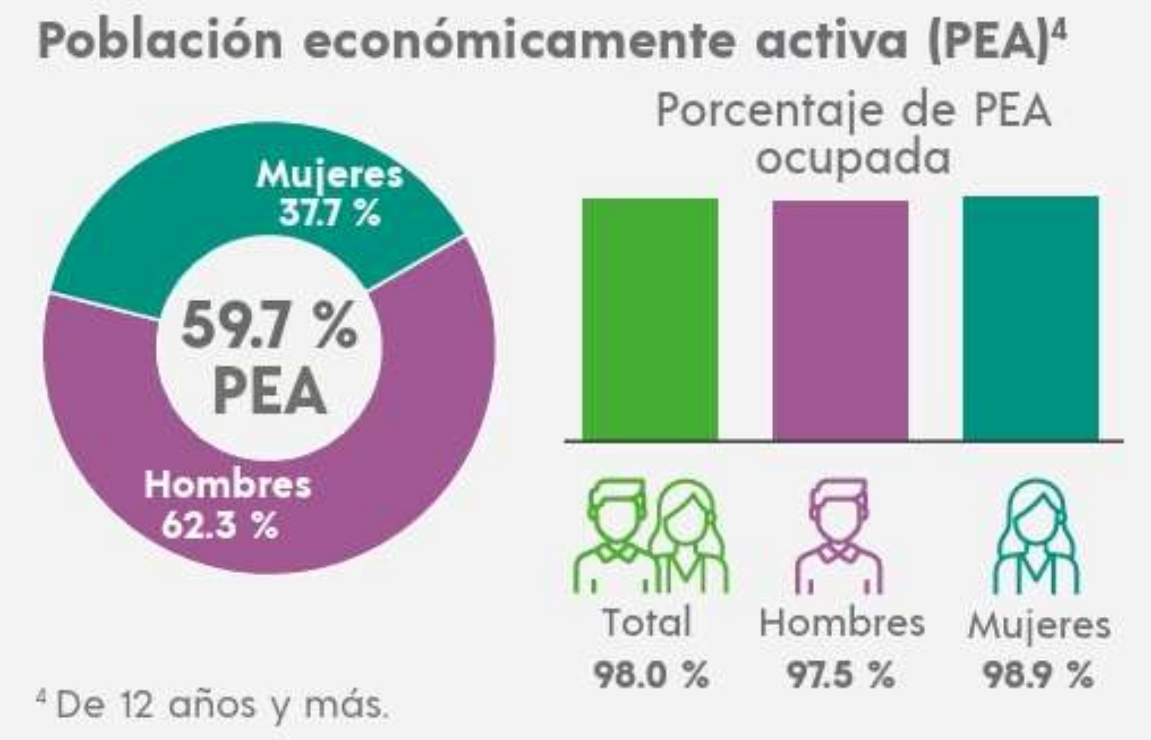


Figura 48. Población económicamente activa en el municipio de Silao de Victoria.

VII.6. Educación

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), en el estado de Guanajuato el 5.3% de la población de 15 años y más es analfabeta y el 19.2% cuenta con educación superior. En el municipio de Guanajuato se registra el 3.3% de analfabetismo y el 31.3%, mientras que en Silao de la Victoria es del 5.5% y 14.0% respectivamente; lo anterior se detalla a continuación (Tabla 21).

Tabla 21. Población de 15 años y más según nivel de escolaridad, 2020

Municipio	Población 15 años y más	Sin escolaridad%	Educación básica%	Educación Media Superior %	Educación Superior %
Guanajuato (estado)	4,519,193	6.3	67.7	30.3	19.2
Guanajuato (mun.)	145,735	3.9	53.9	33.6	31.3
Silao de la Victoria	143,976	5.8	75.4	29.7	14.0

En la siguiente tabla se presenta el grado promedio de escolaridad y la tasa de analfabetismo del estado de Guanajuato y los municipios de Guanajuato y Silao de la Victoria, de acuerdo con la información contenida en el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021).

Tabla 22. Grado promedio de escolaridad y tasa de analfabetismo en el estado de Guanajuato y municipios seleccionados, 2020

Municipio / Estado	Grado promedio de escolaridad	Tasa de analfabetismo (%)
Estado de Guanajuato	9.04	5.3
Guanajuato (capital)	10.46	3.3
Silao de la Victoria	8.7	5.5

En la Tabla 23 se presenta la tasa de alfabetización de la población según grupo de edad en los municipios de Guanajuato y Silao de la Victoria, con base en los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021). Esta información permite identificar la brecha generacional en el acceso a la educación básica, al comparar los niveles de alfabetización entre la población joven de 15 a 24 años y la población adulta de 25 años y más en cada municipio.

Tabla 23. Tasa de alfabetización de la población de 15 a 24 años y de 25 años y más en los municipios de Guanajuato y Silao de la Victoria, 2020

Municipio	Tasa de alfabetización 15-24 años (%)	Tasa de alfabetización 25 años y más (%)	Grado promedio de escolaridad
Guanajuato (capital)	99.35	95.67	10.46
Silao de la Victoria	98.17	92.50	8.7

VII.7. Salud

Del total de la población que habita en el estado de Guanajuato al año 2020, el 79% cuenta con Seguridad Social y el 21% no cuenta con Seguridad Social. En el municipio de Guanajuato, el 86% de la población cuenta con Seguridad Social y el 14% no cuenta con Seguridad Social, mientras que en el municipio de Silao de la Victoria el 85% cuenta con Seguridad Social y el 15% no cuenta con Seguridad Social. Enseguida se presenta en la Tabla 24 un desglose de la cobertura de salud.

Tabla 24. Población afiliada a servicios de salud, 2020

Entidad / Municipio	Población Total	% Población Afiliada	% Población No Afiliada	No Especificado
Estado de Guanajuato	6,166,934	79%	21%	0.3%
Guanajuato (municipio)	194,500	86%	14%	0.2%
Silao de la Victoria	203,556	85%	15%	0.3%

VII.8. Marginación y rezago social

El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

Los resultados de la estimación del índice de rezago social se presentan en cinco estratos los cuales son muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto rezago social. El grado que se presenta en el RE del Proyecto corresponde a muy bajo para ambos municipios.

Por su parte, la marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas. Si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida.

El índice de marginación busca establecer un parámetro analítico que permita entender cuándo un sector de la sociedad se encuentra en una situación donde no están presentes las oportunidades para el desarrollo, ni la capacidad para encontrarlas.

Con base en estimaciones del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020), el cual a su vez se basa en los censos y conteos del INEGI, se analizaron los indicadores de marginación y rezago social en el RE del Proyecto, mismos que se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Marginación y rezago social, 2020

Indicador	Estado de Guanajuato	Municipio de Guanajuato	Municipio de Silao de la Victoria
Grado de marginación	Medio	Muy bajo	Bajo
Grado de rezago social	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
% de población analfabeta de 15 años o más	5.3	7.1	9.5
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	7.0	5.5	6.0
% de población de 15 años y más sin primaria completa	33.53	49.03	46.02
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	22.17	14.46	14.57
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.3	1.5	3.1
% de ocupantes en viviendas con piso de tierra	2.3	12.32	5.42
% de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	1.9	24.14	3.33
% de ocupantes en viviendas que no disponen de agua entubada	2.91	28.57	17.36
% de ocupantes en viviendas que no disponen de energía eléctrica	0.38	23.65	1.60
% de viviendas particulares con hacinamiento	16.90	34.48	27.71
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	7.6	38.92	9.61

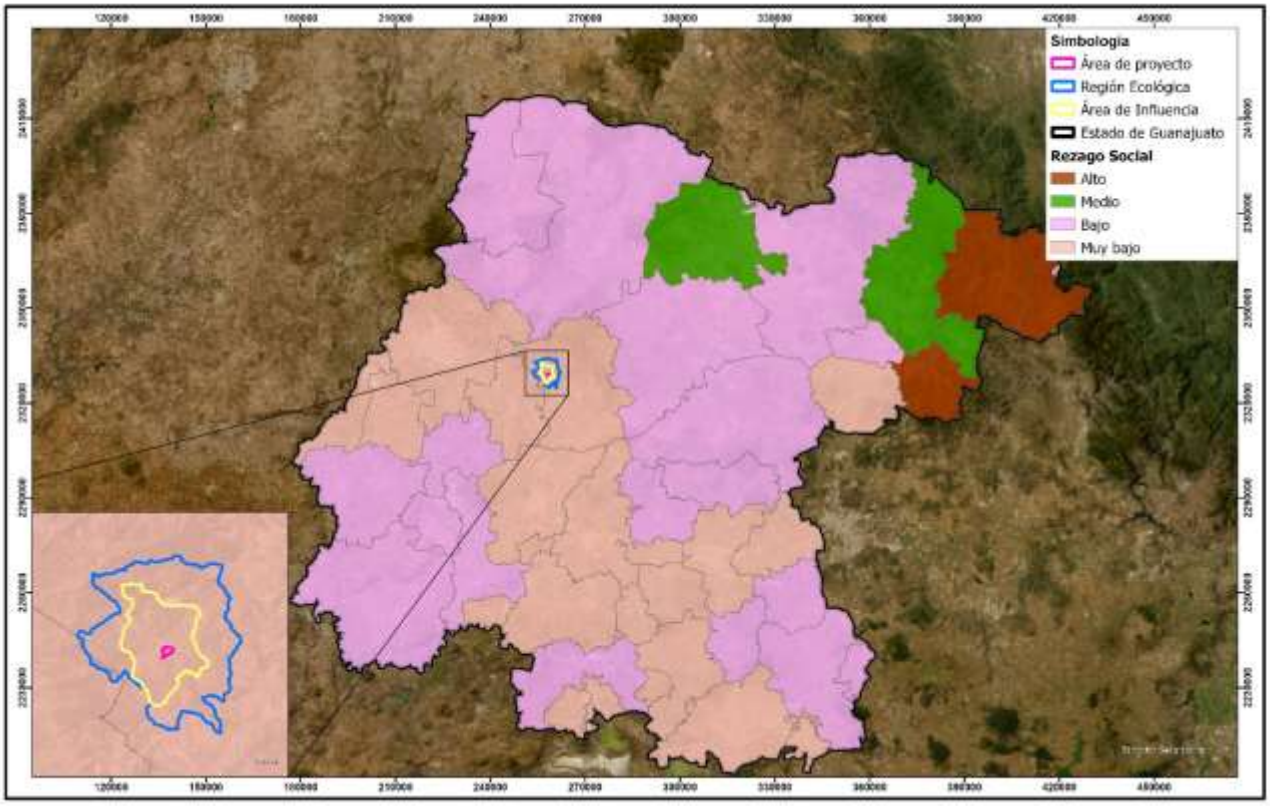


Figura 49. Rezago social

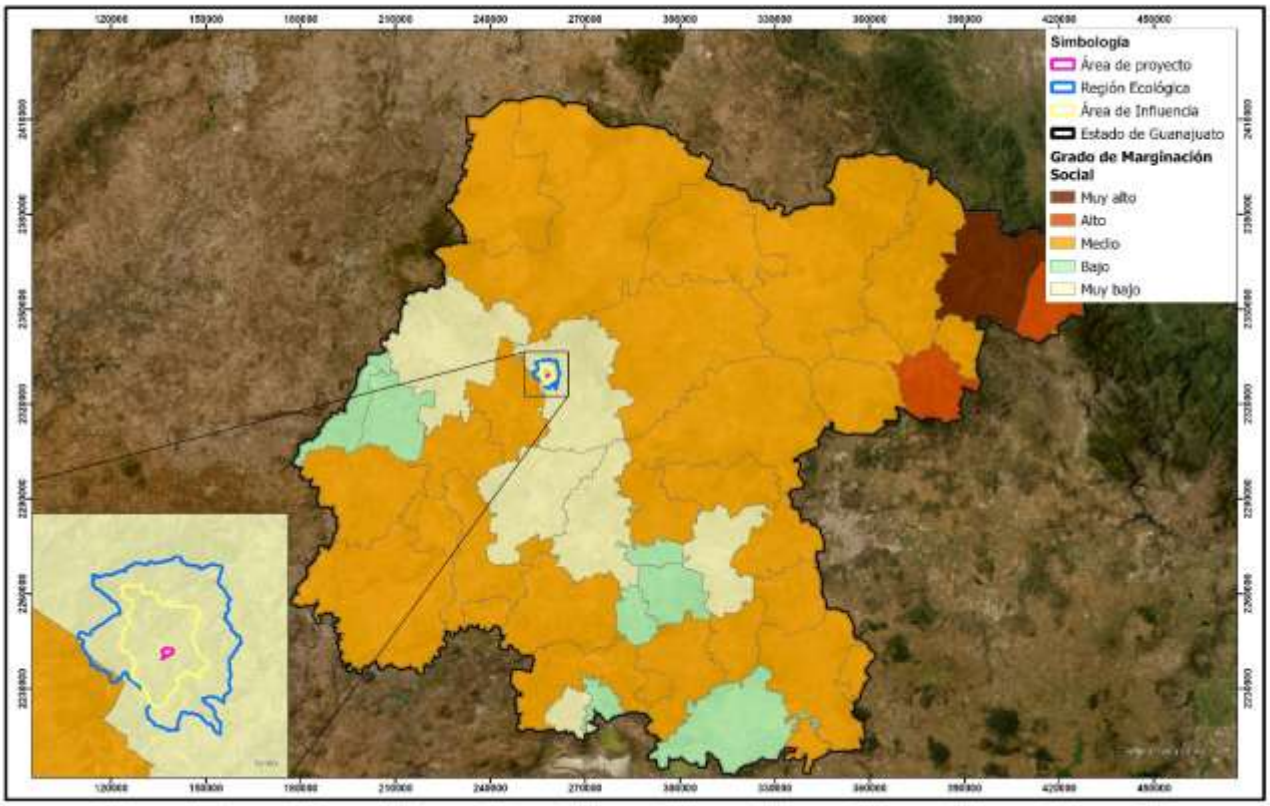


Figura 50. Marginación social dentro

VIII. Bibliografía

Assefa A. Gessesse & Assefa M. Melesse (2019). *Temporal relationships between time series CHIRPS-rainfall estimation and eMODIS-NDVI satellite images in Amhara Region, Ethiopia*. En *Extreme Hydrology and Climate Variability* (pp. 81–92). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815998-9.00008-7

B.L.M. (1980). Visual Resource Management. Manual 8400. Bureau of Land Management. Washington. 15 p.

Escribano, M.M., De Frutos, M., Iglesias, E., Mataix C., y Torrecillas, I. (1991) El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid, España. 117 pp.

FAO (2015). Estado mundial del recurso suelo. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura. Roma.

Maya Benoumeldjadj, Nedjoua Bouarroudj, & Abdelouahab Bouchareb. (2023). *The effect of vegetation cover on dust concentration: Case study (Constantine, Algeria). Indonesian Journal of Geography, 55*(2), 311–319. https://doi.org/10.22146/ijg.82364

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s. f.). *Climas (clasificación de Enriqueta García), escala 1:1,000,000*. Geoportal CONABIO.

SEDESOL. (2012) Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de Rincón de Romos, Aguascalientes, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Dirección de Geomática. (2004). *Degradación del suelo en la República Mexicana, escala 1:250 000* [Conjunto de datos geoespaciales].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/degra250kgw.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). *Conjunto de datos de erosión del suelo, escala 1:250 000, Serie I, Continuo Nacional* [Conjunto de datos geoespaciales]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825004223

Prieto, G. R. (2021). Fascículo tormentas severas. Secretaria de Seguridad y Protección Ciudadana. ISBN: 978-607-7558-08-8.

México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión . (1988). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988). Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

RAE. (2023). Ruido. Diccionario de la lengua española, 23.ª ed. Recuperado de: https://dle.rae.es/ruido?m=form

IUSS Working Group WRB (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Villa Hidalgo (3230), estado de Zacatecas*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/zacatecas/DR_3230.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Salinas de Hidalgo (2403), estado de San Luis Potosi*. Subdirección General

Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sanluispotosi/DR_2403.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Espíritu Santo (3232), estado de Zacateecas*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/zacatecas/DR_3232.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Loreto (3229), estado de Zacatecas*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/zacatecas/DR_3229.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Pinos (3231), estado de Zacatecas*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/zacatecas/DR_3231.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2005). *Guía para la interpretación de cartografía geológica*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231767/702825231767_1.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). *Carta hidrológica aguas subterráneas México Informe técnico Escala 1:1 000 000 Serie II.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825109639.pdf

Muñoz-Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista chilena de historia natural, 77(1).

Pérez-Chacón, E. (1999) Unidades de paisaje: aproximación científica y aplicaciones. Geografía. Universidad de Las palmas de Gran Canaria.

Plataforma Nacional de Datos Abiertos. (s. f.). https://www.datos.gob.mx/dataset/proyecciones-de-poblacion/resource/e9160552-769b-41ee-88d1-afc765552608

Solari, F., & Cazorla, L. (2009). Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. Cuadernos del centro de estudios en diseño y comunicación, 213-226.

Anexo 4.1.

Determinación, Caracterización y Jerarquización de los Impactos Ambientales del Proyecto

Proyecto San Ignacio

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

[redacted]

2026

Índice de Contenido

I. Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales 3
I.1. Etapa de Preparación del sitio 7
I.2. Etapa de Construcción 14
I.1. Etapa de Operación y mantenimiento 18
I.2. Etapa de Restitución y Cierre 22
II. Caracterización de los impactos 24
II.2. Descripción de los impactos principales identificados 24
III. Valorización de Impactos 29
IV. Impactos acumulativos y/o sinérgicos 33
IV.1. Acumulativos: Factores Socio Económicos 33
V. Impactos residuales 34
V.1. Atmósfera 34
V.2. Fauna 34
VI. Resumen y Conclusiones 34

I. Determinación de la importancia y jerarquización de los impactos ambientales

Se desarrolló una matriz causa – efecto para cuantificar la importancia de los impactos por tipo actividad en las fases del Proyecto.

Para determinar la importancia de cada impacto, se valoraron diez atributos o parámetros de referencia. En las matrices utilizadas las casillas de cruce están ocupadas por los valores correspondientes a los atributos. A continuación, se describen cada uno de los atributos empleados y sus escalas de valoración.

- Intensidad (IN) – Grado de afectación

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 8, en el que el 8 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.

En caso de que el efecto se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función de la extensión en que se manifiesta (+4).

- Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto. 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).

- 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 aun cuando la actividad impactante haya cesado. 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, consideramos 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 un 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. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabrían de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actúa 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.

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. 1 se resumen las escalas de valoración de los diez atributos mencionados.

Tabla. 1. Valores asignables a los atributos de importancia del impacto

Atributo	Características	Valor
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

Atributo	Características	Valor
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
	Compensable	4
	Irrecuperable	8

Una vez valorados los atributos, la importancia de cada impacto se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

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

La evaluación llevada a cabo crea un índice que refleja las características cuantitativas y cualitativas del impacto, tanto por la obra/actividad como la condición actual del sitio, con lo cual se describe la interacción en términos de magnitud e importancia.

La importancia de los impactos puede tomar valores en un rango de 13 a 100, lo que permite hacer comparaciones numéricas y jerarquizar los impactos. Los impactos con valores de importancia inferiores a 28 son clasificados como “Compatibles”, es decir irrelevantes; los impactos con importancia en el rango entre 28 y 53 son clasificados como “Moderados”, en el rango 54 y 78 son “Severos” y cuando la importancia tiene un valor superior a 78 se consideran como “Críticos”. Según su clasificación, los impactos son marcados en la matriz de importancia con un color que los distingue, como se muestra en la siguiente figura.

Tabla. 2. Clasificación de la importancia de los impactos

Valor de importancia	Clasificación / Color de identificación
De 13 a 25	Compatible
De 26 a 50	Moderados
De 51 a 75	Severos
De 76 a 100	Críticos

A continuación, se presenta el análisis derivado de la evaluación de impacto ambiental para las distintas etapas del Proyecto, detallando el posible impacto para los distintos factores ambientales:

I.1. Etapa de Preparación del sitio

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

- Durante la preparación, las actividades de desmonte y despalme serán las que generarán un mayor impacto al ambiente, pues la pérdida de la cobertura vegetal será absoluta dentro de los polígonos requeridos para la realización de la Tepetatera #4, contrapozo #8 y contrapozo #5, debido a las actividades de Cambio de Uso en Terrenos Forestales.

- Se estima que para la etapa de Preparación se pueden presentar hasta 22 impactos potenciales (de 26 factores a impactar) distribuidos de la siguiente manera: 9 impactos de importancia compatible, 11 impactos de importancia moderada y 2 impactos benéficos, todo esto conforme a la matriz de máximos por etapa.

- *Atmósfera:* Durante la etapa de preparación se presenta 1 impacto moderado: calidad del aire) y 2 compatibles: niveles sonoros y niveles lumínicos, debido a que será necesaria la utilización de maquinaria que podría ocasionar modificaciones en la calidad del aire por el levantamiento de polvos y la combustión de gases vehiculares, así como ocasionar ruido.

- *Calidad del aire: (Material particulado (PST, PM-10) y Emisiones (NOx, SOx, COx):* Se estima que el impacto por la emisión de gases contaminantes (material particulado y emisiones) será de intensidad media y de extensión puntual, resultando en un impacto moderado que será reversible inmediatamente una vez que la maquinaria finalice las actividades pertinentes a esta etapa. Se propondrán medidas para evitar generar un impacto mayor como el mantenimiento periódico a la maquinaria.

- *Microclima:* Durante esta etapa no se prevén alteraciones significativas sobre el microclima del sitio, debido a que las actividades asociadas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se desarrollarán dentro del polígono de la Unidad Minera, un área que presenta un grado previo de intervención y transformación del entorno.

- *Niveles sonoros:* Se tendrá un impacto compatible por su intensidad media, ser reversible a corto plazo y recuperable de manera inmediata cuando finalicen las actividades en esta etapa, el impacto se generará por el uso de maquinaria y el personal laborando en el sitio, lo que alterará los niveles normales de ruido en la zona, corresponde a un impacto acumulativo ya que en los alrededores del proyecto ya se encuentra perturbado por este tipo de alteración.

- *Niveles lumínicos:* Durante esta etapa se prevén alteraciones en los niveles lumínicos del sitio, debido a que las actividades asociadas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales podrán desarrollarse durante jornadas laborales diurnas y nocturnas, por lo que

será necesario el uso de iluminación artificial durante los periodos de trabajo nocturno. El impacto se considera de intensidad baja y extensión puntual**,** debido a que las emisiones lumínicas estarán restringidas al área de trabajo, se considera acumulativo, debido a la presencia de actividades e infraestructura minera en los alrededores que actualmente generan iluminación artificial, periódico, al presentarse únicamente durante los periodos en que se desarrollen actividades nocturnas; y mitigable, mediante la implementación de medidas propuestas.

- *Topografía*: Durante esta etapa se presentará una modificación puntual de las condiciones topográficas del sitio como consecuencia de las actividades de corte, relleno y nivelación requeridas para la adecuación y conformación de la tepetatera y sus componentes. Estas acciones implicarán modificaciones en las formas y elevaciones naturales del terreno. El impacto se considera de intensidad media y extensión puntual de persistencia permanente, de efecto directo al derivarse de manera inmediata de las actividades de preparación y conformación del terreno; e irrecuperable.

- *Cauces*: El factor causes no presentará alteraciones.

- *Infiltración*: La preparación del sitio ocasionará una disminución en la capacidad de infiltración como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme por medios mecánicos. El impacto se manifiesta de forma inmediata desde el inicio de dichas actividades y se considera de intensidad baja debido a la modificación de las condiciones naturales que favorecen la infiltración. Asimismo, corresponde a un impacto acumulativo, al sumarse a las alteraciones existentes. No obstante, se clasifica como mitigable mediante la implementación de medidas.

- *Escurrimientos*: Los escurrimientos superficiales de carácter intermitente presentes en el área del Proyecto podrán verse afectados por las actividades de desmonte, despalme y nivelación del terreno, las cuales modificarán las condiciones naturales de escurrimientos. El impacto se considera de intensidad baja y extensión puntual, manifestándose en el corto plazo, al ser intermitentes la afectación se presenta de manera periódica, principalmente durante los tiempos de lluvia. No obstante, el impacto se considera mitigable mediante la implementación de obras como canales de derivación.

- *Calidad del agua (Sedimentos y DAM, DAR, NET):* Durante la etapa de preparación del sitio, la calidad del agua superficial podría verse afectada por derrames accidentales de aceites, combustibles o lubricantes provenientes de la maquinaria y equipo utilizados en las actividades, así como por el manejo inadecuado de residuos por parte del personal. Asimismo, la remoción de la cobertura vegetal y de la capa superficial de suelo puede favorecer el arrastre de sedimentos hacia los escurrimientos superficiales durante la precipitación. El impacto se manifiesta de manera inmediata con el inicio de actividades de preparación, se considera de intensidad baja y extensión parcial. No obstante, se considera mitigable contemplando medidas como el mantenimiento de la maquinaria exclusivamente en áreas designadas, la correcta gestión de residuos y la capacitación al personal. En caso de presentarse alguna afectación se considera reversible a corto plazo.

- *Suelo:* Se estiman dos impactos moderados: *Potencial de erosión* y *Cobertura* y uno compatible: *Profundidad efectiva del suelo:* este último se considera compatible debido a que en las actividades de preparación se removerá el suelo en el área a cambio de uso de suelo (extensión puntual), intensidad baja, siendo reversible a medio plazo, de efecto directo y mitigable.

- *Potencial de erosión:* Tiene como resultado un impacto moderado, el potencial de erosión incrementará al remover la capa superficial del suelo para la conformación y delimitación de las áreas designadas para construcción de la nueva tepetatera y los dos contrapozos #8 y #5, será de intensidad media, extensión puntual, reversible a medio plazo, sin sinergismo y mitigable.

- *Cobertura:* En esta etapa se removerá por completo la capa de suelo en las áreas de la nueva Tepetatera #4 y los dos contrapozos #8 y #5, lo que modificará de manera permanente la cobertura de este, la intensidad será media, de momento inmediato, permanente, directo al realizar las actividades correspondientes de la etapa y mitigable ya que se realizarán actividades de rescate y reubicación (flora) para minimizar su impacto.

- *Flora:* Se presentan dos impactos moderados (distribución espacial y temporal y cobertura vegetal: *Distribución espacial y temporal de flora:* La preparación del sitio suelo en las áreas de la nueva Tepetatera #4 y los dos contrapozos, ocasionará una alteración en la distribución espacial y temporal de la flora debido al desmonte y despalme, lo que implicará la remoción de la cobertura vegetal dentro del Área a Cambio de Uso de Suelo. El impacto se considera moderado, con una intensidad media y extensión puntual, ya que la afectación se limita al área de intervención. Se manifiesta de manera inmediata y de efecto directo desde el inicio de las actividades. No obstante, la vegetación presente se encuentra representada en el área de influencia del Proyecto, por lo que no se compromete su distribución a escala local o regional. Asimismo, el impacto se considera mitigable mediante la implementación de medidas de rescate y reubicación.

- *Cobertura vegetal:* La preparación del sitio generará un impacto directo sobre la cobertura vegetal debido a las actividades de desmonte y despalme necesarias de las suelo en las áreas de la nueva Tepetatera #4, contrapozo #8 y contrapozo #5. Para esta etapa impacto se considera de intensidad media, extensión puntual, al limitarse a la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo y de momento inmediato, al manifestarse desde el inicio de las actividades de preparación del sitio. Asimismo, corresponde a un impacto acumulativo a los impactos ya existentes; de efecto directo por derivar de la remoción física de la vegetación la cual corresponde a una actividad de esta etapa y mitigable mediante la implementación de las medidas de rescate y reubicación.

- *Especies protegidas y/o de interés especial:* El impacto a la vegetación de interés especial o bajo alguna categoría de protección No se verá alterado debido a que no se tiene el registro de especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección Especial.

- *Fauna:* Este componente fue evaluado con dos impactos moderados y uno compatible. Para el factor *Distribución espacial y temporal de fauna*: este se verá afectado de manera indirecta al iniciar las actividades de preparación del sitio en las áreas de la nueva Tepetatera #4, contrapozo #8 y contrapozo #5, en donde ocurrirá un ahuyentamiento involuntario por el ruido de la maquinaria y el paso de personal, la pérdida y fragmentación del hábitat ocasionando que los individuos de las diferentes especies presentes en el área se desplacen a zonas aledañas al área de trabajo. La intensidad será media, de extensión parcial ya que, aunque las actividades que ahuyenten a la fauna se realizarán exclusivamente en el área del Proyecto, el ahuyentamiento puede llegar más allá de las áreas delimitadas debido al ruido, el movimiento de maquinaria, el personal laborando etc. Es mitigable con medidas de rescate y reubicación.

- *Hábitat:* Este factor es el impacto de mayor consideración para el componente de fauna. Las actividades de desmonte y despalme ocasionarán la pérdida y fragmentación del hábitat de la fauna silvestre, disminuyendo la posibilidad de refugio, alimento y sitios de reproducción, lo que favorecerá el desplazamiento de los organismos hacia áreas con menor perturbación, será un impacto acumulativo porque la pérdida y fragmentación del hábitat aumenta conforme se desarrollen nuevos proyectos a los ya existentes. Será de intensidad media, puntual ya que se realizará solamente en las áreas autorizadas y de manera gradual en las áreas que vayan siendo requeridas para el Proyecto.

- *Especies protegidas de fauna:* Para este factor se estima un impacto compatible, ya que en la zona se registraron 2 especies con alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales corresponden a 1 especie de reptil y 1 especie de ave, las especies protegidas que puedan encontrarse dentro de las áreas donde se realicen actividades de despalme serán debidamente rescatadas y reubicadas de acuerdo con los programas que se tienen establecidos para mitigar estos impactos.

- *Paisaje:* Se estiman dos impactos compatibles, los cuales se describen a continuación: *Cualidades estéticas y continuidad paisajística:* la preparación del sitio ocasionará una alteración significativa de las cualidades estéticas y la continuidad paisajística debido al desmonte, despalme y movimiento de tierras requeridos para el acondicionamiento del terreno. El impacto será de intensidad media, al modificar la configuración visual del área; de extensión puntual, ya que se restringe a la superficie destinada a la construcción de la nueva Tepetatera #4 y los contrapozos #5 y #8, estas actividades irrumpirán ligeramente con la continuidad paisajística en el área, ya que el área del proyecto se encuentra inmerso en un área con actividades mineras. Tanto para el factor calidad visual como para la continuidad paisajística, se estiman impactos de importancia moderados; aunque los impactos para ambos factores son mitigables.

- *Generación de residuos:* Se estimó un impacto compatible, el cual se evaluó en función de la intensidad de las maniobras y del personal requerido para la ejecución de las actividades propias de la etapa de preparación del sitio. De esta manera, el impacto se consideró de baja intensidad, sin sinergismo y de efecto inmediato, aunque bajo las reglas de trabajo internas y la aplicación del Programa de Manejo de Residuos, la extensión del impacto debe ser

puntual, fugaz, reversible a corto plazo y recuperable de manera inmediata, suponiendo condiciones normales de operación. Asimismo, el efecto será de naturaleza indirecta e irregular y mitigable.

- *Componente Cultural:* se verá beneficiado en menor grado en esta etapa, pues se llevarán a cabo capacitaciones en materia ambiental y operativa, lo que dará como resultado una concientización ambiental directa a los trabajadores e involucrados en el Proyecto. Lo anterior supondrá de una actualización de las mejores técnicas y procedimientos de operación durante las jornadas laborales.

- *Desarrollo económico:* Durante la etapa de preparación del sitio se generará un impacto positivo sobre el desarrollo económico, derivado de la contratación de mano de obra, la demanda de bienes, materiales y servicios, así como de la adquisición de insumos requeridos para la ejecución de las obras. El impacto es de intensidad media y extenso al favorecer la economía del área de influencia del proyecto. Con el inicio de las actividades se manifiesta de manera inmediata y una persistencia temporal. Es acumulativo debido a que la derrama económica aumenta conforme avanzan las actividades. Una vez concluidas las actividades de preparación, los beneficios tenderán a disminuir por lo que se considera reversible en corto plazo.

- *Vocación del suelo:* El desarrollo del Proyecto implicará un cambio en la vocación y uso actual del suelo, al priorizarse las actividades asociadas con el Proyecto sobre los usos compatibles con sus características y condiciones naturales. En este sentido, el impacto se considera de intensidad media, debido a que representa una modificación significativa de la vocación del suelo; de extensión puntual, de momento inmediato, debido a que el cambio se manifestará desde el inicio de las actividades de preparación y transformación del terreno; y de efecto directo, al derivarse de manera inmediata de la modificación física de la superficie. Finalmente, se considera irrecuperable, toda vez que, en esta etapa, la totalidad de la superficie contemplada perderá su carácter forestal como consecuencia de las actividades previstas, por lo que no se contempla la restitución de la condición original del terreno.

En esta etapa se presentarán impactos adversos de importancia compatible y moderada sin estimarse impactos severos o críticos. Esto se resume en el gráfico de la Figura 1.

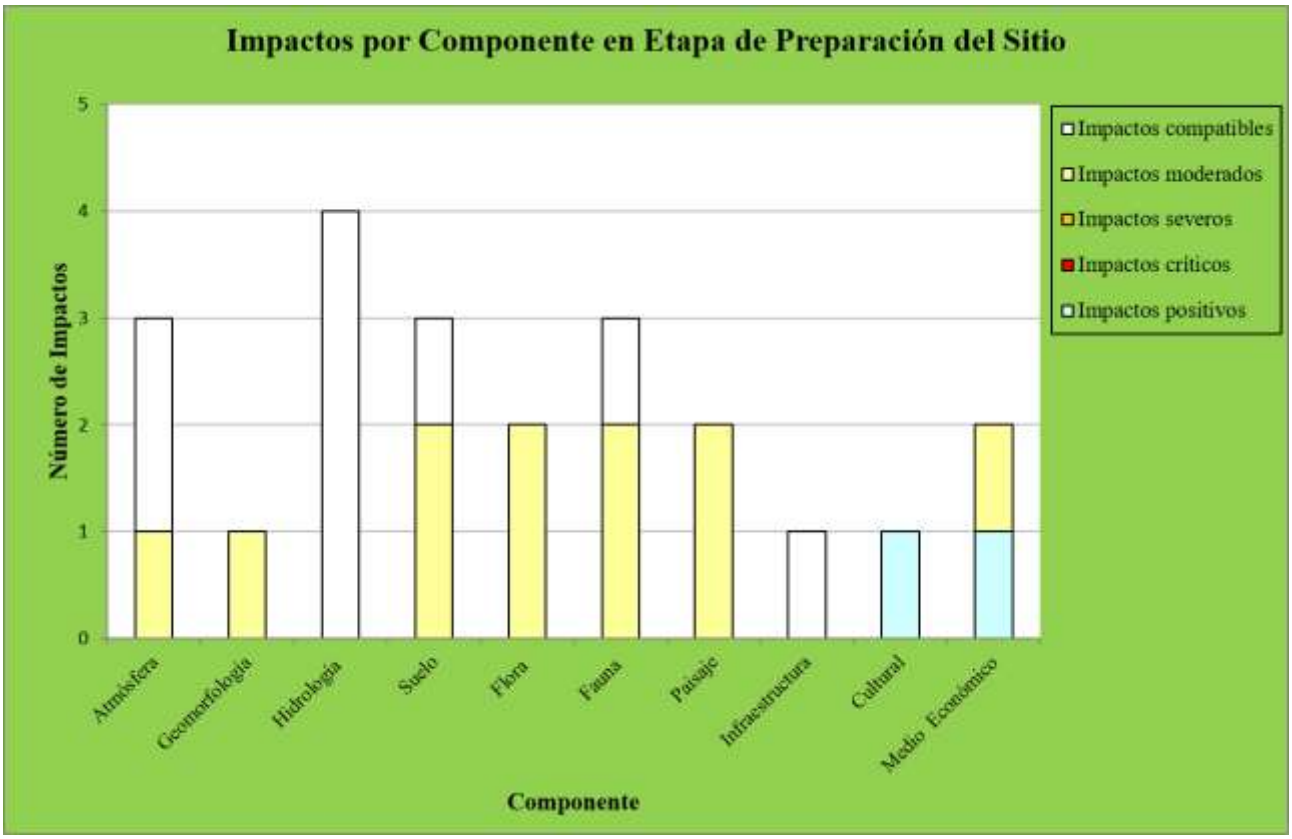


Figura 1. Impactos por componente en la preparación del sitio

En la Tabla 1 se presenta la matriz de importancia de impactos de la etapa de Preparación del sitio en la cual se muestra la valorización realizada para cada uno de los factores impactados.

Tabla 1. Matriz de importancia de impactos de la etapa de Preparación del sitio

Matriz de importancia de impactos
Etapa de Preparación del sitio

				ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO										
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO										IMPORTANCIA (I*)
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	POR FACTOR
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) Emisiones (NOx, SOx, COX)	2	1	4	4	1	1	1	1	2	4	26
			NIVELES SONOROS	2	1	4	1	1	1	4	1	2	1	23
			NIVELES LUMÍNICOS	1	1	4	1	1	1	4	1	2	1	20
			MICROCLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Atmósfera											*69*
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	2	1	4	4	4	1	4	4	4	8	41
			Total Geomorfología											*41*
		HIDROLOGÍA	CAUCES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESCURRIMIENTOS	1	1	2	2	1	1	4	1	2	4	22
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	1	2	4	2	1	1	4	1	1	4	25
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL -Química (DAM,DAR,Net.)	1	2	4	2	1	1	4	1	1	4	25
			INFILTRACIÓN	1	1	4	2	2	1	4	1	2	4	25
			Total Hidrología											*97*
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	1	1	2	2	2	1	1	1	1	4	19
			POTENCIAL DE EROSIÓN	2	1	4	2	2	1	4	4	2	4	31
			COBERTURA	2	1	4	4	2	1	4	4	4	4	35
			Total Suelo											*85*
			Total Medio Inerte											*292*
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL FLORA	2	1	4	2	2	1	4	4	4	4	33
			COBERTURA VEGETAL	2	1	4	2	2	1	4	4	4	4	33
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Flora											*66*
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL FAUNA	2	2	2	2	2	1	4	1	2	4	28
			HÁBITAT	2	1	4	2	2	1	4	1	4	4	30
			ESPECIES PROTEGIDAS	2	1	2	2	2	1	4	1	1	4	25
			Total Fauna											*83*
			Total Medio Biótico											*149*
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	2	1	4	4	4	1	4	1	2	4	32
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	2	2	4	4	4	1	4	1	2	4	34
			Total Paisaje											*66*
			Total Medio Perceptual											*66*
			Total Medio Físico											*507*
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4	22
			Total Infraestructura											*22*
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	1	2	2	4	0	1	4	1	4	0	23
			Total Cultural											*23*
			Total Medio Sociocultural											*45*
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	2	2	4	2	1	1	4	1	2	4	29
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			VOCACIÓN DEL SUELO	2	1	2	4	2	1	4	4	2	4	31
			Total Medio Económico											*60*
			Total Medio Económico											*60*
			Total Medio Socioeconómico											*105*

* I = +/-(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

Impactos compatibles
Impactos moderados
Impactos severos
Impactos críticos
Impactos positivos

I.2. Etapa de Construcción

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Construcción se concluye lo siguiente:

- *Atmósfera:* La calidad del aire seguirá siendo afectada de forma moderada respecto a los factores evaluados (generación de polvos y emisión de gases), debido al incremento de actividades en la zona que implica un mayor número de vehículos y maquinaria operando en el lugar, presentándose también un incremento de los niveles sonoros resultado de las actividades de construcción. Las actividades de construcción se realizarán en jornadas diurnas y nocturnas, por lo tanto; el factor niveles lumínicos se verá afectado por el incremento en la intensidad lumínica con una importancia baja, extensión puntual, de efecto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, periódico y recuperable de manera inmediata.

- *Geomorfología:* Durante esta etapa se presentarán modificaciones sobre las condiciones geomorfológicas del sitio como consecuencia de las actividades de construcción de las obras nuevas y de la ejecución de las excavaciones y cimentaciones requeridas para la instalación y adecuación las obras nuevas. Estas actividades implicarán alteraciones localizadas en las formas y configuración superficial del terreno; sin embargo, debido a que las modificaciones se concentrarán en las áreas con cierto grado de perturbación (dentro del polígono de la unidad minera) el impacto se considera de importancia moderada.

- *Hidrología:* Durante la etapa de construcción se estiman afectaciones en el Factor de escurrimientos, la intensidad de este impacto se estima sea baja, de extensión parcial, a medio plazo, temporal, acumulativo, efecto indirecto y mitigable. El Factor de Calidad de agua se estima que tendrá afectaciones en la calidad superficial por arrastre de sedimentos debido al movimiento de tierras para las actividades de construcción, por lo que se espera una intensidad baja, extensión parcial, reversible a mediano plazo, acumulativo, de efecto indirecto, periódico y mitigable. Debido a las actividades de construcción se verá afectada la infiltración en la huella del Proyecto donde habrá compactación por las obras y actividades a desarrollar como las conformaciones de camino, los canales de desvío pluvial.

- *Suelo:* Durante esta etapa este componente no presentara impactos debido a que los impactos fueron recibidos durante la etapa de preparación del sitio.

- *Flora:* La vegetación no será afectada durante la construcción del Proyecto, debido a que el área fue desmontada en la etapa previa (preparación del sitio).

- *Fauna:* En relación a la fauna principalmente la tolerante al disturbio, se estima un impacto de importancia compatible, con intensidad baja y extensión parcial, esto debido al ahuyentamiento involuntario e indirecto derivado del aumento de la presencia humana y maquinaria, el hábitat no presentara impactos adicionales debido a que el desmonte fue realizado durante la etapa previa y con la perdida de la cobertura vegetal el área del Proyecto perdió las posibilidades de ser un hábitat funcional para la fauna. Se estima que al concluir

las actividades de construcción la fauna tolerante al disturbio tendrá presencia ocasional en el sitio, principalmente aves y mamíferos pequeños.

- *Paisaje:* La calidad visual del sitio y la continuidad paisajística y visibilidad se verán alteradas durante esta etapa, por la construcción de obras nuevas de diversas dimensiones, por el incremento de tráfico vehicular, del personal trabajando, uso de maquinaria pesada, el impacto durante esta etapa tendrá intensidad baja, tendrá una extensión puntual, momento inmediato, permanente e irreversible durante esta etapa, de efecto directo y acumulativo, continuo e irrecuperable. La calidad visual comparte los mismos valores en los atributos que el impacto sobre la continuidad paisajística, siendo también de importancia moderada por las mismas razones.

- *Infraestructura:* La ejecución de las obras nuevas y las preexistentes implicará la incorporación de infraestructura especializada y la adecuación de las obras nuevas para seguir la operación de la Unidad favoreciendo la continuidad de las actividades mineras. Asimismo, la construcción de estas nuevas obras permitirá mejorar la funcionalidad y seguridad del sistema existente, al contar con instalaciones diseñadas específicamente para las condiciones y requerimientos operativos del Proyecto. El impacto se considera positivo, debido a representa una mejora y ampliación de la infraestructura existente, permitiendo atender las necesidades de la unidad durante toda su vida útil. Su efecto será de carácter directo, al estar asociado de manera inmediata con la ejecución de las obras y la infraestructura generada tendrá una función permanente durante la operación del Proyecto.

- *Generación de residuos:* se presentará un impacto negativo de importancia compatible durante el desarrollo de la etapa de Construcción, mismo que se considera un impacto de media a baja intensidad por el volumen de residuos peligros que se generarán por el mantenimiento a maquinaria y equipos; de manejo especial, así como residuos de la obra civil como escombro; y residuos domésticos (orgánicos inorgánicos), generados por el personal que laborará en el Proyecto para esta etapa.

- *Cultural y medio económico:* En esta etapa continuarán presentándose los impactos benéficos de importancia media debido al incremento del personal para actividades de construcción y el beneficio directo e indirecto para las zonas aledañas, los efectos positivos para la unidad minera al poder dar continuidad al proceso de beneficio, por lo tanto; la extensión del impacto será parcial.

- *Uso del territorio para actividades productivas:* tendrá una importancia de media intensidad, el impacto se considera de carácter adverso positivo, debido a que la ocupación del territorio y la modificación de sus condiciones actuales reducirán temporalmente su disponibilidad para otros usos productivos. Conforme a lo anterior, la magnitud del impacto se encuentra directamente relacionada con la naturaleza del Proyecto, ya que las obras nuevas estarán destinadas a fortalecer y dar continuidad a la actividad minera, para la *Vocación del suelo* se determinó como un impacto de media intensidad, esta modificación será de mayor relevancia en el área destinada a la nueva tepetatera, contrapozos y las demás obras nuevas a construir,

donde la ocupación del terreno implicará una transformación permanente asociada a la infraestructura minera.

En la Figura 2 se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de Construcción, así como la valorización estimada para cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

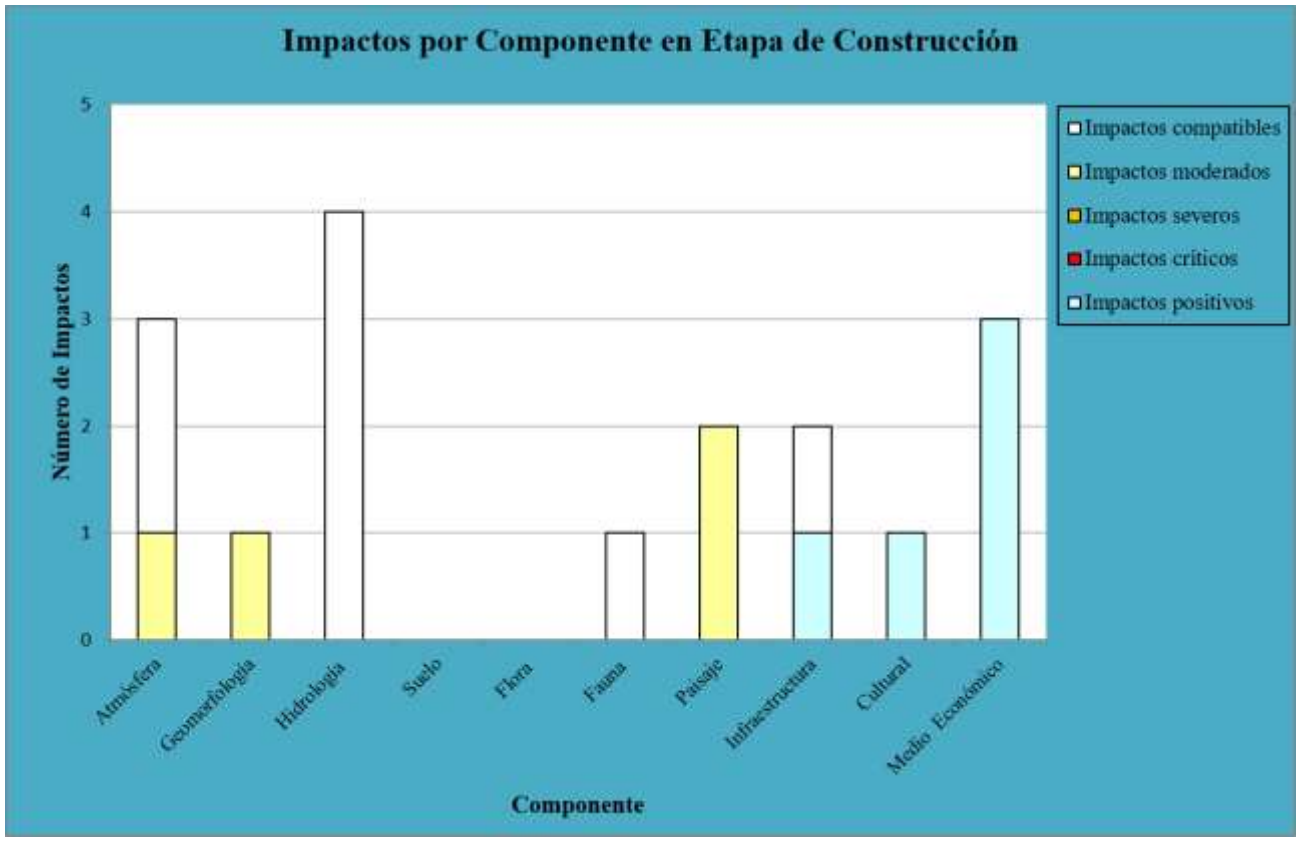


Figura 2. Impactos por componente en la etapa de Construcción

En la Tabla 2 presenta la matriz de importancia de impactos de la etapa de Construcción, en la cual se muestra la valorización realizada para cada uno de los factores impactados.

Tabla 2. Matriz de importancia de impactos de la etapa de construcción

Matriz de importancia de impactos
Etapa de Construcción

				ETAPA DE CONSTRUCCIÓN										
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO										IMPORTANCIA (I*)
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	POR FACTOR
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) Emisiones (NOx, SOx, COX)	2	2	2	2	2	1	4	1	2	2	26
			NIVELES SONOROS	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	23
			NIVELES LUMÍNICOS	1	1	4	2	1	1	4	4	2	1	24
			MICROCLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Atmósfera											*73*
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	2	1	2	4	2	1	4	4	4	4	33
			Total Geomorfología											*33*
		HIDROLOGÍA	CAUCES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESCURRIMIENTOS	1	2	2	2	1	1	4	1	2	4	24
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	1	2	2	2	2	1	1	1	2	4	22
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL -Quimica (DAM,DAR,Net.)	1	2	2	2	2	1	1	1	2	4	22
			INFILTRACIÓN	1	2	2	2	2	1	4	1	2	4	25
			Total Hidrología											*93*
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POTENCIAL DE EROSIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Suelo											*0*
			Total Medio Inerte											*199*
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL FLORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Flora											*0*
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL FAUNA	1	2	1	2	2	1	1	1	1	4	20
			HÁBITAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Fauna											*20*
			Total Medio Biótico											*20*
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	1	1	4	4	4	1	4	1	2	4	29
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	1	1	4	4	4	1	4	4	2	4	32
			Total Paisaje											*61*
			Total Medio Perceptual											*61*
			Total Medio Físico											*280*
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	2	2	4	4	4	1	4	4	2	4	37
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	4	2	2	1	4	1	2	4	25
			Total Infraestructura											*62*
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	2	2	2	2	2	1	4	1	2	2	26
			Total Cultural											*26*
			Total Medio Sociocultural											*88*
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	2	2	2	4	2	1	4	4	2	0	29
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	2	1	4	4	4	1	4	4	2	0	31
			VOCACIÓN DEL SUELO	2	1	4	4	4	1	1	1	2	4	29
			Total Medio Económico											*89*
			Total Medio Económico											*89*
			Total Medio Socioeconómico											*177*

* I = +/-(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

	Impactos compatibles
	Impactos moderados
	Impactos severos
	Impactos críticos
	Impactos positivos

I.1. Etapa de Operación y mantenimiento

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Operación del Proyecto, se destacan las siguientes conclusiones:

De acuerdo con la evaluación de impactos, en la etapa de Operación se presentarán impactos adversos Compatibles y moderados, sin identificarse impactos severos o críticos. Los impactos adversos de importancia moderada se presentarán en los factores de atmósfera, topografía y paisaje, seguido por los impactos compatibles en los factores suelo y generación de residuos.

- De acuerdo con la evaluación de impactos, en la etapa de Operación se presentarán impactos adversos compatibles y moderados en sus distintos factores ambientales, sin identificarse severos o críticos durante su ejecución. Los impactos benéficos se presentan con valores de importancia en el rango de los compatibles y moderados.

- *Componente Atmósfera*: La atmósfera seguirá recibiendo efectos adversos sobre la calidad del aire por las emisiones fugitivas de material particulado (polvos) esto debido al tránsito de vehículos y maquinaria, así como el mantenimiento y vigilancia a las obras del Proyecto, lo que conlleva un constante levantamiento de polvos furtivos. A lo anterior se suma un impacto negativo por la emisión de gases contaminantes. Ambos impactos se consideran compatibles y de extensión parcial, y podrán ser mitigado a través de buenas prácticas, el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo, el riego de caminos, entre otros.

- *Niveles sonoros:* Se tendrá un impacto de importancia compartible, debido a que durante la operación la presencia de maquinaria y vehículos es menor que en la etapa previa, por lo tanto, el impacto sobre este factor es de baja intensidad extensión parcial, persistencia fugaz, reversible de manera inmediata, acumulativo, periódico, y recuperable de manera inmediata una vez que terminen las actividades correspondientes a la etapa. Para esta etapa se estima se presenten alteraciones en los *niveles lumínicos* en el sitio de importancia compatible, ya que podrán presentarse actividades en horarios nocturnos además del uso de iluminación adicional en el área del Proyecto. Este impacto es compatible, periódico y es mitigable con reversibilidad inmediata. La persistencia del impacto a diferencia de los otros considerados para la atmósfera será mitigable considerando las medidas adecuadas.

- *Geomorfología:* Durante esta etapa no se presentarán alteraciones para este componente, ya que los impactos que pudieran presentarse fueron ya ejecutados en las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo que ya no se presentarán alteraciones en el Área del Proyecto.

- *Hidrología:* Conforme al análisis y estimación de los impactos ambientales para el componente Hidrológico, se estima que se presentarán alteraciones de importancia compatible. En lo referente al factor Infiltración, las obras y actividades previstas mantendrán las condiciones actuales de alteración del sitio, debido a que la superficie destinada a las nuevas obras del proyecto no contarán con sitios con capacidad para favorecer de manera puntual la captación y posterior infiltración del agua pluvial. En este sentido, la ocupación y adecuación de las áreas de trabajo podrán contribuir a mantener una reducción en la tasa de

infiltración; sin embargo, debido a las características y extensión de las obras, el impacto se considera de importancia compatible.

Respecto al factor Calidad del agua subterránea, se podrán presentar alteraciones asociadas principalmente a las actividades desarrolladas en el cuarto de lavado y filtro de aceite, debido a que pueden ocurrir derrames accidentales de combustibles, aceites, lubricantes u otras sustancias empleadas durante la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipos. Asimismo, un manejo inadecuado de los productos y sustancias utilizados en estas actividades podría representar una fuente potencial de contaminación del suelo y, por ende, generar una afectación a la calidad del agua subterránea. No obstante, la aplicación de medidas preventivas y de control permitirá reducir la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de estos efectos.

- *Flora:* Durante esta etapa no se presentarán alteraciones al componente Flora, ya que los impactos que pudieran presentarse en sus distintos factores ambientales fueron ya ejecutados en las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo que ya no se presentarán alteraciones.

- *Suelo:* Durante esta etapa no se presentarán alteraciones para este componente, ya que los impactos que pudieran presentarse en sus distintos factores ambientales fueron ya ejecutados en las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo que ya no se presentarán alteraciones en el Área.

- *Fauna:* Será en la etapa de operación donde el personal en el sitio aumenta considerablemente, dando paso a la alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna, aunque de manera ligera, ya que este impacto se considera de intensidad baja, de efecto parcial, inmediato, reversible a corto plazo, sin sinergismo y acumulativo y discontinuo, pero mitigable. Lo anterior, será producto de las actividades diarias como el tránsito de personal y vehículos, además del ruido ocasionado por los equipos y maquinaria. Por ello, se contemplan distintas actividades a base de medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales para el componente en esta etapa del Proyecto.

- *Paisaje:* se esperan impactos de importancia compatible para el factor de continuidad paisajística; producto de la incorporación de estas obras nuevas y operativas de la Unidad Minera San Ignacio, lo que resultará en la integración de elementos artificiales a la zona, siendo que en el Área de Influencia delimitada presentan en esta etapa una alta perturbación por acciones antrópicas que reducen considerablemente ambos factores, todo integrándose en un paisaje minero que engloba a la totalidad de las obras del Proyecto. Sin embargo, estos impactos pueden ser debidamente mitigados y compensados al finalizar la vida útil del Proyecto.

- *Medio-sociocultural:* durante esta etapa se presentarán impactos de importancia compatible, así como impactos benéficos durante su ejecución, ya que en esta etapa se seguirán generando distintos tipos de residuos como sólidos urbanos, manejo especial y mineros. Este impacto

presentará una intensidad media y extensión puntual, siendo reversible y recuperable de manera inmediata.

- En este mismo subsistema, el componente *Servicios e Infraestructura* presentará un impacto benéfico en el Proyecto y su Área de Influencia, ya que las distintas obras y actividades de la etapa representarán un servicio para la mina San Ignacio y prestarán distintos servicios para el desarrollo económico y para el personal que labora en el sitio.

En la siguiente figura se muestra una gráfica con la relación de los impactos ambientales por componente en la etapa de Operación, así como la valorización estimada para cada uno de los componentes ambientales y sus distintos factores a impactar.

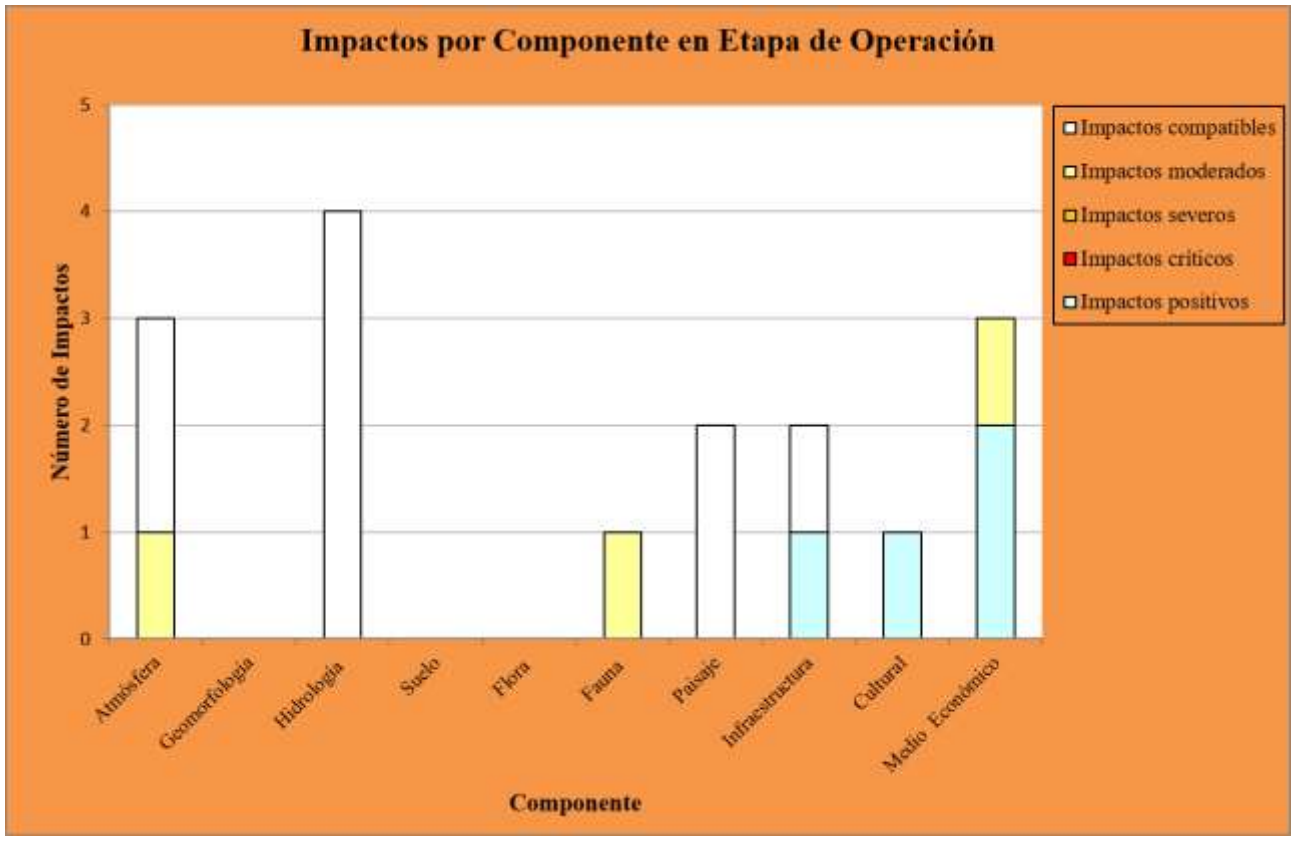


Figura 3. Impactos por componente en la etapa de Operación

A continuación, se presenta la matriz de importancia de impactos de la etapa de Operación, en la cual se muestra la valorización realizada para cada uno de los factores impactados.

Tabla. 3. Matriz de importancia de impactos de la etapa de Operación

Matriz de importancia de impactos

Etapa de Operación

				ETAPA DE OPERACIÓN										
				ATRIBUTOS DE IMP. DEL IMPACTO										IMPORTANCIA (I*)
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTORES IMPACTADOS	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	POR FACTOR
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE - Material particulado (PST, PM-10) Emisiones (NOx, SOx, COX)	2	2	2	2	2	1	4	1	2	2	26
			NIVELES SONOROS	1	2	2	1	2	1	4	1	2	1	21
			NIVELES LUMÍNICOS	1	1	2	2	2	1	4	1	2	4	23
			MICROCLIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Atmósfera											*70*
		GEOMORFOLOGÍA	TOPOGRAFÍA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Geomorfología											*0*
		HIDROLOGÍA	CAUCES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESCURRIMIENTOS	1	1	2	2	2	1	4	1	2	4	23
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL - Sedimentos	1	1	2	2	2	1	4	1	2	4	23
			CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL -Química (DAM,DAR,Net.)	1	1	2	2	2	1	4	1	2	4	23
			INFILTRACIÓN	1	2	2	2	2	1	4	1	2	4	25
			Total Hidrología											*94*
		SUELO	PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			POTENCIAL DE EROSIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Suelo											*0*
			Total Medio Inerte											*164*
	MEDIO BIÓTICO	FLORA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL FLORA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			COBERTURA VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS Y/O DE INTERÉS ESPECIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Flora											*0*
		FAUNA	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL FAUNA	1	2	2	2	4	1	4	1	1	4	26
			HÁBITAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			ESPECIES PROTEGIDAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Total Fauna											*26*
			Total Medio Biótico											*26*
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE	CUALIDADES ESTÉTICAS	1	1	1	4	4	1	4	1	1	4	25
			CONTINUIDAD PAISAJÍSTICA	1	1	1	4	4	1	4	1	1	4	25
			Total Paisaje											*50*
			Total Medio Perceptual											*50*
			Total Medio Físico											*240*
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO SOCIO-CULTURAL	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	2	1	4	4	4	1	4	4	4	0	33
			GENERACIÓN DE RESIDUOS	1	1	2	2	2	1	4	1	2	1	20
			Total Infraestructura											*53*
		CULTURAL	CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y PROGRAMAS	2	2	4	2	2	1	4	4	2	0	29
			Total Cultural											*29*
			Total Medio Sociocultural											*82*
	MEDIO ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO	DESARROLLO ECONÓMICO	2	2	4	4	4	1	4	4	2	0	33
			USO DEL TERRITORIO PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	2	2	4	4	4	1	4	4	4	0	35
			VOCACIÓN DEL SUELO	2	2	4	4	4	1	4	1	2	4	34
			Total Medio Económico											*102*
			Total Medio Económico											*102*
			Total Medio Socioeconómico											*184*

* I = +/-(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

	Impactos compatibles
	Impactos moderados
	Impactos severos
	Impactos críticos
	Impactos positivos

I.2. Etapa de Restitución y Cierre

De la matriz de caracterización de la importancia de impactos de la etapa de Restitución y Cierre del Proyecto, se destacan las siguientes conclusiones:

- Para la etapa de cierre se mantendrán los impactos sobre el factor calidad del aire, puesto que las actividades de cierre hacen uso de maquinaria para el movimiento de tierras y retiro de cimientos de estructuras, aunado al tránsito vehicular constante, los impactos por los niveles sonoros y vibraciones se mantendrán; ocurriendo de manera periódica e irregular. Por su parte, los niveles lumínicos en el área ocupan una menor superficie y el impacto esta vez será positivo para aquellas especies de fauna nocturnas que eran ahuyentadas por la intensidad lumínica y el ruido de las actividades mineras en la etapa operativa. El factor microclima mantendrá su impacto nulo al componente observado en la etapa de operación, pudiendo presentar paulatinamente afectaciones de carácter positivo.

- El factor topografía no presentará impactos de ningún tipo en la etapa de cierre, puesto que no será necesaria la modificación en la topografía en esta etapa, y aquellas actividades remanentes de la etapa operativa no suponen impactos de carácter residual. Al cierre del proyecto, no se presentarán impactos nuevos a dicho componente, asegurando así un paisaje posterior al uso minero que sea seguro y estable desde el punto de vista físico, geoquímico y ecológico.

- Con respecto al componente hidrológico, en la fase de cierre se mantendrán los impactos potenciales hacia la calidad del agua, aunque disminuidos en su intensidad y extensión; sin embargo, se estima que con la aplicación de medidas, estos impactos sean prevenidos y mitigados. Con respecto a la infiltración, este impacto representa un impacto de baja intensidad durante la fase de cierre, intensidad que se irá incrementando de manera positiva durante la etapa de aplicación de medidas.

- El componente suelo no presentara impactos negativos durante la etapa de cierre, siendo que los impactos que se estiman son positivos, ya que se intervendrá el área del proyecto con fines de restauración y este componente es primordial en las primeras etapas para lograr una estabilización ecológica de la zona, por lo tanto, durante la fase de cierre se estima un impacto positivo de alta intensidad en su factor cobertura del suelo y un impacto de importancia media en su factor de potencial de erosión.

- El componente fauna presentará impactos positivos en la etapa de cierre del proyecto, ya que el cese de operaciones y lo que esto representa (disminución de la presencia humana, cese de actividades permanentes con maquinaria pesada, disminución de tránsito vehicular, disminución de ruido y cese de este durante horarios nocturnos, así como la ausencia de vibraciones, y niveles lumínicos) beneficiará el regreso paulatino de especies de fauna. Se estima un impacto positivo de intensidad media, extensión parcial, sinérgico, acumulativo de efecto indirecto e irregular.

- El paisaje será impactado de manera positiva durante esta etapa; las cualidades estéticas recibirán un impacto positivo por el desmantelamiento de la infraestructura y el cese de operaciones así como la disminución de maquinaria pesada y el tránsito vehicular, estimándose una intensidad baja de carácter positivo, extensión parcial, permanente, sinérgico, de efecto directo e irreversible. Durante esta etapa las actividades mineras habrán cesado completamente y la presencia de personal se limitará al seguimiento de las actividades de restauración.

- Para el factor servicios e infraestructura, se estima un impacto negativo de importancia compatible, puesto que el desmantelamiento de obras y actividades supondrá una disminución en elementos de infraestructura; dicho impacto tendrá una extensión puntual, de carácter permanente, irreversible, simple, de efecto indirecto e irrecuperable.

- Para el factor Generación de residuos, la generación de estos mismos durante esta etapa presentará una intensidad alta debido a la cantidad de residuos que serán generados por el desmantelamiento; este impacto tendrá una extensión puntual, ocurrirá de manera inmediata, será reversible a mediano plazo, sin sinergia, pero acumulativo, continuo y mitigable.

- En el factor Capacitación, educación y programas, la actividades de capacitación se mantendrán hasta que el personal sea retirado definitivamente del sitio, la intensidad de este impacto será media, con extensión parcial, se presentará a medio plazo y tendrá una persistencia permanente.

- En los factores Desarrollo económico y Uso del territorio para actividades productivas, y Vocación del suelo, el desarrollo económico durante la etapa de cierre se mantendrá con una intensidad baja y de extensión parcial ya que las actividades que serán desarrolladas durante esta etapa están enfocadas al cierre, pero implican la aplicación de obras de desmantelamiento y posterior estabilización, donde los empleos de contratistas se mantendrán durante la duración de esta etapa con una momento a mediano plazo, de efecto directo y siendo sinérgicos.

Con lo anterior, Se considera que en la actualidad, el municipio de Guanajuato presenta una importante influencia por la actividad minera (empleos, derrama económica y programas) y, por lo tanto, será de suma importancia el mantener un monitoreo y diseño cuidadoso en los últimos años de la operación con la finalidad de lograr el menor impacto negativo posible por cierre del Proyecto y por consiguiente, de la Unidad Minera San Ignacio.

II. Caracterización de los impactos

De acuerdo con el Artículo 3°, Fracción IX del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), 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"*.

De acuerdo con el proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA) desarrollado para el Proyecto, ninguno de los impactos identificados provocará alteraciones que obstaculicen la continuidad de los procesos naturales en la zona, es decir, el Proyecto no generará impactos que ocasionen desequilibrios ecológicos en la región.

Las metodologías empleadas permitieron identificar los impactos potenciales, de importancia variable, que se podrán presentar sobre los componentes ambientales, a partir de la realización de las obras y actividades en cada etapa del Proyecto.

La valoración y jerarquización de los impactos permitió distinguir los impactos principales de los secundarios o de menor importancia. Los impactos principales del Proyecto por el valor de importancia relativa y/o absoluta resultó, fueron considerados como tales en virtud de que convergen algunas de las siguientes condiciones:

- La evaluación de sus atributos resultó en los mayores valores de importancia.
- La influencia sobre el Factor alterado se presenta en más de una etapa del desarrollo del Proyecto (operación y cierre).
- La ponderación del Factor ambiental alterado (UIP), sea alta en el contexto del Área de Influencia.

De acuerdo con estos criterios de jerarquización, en la presente sección se interpretan y se describen los impactos identificados como principales a partir de las matrices de importancia y de la matriz de factores ambientales ponderados.

II.2. Descripción de los impactos principales identificados

A continuación, se describen los impactos interpretados y definidos como principales, tanto adversos como positivos, que se estima que podría generar el desarrollo del Proyecto, a los cuales se les ha designado un código respecto al componente ambiental sobre el cual se presentarían (Tabla. 4).

Estos impactos se enlistan según el orden en el que aparecen dentro de la matriz de evaluación de impactos, misma que evalúa en primera instancia los componentes ambientales, abióticos y posteriormente los componentes bióticos y socioeconómicos.

Tabla. 4. Principales Impactos adversos potenciales identificados

Componente Ambiental	Código	Impacto Potencial	Importancia del Impacto
Atmósfera	*Atm-01*	Alteración en la calidad del aire (Material particulado y emisiones)	Moderado
	Atm-02	Alteración a los niveles sonoros	Compatible
Geomorfología	*Geo-01*	Modificaciones en las formas y elevaciones naturales del terreno	Moderado
Suelo	*Su-01*	Remoción de la Cobertura del Suelo en su Profundidad Efectiva	Moderado
Flora	*Fl-01*	Pérdida de la Cobertura Vegetal en el Área del Proyecto	Moderado
Fauna	*Fa-02*	Afectación a la distribución espacial y temporal de fauna	Moderado
Paisaje	*Pa-01*	Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad	Moderado
Infraestructura	*In-01*	Generación de residuos	Compatible

Atmósfera

Atm-01 Alteración a la Calidad del aire

Las actividades que comprenden las etapas del Proyecto causarán la emisión de contaminantes atmosféricos que alterarán los parámetros de calidad del aire en el sitio. Dichos contaminantes tendrán dos orígenes principales: la emisión de gases de combustión por la operación de la maquinaria y el uso de vehículos, y la suspensión de polvo debido al paso de vehículos. El desmonte de la vegetación en el área de ocupación propiciará la generación de polvos.

Así mismo, durante las etapas del Proyecto se liberarán emisiones por la maquinaria y vehículos de transporte del personal laborando en el área, aunado al movimiento de tierras derivado de las maniobras de operación de las obras del Proyecto.

Los principales generadores de este impacto son las actividades del Cambio de Uso de Suelo de las tepetatera y los contrapozos, así como las obras como el equipo Ore Sorter y el cuarto de lavado, por su constante manejo de rocas mineralizadas y maquinaria que durante su operación generan partículas suspendidas en la zona respectivamente, así como el movimiento de tierras y el acarreo entre cada una de las áreas.

En las distintas etapas del Proyecto, las emisiones de polvos se consideran fugitivas, inconstantes y de alcance puntual. Este impacto es reversible si se considera que el efecto finaliza casi inmediatamente después que cesa la actividad causante del impacto, además de ser mitigable con las acciones adecuadas.

Aun cuando los impactos a la calidad del aire por emisión fugitiva de partículas pueden extenderse más allá del área de la huella de las obras del proyecto, las condiciones meteorológicas y topográficas de la zona disminuirán su concentración.

Atm-02 Alteración a los niveles sonoros

Durante las etapas del Proyecto se espera un incremento en los niveles sonoros producto de la implementación de obras y actividades como la delimitación, compactación y acondicionamiento de la superficie del Proyecto en la etapa de preparación (con un grado de importancia compatible), en las actividades de la etapa constructiva (cuarto de lavado, filtro de aceite, bodegas para el área de geología, cuarto de barras), y, por último, en la operación de las obras del Proyecto.

Con lo anterior, no se espera que los niveles sonoros rebasen los límites máximos permisibles de acuerdo con la normatividad aplicable, puesto que se proponen medidas de prevención y mitigación para atenuar los impactos de persistencia fugaz que podrán presentarse en el Proyecto.

Geomorfología

Geo-01 Modificaciones en las formas y elevaciones naturales del terreno

El impacto sobre la geomorfología podrá manifestarse desde la etapa de preparación del sitio, particularmente con la ejecución de las actividades de desmonte y despalme, así como mediante los trabajos de corte, relleno, nivelación y conformación del terreno. No obstante, será durante las etapas de construcción y operación cuando dicho impacto adquiera mayor relevancia, debido a la modificación progresiva y permanente de las formas del relieve y de las curvas de nivel naturales del sitio, como consecuencia de las obras requeridas para el desarrollo de la nueva Tepetatera #4 y los contrapozos.

Las modificaciones a la topográfica estarán asociadas principalmente con la conformación de bordos, caminos, canales y demás obras complementarias necesarias para el funcionamiento del Proyecto, ocasionando una transformación permanente de las condiciones geomorfológicas originales dentro de las áreas de intervención. Por las características y objetivos del Proyecto, se considera que este impacto presenta un carácter permanente e irrecuperable durante la vida útil del mismo. El impacto sobre la geomorfología se considera de carácter acumulativo, debido a que el sitio se encuentra inmerso en un entorno previamente intervenido por diversas actividades mineras desarrolladas a lo largo del tiempo, las cuales han generado modificaciones en el terreno. Por lo anterior, el impacto se considera como uno de los impactos principales asociados al desarrollo del Proyecto.

Suelo

Su-01 Remoción de la Cobertura del Suelo en su Profundidad Efectiva

Durante la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo las actividades de desmonte y despalme en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo, por lo que durante estas actividades se tendrá una remoción total del suelo orgánico existente en la superficie del Proyecto.

Con esto, se estima que el impacto a la capa de suelo orgánico existente y su profundidad efectiva se vean alteradas, señalando que este tipo de impactos son fácilmente compensados

mediante la aplicación de las medidas adecuadas, para minimizar el impacto al suelo y reducir su potencial de erosión tanto eólica como hídrica.

Flora

Fl-01 Pérdida de la Cobertura Vegetal en el Área del Proyecto

Este impacto es considerado como un impacto acumulativo debido a que el Proyecto dará continuidad a un Proyecto preexistente y aumentará su superficie.

Considerando que el desmonte de vegetación dará paso a la construcción de las nuevas obras que conllevan Cambio de Uso de Suelo (Tepetatera #4 y contrapozos), el impacto será de efecto inmediato, permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo y continuo de extensión puntual y mitigable, se estima como una modificación de media intensidad, lo que se interpretó como un impacto de importancia moderada, que solo se presentara durante la primera etapa del Proyecto, ya que no se afectará áreas adicionales a partir de que se inicien las actividades constructivas ni operativas del Proyecto.

Fauna

Fa-01 Afectación a la distribución espacial y temporal de fauna

Las actividades del Proyecto en cada una de las etapas ocasionarán efectos adversos sobre la distribución espacial y temporal de la fauna. Se estima que a partir de la realización de las obras y actividades, con el desmonte de la vegetación, la operación de maquinaria, modificaciones a la topografía significarán la pérdida puntual de espacios para el hábitat de especies de fauna, el incremento del personal en el sitio, así como el incremento de los niveles sonoros desde el inicio de obras y lumínicos a partir de la etapa de operación del Proyecto, se afectará la distribución de la fauna silvestre, alejándolos del sitio, para lo cual se aplicarán medidas de prevención en el Programa de Vigilancia Ambiental, enfocadas a la protección de la fauna, como serán el ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares.

Los impactos sobre este factor resultan de importancia moderada para las etapas de operación y de importancia compatible para la etapa de construcción. No se estima que se presente una alteración intensa que derive en un impacto de importancia mayor, pero el Proyecto ocasionará efectos adversos en las actividades propias de cada etapa.

La presencia humana y de maquinaria operando en el sitio también provocará que la fauna menos tolerante al disturbio se aleje del sitio; sin embargo, se espera que este impacto en la primera etapa del Proyecto tenga una intensidad media, con una extensión parcial, de efecto inmediato, e indirecto; siendo además un impacto continuo, pero mitigable.

Durante la etapa de Operación se mantendrá el personal y las actividades en el sitio, provocando que la alteración sobre la distribución espacial y temporal de la fauna continúe. Este impacto presentará entonces una intensidad media, siendo de extensión parcial, inmediato, temporal,

recuperable a corto plazo, acumulativo, indirecto y mitigable, por lo que en esta etapa este impacto resultará ser moderado. Adicionalmente, se tomó a consideración que el sitio se encuentra ya perturbado producto de las actividades mineras y antrópicas que se realizan en la zona, por lo que se asume que las especies de fauna fueron desplazándose tiempo atrás, o que algunas especies menos vulnerables se han adaptado a la dinámica de las actividades dentro del área de influencia del Proyecto.

Paisaje

Pa-01 Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad

El desarrollo del Proyecto generará una modificación en la continuidad y configuración visual del paisaje, debido principalmente a la incorporación de nuevas estructuras, superficies intervenidas y elementos artificiales dentro del entorno que presenta condiciones paisajísticas previamente establecidas.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de desmonte, despalme, movimiento de tierras, cortes, rellenos y nivelaciones modificarán progresivamente la configuración del terreno y la cobertura superficial, generando contrastes en las condiciones naturales y actuales del área. Asimismo, el tránsito y operación de maquinaria, vehículos y equipos de construcción constituirán elementos temporales que podrán incrementar la percepción de alteración visual del entorno.

El impacto se considera de carácter adverso, debido a que implica una modificación de las condiciones visuales actuales y una disminución de la continuidad paisajística del sitio; asimismo, presenta un carácter acumulativo, considerando que el Proyecto se desarrollará dentro de un área con infraestructura y actividades mineras preexistentes. Conforme a lo anterior, al tratarse de una zona que actualmente presenta un grado de intervención de actividades mineras, la incorporación de las nuevas obras se integrará parcialmente a un paisaje ya transformado.

Infraestructura

In-01 Generación de residuos

Este impacto se mantendrá desde el inicio del Proyecto y se incrementará durante la operación aumentando la intensidad de generación conforme avanza el proyecto, los tipos de residuos que se presentaran en las actividades de construcción (Residuos de manejo especial, Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos) y la operación integral del Proyecto (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial, Residuos Peligrosos y Residuos Mineros). Este impacto será mitigado conforme a la normatividad vigente con respecto al manejo integral de residuos y de acuerdo con los planes de manejo de residuos con los que cuente la Promovente.

Impactos benéficos

Además de los impactos adversos descritos anteriormente, el desarrollo del Proyecto causará impactos positivos con importancia que va desde la categoría de los compatibles a los moderados (en sentido positivo), durante todo el desarrollo del Proyecto, los cuales se describen a continuación:

Me-01 Desarrollo económico

El principal impacto benéfico se presentará a lo largo del desarrollo del Proyecto, por la generación, conservación, incremento de empleos directos e indirectos, temporales y permanentes, así como derrama económica por los bienes y servicios que demandará el personal contratado.

Cu-01 Capacitación, educación y programas

Todo personal, tanto existente como nuevo que sea contratado para laborar en alguna de las obras, actividades y/o etapas del Proyecto, deberá recibir capacitación, ya sea por parte del promovente, o por parte de la empresa contratista responsable de su contratación. Además, durante todas las etapas se impartirán programas sociales en beneficio de la comunidad local y de la región.

In-02 Infraestructura

Este es el impacto de menor importancia relativa, ya que se presentará a partir de la etapa de operación. Corresponde al desarrollo de servicios e infraestructura minero industrial en beneficio de la región. Este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona. Este impacto será moderado (positivamente).

III. Valorización de Impactos

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 valores máximos de importancia de los impactos identificados para cada etapa del Proyecto. En esta matriz se pondera el efecto de acuerdo con lo significativo que es con respecto a cada factor ambiental.

A cada factor ambiental identificado se le asignó 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 con su grado de importancia en la Región Ecológica.

En la matriz de valoración de impactos 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, traducido como "Fragilidad" de los mismos. La suma por columnas nos da una valoración relativa del efecto que cada acción producirá en el medio y, por tanto, su "grado de alteración"; si bien, aunque se tabulen los distintos impactos determinados por su valor absoluto o su valor relativo, el orden en cada tabla no es sinónimo de su representatividad u orden jerárquico por importancia.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto, se concluye que por la magnitud del impacto adverso absoluto que reciben los factores ambientales pueden ser ordenados de mayor a menor alteración como aparecen en la Tabla. 5, mientras que por la magnitud del impacto adverso relativo que reciben los factores ambientales, estos pueden ser ordenados de mayor a menor alteración como aparecen en la Tabla. 6.

Tabla. 5. Factores impactados por valor Absoluto ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

Id	Factor	Abs
1	Continuidad paisajística	91
2	Cualidades estéticas	86
3	Calidad del aire - Material particulado (PST, PM-10) Emisiones (NOX, SOX, COX)	78
4	Infiltración	75
5	Distribución espacial y temporal fauna	74
6	Calidad del agua superficial - Sedimentos	70
7	Calidad del agua superficial - Química (DAM,DAR,NET.)	70
8	Escurrimientos	69
9	Niveles sonoros	67
10	Niveles lumínicos	67
11	Generación de residuos	67
12	Cobertura	35
13	Distribución espacial y temporal flora	33
14	Cobertura vegetal	33
15	Potencial de erosión	31
16	Hábitat	30
17	Especies protegidas	25
18	Profundidad efectiva del suelo	19
19	Microclima	0
20	Cauces	0
21	Especies protegidas y/o de interés especial	0

Tabla. 6. Factores impactados por valor relativo ordenados de mayor a menor vulnerabilidad

Id	Factor	Rel
1	Continuidad paisajística	136
2	Cualidades estéticas	131
3	Calidad del aire - Material particulado (PST, PM-10) Emisiones (NOX, SOX, COX)	113
4	Infiltración	110
5	Distribución espacial y temporal fauna	109
6	Generación de residuos	107
7	Calidad del agua superficial - Sedimentos	95
8	Calidad del agua superficial - Química (DAM,DAR,NET.)	95
9	Escurrimientos	94
10	Niveles sonoros	87
11	Niveles lumínicos	87
12	Cobertura	80
13	Distribución espacial y temporal flora	73
14	Cobertura vegetal	73
15	Potencial de erosión	71
16	Hábitat	70
17	Especies protegidas	55
18	Profundidad efectiva del suelo	54
19	Especies protegidas y/o de interés especial	25
20	Microclima	20
21	Cauces	20

- Por la magnitud del impacto Adverso Absoluto que reciben los Subsistemas Ambientales, estos pueden ser ordenados de mayor a menor vulnerabilidad como sigue, Medio Inerte, Medio Perceptual y Medio Biótico.
- Tanto el Medio perceptual como el Medio biótico recibirán impactos Adversos compatibles y Moderados. No se estimaron impactos Severos o Críticos para estos medios.

Lo anterior se encuentra representado en la Figura. 1 donde se ejemplifica gráficamente la cuantificación de impactos en cada una de las etapas del Proyecto.

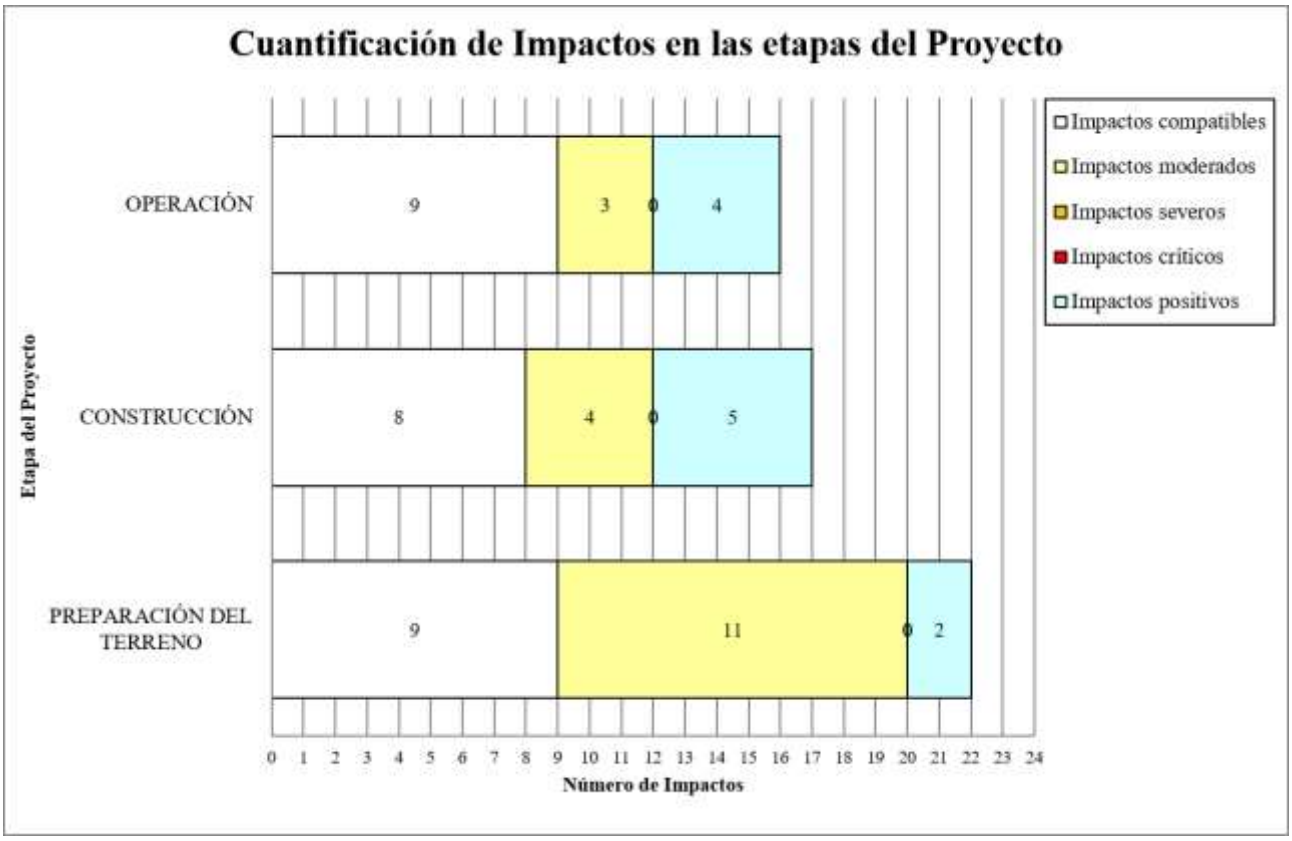


Figura. 1. Tipos de impactos identificados y anticipados para las etapas del Proyecto

IV. Impactos acumulativos y/o sinérgicos

El Proyecto conlleva por su naturaleza impactos acumulativos; este tipo de impacto es aquel que puede ser acentuado o sumado a los impactos existentes de determinado Factor ambiental, ya sea entre las mismas obras pretendidas, obras y actividades existentes en el sitio o dentro del Área de Influencia e incluso por la dinámica natural y de uso de suelo de la zona.

Además de los efectos específicos del Proyecto, se tomaron en cuenta los impactos que pueden ser acumulativos por la interacción con las actuales operaciones de la mina San Ignacio. Un elemento de evaluación considerado durante el análisis de la importancia es la acumulación de cada impacto considerado sobre cada factor ambiental.

El Proyecto incrementará el efecto acumulativo de la zona, lo cual se verá reflejado en los siguientes componentes:

- Atmósfera: Habrá acumulación de los niveles sonoros y de polvos generados por el acarreo y actividades de operación, así como por las actividades diarias propias de las actividades mineras cercanas (oficinas, talleres, tránsito de personal, vehículos y maquinaria, etc.), ya que el sitio se encuentra perturbado.
- Fauna. Recibirá impactos acumulables en los factores distribución espacial, ya que dentro del Área de Influencia ya existen alteraciones al componente fauna por el desarrollo de diversas actividades antropogénicas (industriales, agrícolas y desarrollo urbano). Adicionalmente a los impactos preexistentes en la vegetación por la presencia de algunas obras de la mina San Ignacio dentro del Área de Influencia, las actividades de cambio de uso de terrenos forestales generarán un impacto acumulativo por la remoción de vegetación para el desarrollo del Proyecto.

IV.1. Acumulativos: Factores Socio Económicos

El Proyecto implica tanto la expansión de la plantilla de trabajadores, empleados y contratistas, generando empleos directos e indirectos adicionales a los existentes en la región, así como también implica la continuidad de su plantilla laboral durante el periodo de vida útil del Proyecto, conservando los empleos que hasta el momento produce, tanto directos como indirectos.

El efecto de generación de empleos se considera de alta importancia, aunque el pico de empleados se dará en las etapas de construcción-operación. Este corresponderá al desarrollo de infraestructura a la mina en beneficio de la región; el Proyecto contribuirá al desarrollo industrial minero del área, este desarrollo industrial implica beneficios económicos y sociales directos e indirectos a los trabajadores y habitantes de la zona.

Se podrá generar una mayor derrama económica a la ya existente en el sitio, impactando de manera benéfica a los pobladores cercanos a la mina y localidades aledañas, además de que puede aumentar la vida útil de la misma, ocasionando un mayor lapso de desarrollo económico.

V. Impactos residuales

Después de la determinación y descripción de las medidas propuestas para cada uno de los impactos detectados para las etapas del Proyecto, se realizó un análisis de la efectividad de cada medida, tomando como base los impactos ambientales máximos determinados en el Capítulo V del presente documento y la aplicación de las medidas en la medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales en el Capítulo VI.

Una vez implementadas las medidas de prevención, mitigación y compensación, se anticipan impactos residuales[1] para cada Componente Ambiental y como resultado de la ejecución del Proyecto. Derivado de dicho análisis, los impactos ambientales estimados presentarán disminución en su intensidad e importancia respecto a su realización sin la aplicación de dichas medidas, resultando en la erradicación de impactos ambientales o en la modificación en su importancia general.

Conforme a la evaluación de la efectividad de las medidas propuestas se describen los posibles impactos residuales del Proyecto:

V.1. Atmósfera

Dispersión fugitiva de partículas suspendidas durante la operación de las obras y áreas donde se tenga interacción con vehículos y maquinaria pesada. La dispersión de polvos podría ocurrir de manera intermitente y eventual, ocasionada por los vientos en la zona y su área estimada de influencia serían los sitios aledaños a esta misma.

V.2. Fauna

Para la alteración de los patrones de distribución espacial y temporal de la fauna, se planean desarrollar diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto sobre el Factor fauna, está siempre se mantendrá al margen de las actividades del proyecto, es decir, el ruido, las vibraciones y sobre todo la presencia humana serán un Factor determinante en la presencia de este impacto residual, el cual será contrarrestado una vez finalizado el abandono y restitución del sitio.

Sin embargo, el impacto residual esperado se considera poco significativo, ya que se realizarán actividades de rescate y ahuyentamiento de fauna, propiciando que las especies de menor tolerancia a los disturbios puedan repoblar el sitio de manera gradual.

VI. Resumen y Conclusiones

La metodología de evaluación de impactos empleada analiza las actividades que se pretenden realizar en la etapa operativa del Proyecto en su contexto ambiental. La evaluación de los impactos es progresiva a través del análisis de las interacciones entre los elementos del Proyecto y los factores ambientales y sustenta la valoración de la importancia de cada impacto a través del

[1] Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, y cuya residualidad deriva de la persistencia e irreversibilidad del efecto (incluso después de la atenuación o mitigación).

análisis puntual de su intensidad, su extensión, su acumulación, su sinergia, su persistencia, su periodicidad, su reversibilidad, su recuperabilidad, el momento en que se manifiesta el efecto, así como su cualidad de ser un impacto directo o indirecto.

A partir del análisis realizado, la identificación y evaluación de los impactos ambientales directos e indirectos por la ejecución del Proyecto en sus diferentes etapas, es posible concluir que:

- El Proyecto considera medidas de prevención, mitigación y compensación que podrán ser evaluadas, pues serán ubicables, medibles y cuantificables.
- Los impactos ambientales negativos identificados del Proyecto son congruentes con las actividades y obras planteadas. La localización del Proyecto corresponde a una alternativa adecuada en términos de distancia a la zona urbana, integración de servicios, menor superficie de desmonte, así como un menor grado de fragmentación de la zona.
- El desarrollo del Proyecto implica la generación de impactos benéficos relacionados con el incremento de aspectos socioeconómicos derivados de acciones como la generación de empleos, la derrama económica, la recaudación fiscal, entre otros; además del establecimiento de infraestructura que coadyuve al crecimiento y mejora de la industria minera de la región, lo cual fortalece a su vez el crecimiento de la misma.
- Como medidas para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para los impactos adversos que potencialmente generará el Proyecto se implementará un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) integrado a la mina San Ignacio para la evaluación se su eficiencia mediante indicadores.

Una vez puesto en marcha el Proyecto, las condiciones ambientales modificadas por sus actividades volverán a su equilibrio, hasta integrarse a la continuidad evolutiva del entorno sin ningún problema. Por lo tanto, fundamentado en el presente documento, se concluye que el desarrollo del Proyecto San Ignacio será un Proyecto que, mediante la implementación correcta y responsable de las medidas de prevención y mitigación propuestas para el presente estudio, así como el seguimiento de la normatividad ambiental vigente y en relación con su importancia en la economía local o regional, se garantiza que se trata de un Proyecto ambientalmente factible.

Impactos Ambientales Positivos:

- Implementación de medidas de Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación que contribuirán a la conservación del entorno natural del Area de Influencia.
- Disminución de procesos erosivos mediante la implementación de medidas de prevención.
- Monitoreo ambiental durante toda la vida útil del Proyecto.
- Fortalecimiento de la gestión ambiental de la Unidad Minera San Ignacio.

Impactos Sociales Positivos:

- Generación de empleo local (construcción, mantenimiento, seguridad).
- Mejora en los procesos operativos de la unidad, lo que fortalecerá la actividad económica local.

Impactos Económicos Positivos:

- Inversión y desarrollo regional.
- Fortalecimiento de la actividad minera en la región.

La ejecución del Proyecto no rebasará los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente, la preservación y restauración de los ecosistemas.

Por lo anterior, la correcta ejecución del Proyecto cumple con los requerimientos en materia de impacto ambiental establecidos en el marco jurídico vigente y aplicable. El Proyecto representa una oportunidad de fortalecer la infraestructura local, lo cual traerá como consecuencia el crecimiento económico en la región, sin comprometer los recursos naturales, logrando con esto un desarrollo integral y en apego al respeto de los recursos naturales.

Anexo 4.3

Programa de Vigilancia Ambiental

Proyecto
San Ignacio

Guanajuato Silver Co Ltd

Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

[redacted]

2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción **1**
II. Objetivos **1**
II.1 Objetivos particulares 2
III. Metas y alcances **2**
IV. Responsables de la ejecución del Programa **2**
V. Metodología para la correcta aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental **3**
VI. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales identificados para las actividades del Proyecto **5**
VI.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales por factor ambiental 5
VI.1.1. Descripción de las medidas a aplicar para prevenir, mitigar o en su caso compensar los impactos principales identificados **6**
VI.1.1.1. P1: Delimitación de áreas autorizadas 9
VI.1.1.1.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P1 **9**
VI.1.1.1.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P1 **9**
VI.1.1.1.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P1 **10**
VI.1.1.2. P2: Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas 12
VI.1.1.2.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P2 **12**
VI.1.1.2.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P2 **12**
VI.1.1.2.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P2 **12**
VI.1.1.3. P3: Control de velocidad de vehículos 14
VI.1.1.3.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P3 **14**
VI.1.1.3.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P3 **14**
VI.1.1.3.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P3 **15**
VI.1.1.4. P4: Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas 16
VI.1.1.4.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P4 **16**
VI.1.1.4.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P4 **17**
VI.1.1.4.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P4 **17**
VI.1.1.5. P5: Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del proyecto 18
VI.1.1.5.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P5 **18**
VI.1.1.5.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P5 **18**
VI.1.1.5.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P5 **19**
VI.1.1.6. P6: Ocupación del terreno con base en fases operativas 20
VI.1.1.6.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P6 **20**
VI.1.1.6.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P6 **20**
VI.1.1.6.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P6 **20**
VI.1.1.7. P7: Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera 22
VI.1.1.7.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P7 **22**
VI.1.1.7.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P7 **23**
VI.1.1.7.3. Bitácora de registro de la medida P7 **23**
VI.1.1.8. P8: Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante 25
VI.1.1.8.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P8 **29**
VI.1.1.8.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P8 **29**

VI.1.1.8.3. Bitácora de registro de la medida P8 29
VI.1.1.9. P9: Capacitación 31
VI.1.1.9.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P9 31
VI.1.1.9.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P9 31
VI.1.1.9.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P9 32
VI.1.1.10. P10: Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad 33
VI.1.1.10.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P10 33
VI.1.1.10.2. Metodología 34
VI.1.1.10.3. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P10 35
VI.1.1.10.4. Bitácora de registro de la medida P10 35
VI.1.1.11. P11: Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 37
VI.1.1.11.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P11 37
VI.1.1.11.2. Metodología 38
VI.1.1.11.3. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P11 38
VI.1.1.11.4. Bitácora de registro de la medida P11 38
VI.1.1.12. P12: Manejo integral de residuos 40
VI.1.1.12.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P12 40
VI.1.1.12.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P12 40
VI.1.1.12.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P12 41
VI.1.1.13. C1: Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto 42
VI.1.1.13.1. Objetivos, metas y alcances de la medida C1 42
VI.1.1.13.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida C1 42
VI.1.1.13.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida C1 42
VI.1.1.14. C2: Reforestación 43
VI.1.1.1.14.1. Objetivos, metas y alcances de la medida C2 43
VI.1.1.1.14.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida C2 44
VI.1.1.1.14.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida C2 44
VI.2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales 46
VI.2.1. Línea estratégica para la prevención y mitigación de impactos secundarios 46
VI.2.1.1. Descripción de las medidas a aplicar para prevenir, mitigar o en su caso compensar los impactos secundarios identificados 47
VI.2.1.1.1. Msc-01. Uso de baños portátiles 47
VI.2.1.1.1.1 Objetivos, metas y alcances de la medida Msc-01 48
VI.2.1.1.1.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida Msc-01 48
VI.2.1.1.1.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida Msc-01 48
VI.2.1.1.2. Señalización ambiental MSc-02 **..... 49**
VI.2.1.1.2.1. Objetivos, metas y alcances de la medida MSc-02 50
VI.2.1.1.2.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida MSc-02 50
VI.2.1.1.2.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida MSc-02 51
VI.2.1.1.3. MSc-03. Contratación de personal local 51
VI.2.1.1.3.1. Objetivos, metas y alcances de la medida MSc-03 51
VI.2.1.1.2.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida Msc-02 52
VI.2.1.1.3.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida MSc-03 52
VII. Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución de las medidas propuestas **..... 54**

VIII. Indicadores de eficacia: Miden los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas **56**
IX. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados **58**
X. Calendario de comprobación **61**
XI. Punto de comprobación de ejecución de medidas **62**
XII. Medidas de urgente aplicación **63**
XIII. Conclusiones **65**

I. Introducción

Las acciones de monitoreo y vigilancia ambiental son un aspecto importante de la evaluación de Impacto Ambiental, el cual se sustenta en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (LGEEPA) en su Capítulo IV "Instrumentos de la Política Ambiental", Sección V, Artículo 28, en el cual se establece las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que pudieran causar desequilibrio ecológico o que pudieran rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables a la protección y restauración, del medio ambiente a fin de prevenir, mitigar o en su caso compensar los impactos negativos sobre el medio ambiente.

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales que provocará el desarrollo del Proyecto, y como uno de los requisitos solicitados en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. ha elaborado el presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), donde se organizan y programan todas las medidas a seguir para: prevenir, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del Proyecto en cada etapa de su desarrollo, incluyendo el abandono. El presente documento está basado en el concepto de mejora continua con el fin, no solo de asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas, sino de mejorar el desempeño ambiental del Proyecto.

El presente Programa agrupa las actividades a desarrollar por líneas estratégicas, las cuales han sido orientadas principalmente a los factores ambientales que tendrán la mayor cantidad de impactos en importancia y magnitud.

El Programa de Vigilancia Ambiental está diseñado de modo que especifica que impacto se está atendiendo, las metodologías que recursos se requiere, así como en qué etapa se desarrollará. Además, se han implementado indicadores que permitirán valorar el grado de cumplimiento y eficacia de cada uno de ellos, se menciona incluso en aquellos de mayor relevancia, que actividad emergente tendría que realizarse en caso de no lograr revertir el impacto negativo sobre los factores ambientales.

La correcta y oportuna ejecución de estas medidas de prevención, mitigación y compensación podrán prevenir, mitigar y compensar los impactos generados por las actividades de la Mina San Ignacio, sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero para la ejecución correcta de cada medida y posteriormente para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegará a presentarse.

II. Objetivos

Los objetivos del Programa de Manejo Ambiental son:

- Promover las medidas y acciones necesarias para que la ejecución de Mina San Ignacio se encuentre dentro los marcos de sustentabilidad.
- Garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación
- Asegurar la conservación, recuperación y/o restauración del Área de Influencia del Proyecto
- Establecer metodologías para la aplicación correcta de cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales.

II.1 Objetivos particulares

El presente PVA pretende ser un instrumento de gestión ambiental a través de la atención integral y ordenada de las distintas medidas y actividades de prevención, control y mitigación que fueron propuestas en la MIA-R del Proyecto, de este modo, el PVA tiene como objetivos específicos los siguientes:

- No comprometer la biodiversidad.
- No comprometer la integridad actual de ningún componente ambiental dentro del AI que envuelve al Proyecto.
- Elaborar bitácoras que permitan que la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación o compensación puedan ser ubicables, medibles y cuantificables, logrando así una mejor comprensión de la efectividad de las medidas y en su caso que estas puedan ser evaluadas por la autoridad competente.

III. Metas y alcances

Para poder alcanzar los objetivos definidos, se cumplirá con las siguientes metas del PVA:

- Establecer los elementos y llevar a cabo las actividades y procedimientos para aplicar correctamente el Programa de Vigilancia Ambiental.
- Alcanzar los porcentajes y/o estándares esperados para cada medida propuesta. Es decir, alcanzar satisfactoriamente el grado de cumplimiento.
- Cumplir con el correcto llenado de reportes, bitácoras e informes que verifiquen el cumplimiento del PVA.

El Programa incluye los siguientes conceptos:

- Indicadores de éxito y seguimiento para demostrar el grado de eficacia de las medidas propuestas.
- Acciones de respuesta cuando con la aplicación de las medidas no se obtengan los resultados esperados.
- Plazos de ejecución de las acciones y medidas (programa calendarizado).

IV. Responsables de la ejecución del Programa

La promovente Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V. designará a un Supervisor Ambiental responsable de la ejecución y cumplimiento de las actividades de manejo y vigilancia ambiental. Este Supervisor será seleccionado con base en su experiencia y conocimiento en materia ambiental y será el responsable del óptimo desarrollo del Programa, llevar registro de las actividades realizadas y presentar los resultados obtenidos.

En algunos casos en específico, para dar cumplimiento a alguna de las medidas propuestas será necesario el recurrir a contratistas, que en su caso tendrían las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas correctoras según lo previsto en este PVA.
- Proporcionar al supervisor ambiental los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del PVA.
- Mantener constante comunicación y coordinación con el supervisor ambiental.

V. Metodología para la correcta aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental

El PVA del Proyecto busca dar cumplimiento a los objetivos, metas y alcances definidos en el mismo, permitiendo así, identificar y si es necesario ajustarlo a las nuevas condiciones que se vayan presentando durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

El funcionamiento adecuado del PVA permitirá la evaluación del grado de minimización de los efectos medioambientales, tras la aplicación de las medidas correctoras, así como la detección de alteraciones o impactos difícilmente previstos en la misma.

Para poder dar seguimiento puntual a cada medida planteada, lo primero será realizar el llenado de cada una de las bitácoras propuestas en este documento, así mismo, se debe comprobar que las acciones a desarrollar en el seguimiento ambiental durante los procesos de ejecución de obras, se realicen sin dar lugar a impactos ambientales significativos y monitoreando la adecuada implementación de las medidas preventivas, de mitigación y compensación, propuestas para los diferentes componentes ambientales.

Se generará un informe de las actividades del Proyecto y se evaluará la medida, y si fuera necesario, se realizarán cambios a ésta. Los informes generados se compilarán en un documento final que incluirá una valoración del grado de cumplimiento de las condicionantes ambientales estipuladas. En el documento también se señalarán las medidas que hayan sido incumplidas o mal implementadas, y en su caso se sugerirán las medidas que deberán ser adoptadas para dar cumplimiento.

Los informes que se presenten a la SEMARNAT serán anuales, en donde se expondrán los resultados obtenidos de la aplicación del PVA, a través de bitácoras de seguimiento.

Para el seguimiento ambiental se tendrá que dar continuidad a los siguientes dos puntos:

- *Aparición de situaciones o impactos no previstos:* Estas situaciones suelen evidenciarse en el seguimiento periódico de la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas. Si se produce la aparición de impactos ambientales no previstos, situaciones ambientales excepcionales con efectos significativos o situaciones de emergencia, se deberán elaborar informes adicionales, los cuales deberán ser complementados con material fotográfico y por medio de bitácoras. Las posibles soluciones a estas situaciones deben ser aportadas por el o los Supervisores Ambientales; estos últimos serán quienes finalmente autoricen las acciones a realizar.

- *Seguimiento de las medidas de prevención y mitigación:* Comprende el seguimiento de la ejecución de todas las medidas estipuladas para el Proyecto, así como el control y verificación de su adecuada implementación. El seguimiento de las afectaciones que podría causar alguna obra en particular al medio natural se realiza mediante el estudio de la evolución de los distintos factores o componentes del medio. El seguimiento de estos factores se realizará mediante uno o varios indicadores de calidad

ambiental. Los indicadores servirán para evaluar la ejecución de las medidas propuestas y sus resultados.

Como parte de la metodología a seguir para la correcta aplicación del presente PVA, el supervisor, o supervisores, serán responsables de lo siguiente:

- Ejecución y coordinación del PVA.

- Comprobar *in situ* la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que esas pudieran presentar.
- Elaboración de informes anuales sobre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este PVA.
- En su caso, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación, o compensación en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así requerirse.

Los supervisores ambientales podrán auxiliarse de la gente encargada del Proyecto (contratistas, responsables de obra, entre otros) y que se encuentran la mayor parte del tiempo en el área del Proyecto para el apoyo en el llenado de bitácoras, con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del Proyecto y no sólo durante la presencia de los supervisores ambientales.

VI. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales identificados para las actividades del Proyecto

A continuación, se presenta una caracterización de las medidas de mitigación, prevención o compensación de los componentes ambientales que recibirán los impactos principales, derivados de la evaluación de los impactos ambientales realizada pare la MIA-R del Proyecto San Ignacio, así como una descripción de la medida, temporalidad y el tipo de seguimiento que se deberá aplicar.

Conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales (PEIA) realizado en la MIA del Proyecto, los impactos principales recaerán sobre los componentes ambientales, Atmósfera, Flora, Fauna y Paisaje. Enseguida se presentan las líneas estratégicas para estos componentes ambientales.

VI.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos principales por factor ambiental

A continuación, se muestran las líneas estratégicas para los factores de los componentes que recibirían impactos principales se señalan de izquierda a derecha los siguientes datos:

- Impacto principal identificado sobre el componente y clave del impacto
- Clave de la medida que será ejecutada para prevenir, mitigar o compensar el impacto
- Nombre de la medida
- Tipo de medida
- Etapa en la que será ejecutada la medida
- Recurso para poder llevar a cabo la medida
- Indicadores de aplicación

VI.1.1. Descripción de las medidas a aplicar para prevenir, mitigar o en su caso compensar los impactos principales identificados

Tabla 1. Medidas de Prevención y Mitigación aplicables para los impactos principales

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa en la que se aplicará
Atmósfera	***Atm-01:*** *Afectación a la calidad del aire*	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P2	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P3	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P4	Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas	Prevención	Preparación del sitio y construcción
	Atm-02: *Alteración a los niveles sonoros*	**P2**	Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P3	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Prevención	Preparación del sitio
Geomorfología	*Geo-01 Alteraciones a la topografía por modificación de las curvas de nivel*	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Operación y cierre
Suelo	*Su-01 Aumento del potencial de erosión del suelo*	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		C1	Realización de obras de conservación de suelo y agua	Compensación	Preparación del sitio

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa en la que se aplicará
		P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Operación y cierre
		M1	Recuperación y resguardo del horizonte orgánico del suelo	Mitigación	Preparación del sitio
Flora	*Fl-01 Pérdida de la Cobertura Vegetal en el Área del Proyecto*	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Operación y cierre
	Fl-02 Afectación de especies protegidas y de interés especial de flora	**P7**	Rescate y reubicación de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de interés especial	Prevención	Preparación del sitio
		P8	Capacitación	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		C3	Reforestación	Compensación	Operación
Fauna	*Fa-01 Afectación a la distribución espacial y temporal de fauna*	**P6**	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	Operación y cierre
		P8	Capacitación	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P9	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P10	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención	Preparación del sitio
Paisaje	*Pa-01 Pérdida de la continuidad paisajística y visibilidad*	**P1**	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	Preparación, construcción y Operación
		P11	Manejo integral de los residuos	Prevención	

Componente ambiental	Impacto	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa en la que se aplicará
Infraestructura	***In-01:*** *Generación de Residuos*				Preparación y Operación
		C2	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Compensación	Operación y cierre
		C3	Reforestación	Compensación	Operación

VI.1.1.1. P1: Delimitación de áreas autorizadas

La delimitación de las áreas autorizadas para la realización de las actividades del Proyecto será una medida preventiva para que el personal que labore en el proyecto reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades, con lo que se evitará generar impactos no previstos sobre varios de los componentes ambientales en áreas aledañas a los polígonos del Proyecto, e indirectamente favorece a que los efectos adversos de algunos de los impactos identificados sean más puntuales, es decir, localizados sobre el área de afectación directa. Por esto, previo al inicio de las actividades de preparación del terreno, un equipo de topografía delimitará con ayuda de los planos autorizados y elementos visuales identificables (estacas, cinta Flagging biodegradable etc.) el área que cubren los polígonos del Proyecto, con el objetivo de no invadir áreas sin autorización para su desarrollo. A continuación, se describe la forma adecuada la delimitación:

- *Georreferenciación:* Se debe contar con un levantamiento topográfico y/o cartografía y planos georreferenciados de los polígonos correspondientes a cada componente del Proyecto, así como con las coordenadas de sus vértices; dichas coordenadas serán utilizadas para realizar el marcaje perimetral en campo.

- *Marcaje:* El marcaje será la manera de delimitar visualmente los polígonos dentro de los cuales se podrán realizar las diferentes actividades para la preparación y construcción del Proyecto. Para el marcaje se deberán emplear elementos visibles y fácilmente identificables como límites de áreas autorizadas, que usualmente consisten en estacas o cinta Flagging, sin que esto sea limitativo. Los elementos visuales deberán ser de colores brillantes o llamativos, y serán colocados en cada vértice de los polígonos.

VI.1.1.1.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P1

Objetivo

- No invadir áreas sin autorización para el desarrollo del Proyecto.
- Evitar impactos ambientales adicionales, así como evitar incrementar la magnitud y la extensión de los impactos identificados.

Metas y alcances

- Delimitar cada polígono que conforma la superficie autorizada para la ejecución del Proyecto.
- Que el personal reconozca los límites de las áreas permitidas para el desarrollo de obras y actividades del Proyecto.

VI.1.1.1.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P1

Tabla 2. Programa de aplicación de la medida P1

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.1.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P1

Para dar seguimiento a la medida, se deberá llevar una bitácora de registro con evidencia fotográfica donde se aprecie la colocación de las marcas que delimiten las áreas de trabajo, sean estas Flagging, estacas u otros elementos visuales, y zona en general que se está cubriendo, en los reportes se deberá incluir el formato de liberación de superficie para construcción.

De forma ilustrativa más no limitativa en la Figura 1 se presenta un ejemplo del formato de liberación de áreas a intervenir para desmonte o construcción.

Lugar: _____ Fecha: _____

Para: _____ _____

Puesto: _____ _____

Se emite esta constancia como garantía de que se han aplicado las medidas descritas en el Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental del Proyecto previas a la etapa de preparación y construcción en el siguiente sitio:

TIPO DE LIBERACIÓN	PARCIAL	TOTAL

SITIO O POLÍGONO: _____

SUPERFICIE LIBERADA: _____

Y que corresponden a las coordenadas en:

_____
_____
_____
_____

Comentarios:

_____
_____
_____
_____

Atentamente

Entrega	Recibe
Firma _____	Firma _____
Nombre	Nombre
_____	_____
Puesto	Puesto
_____	_____

Figura 1. Formato de Liberación de superficies a desmonte

NOTA IMPORTANTE: Esta y todas las bitácoras que se presenten en este PVA podrán ser modificadas, ampliadas, o sustituidas según los requerimientos que se vayan presentado al ejecutar el seguimiento de medidas, siempre y cuando expongan mínimamente la información contenida en las presentes. Lo anterior contribuirá a un mejor seguimiento de medidas con base en bitácoras mejoradas a través de la experiencia en el campo, así mismo se dará certeza a la autoridad del cumplimiento de estas, haciendo que todas las medidas sean ubicables, medibles y cuantificables.

VI.1.1.2. P2: Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas

Antes de iniciar las actividades del Proyecto y durante todas sus etapas, se deberá realizar la revisión y mantenimiento al equipo y maquinaria que se utilizará durante las diferentes actividades del Proyecto. Este mantenimiento se realizará en los talleres autorizados por la promovente. La revisión y el mantenimiento se realizarán con el fin de que los equipos, maquinaria y vehículos se encuentren con niveles máximos de emisión certificados por el fabricante y en cumplimiento con la normatividad correspondiente a emisiones de contaminantes atmosféricos.

Toda actividad que implique el manejo de alguna sustancia de mantenimiento (aceite, grasas, etc.) se realizará dentro del taller de mantenimiento de la Mina San Ignacio o fuera del Proyecto o en su defecto en el área temporal trabajos de operación y empleando las medidas adecuadas según el caso, para evitar la contaminación del suelo y del agua en el sitio.

VI.1.1.2.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P2

Objetivo

- Mitigar el impacto a la atmósfera por emisión de gases contaminantes.
- Prevenir la contaminación del suelo o agua por el goteo de lubricantes o combustible de la maquinaria o vehículos de obra.

Metas y alcances

- Dar mantenimiento oportuno a todos los vehículos y maquinaria involucrados en el Proyecto.
- Toda la maquinaria y vehículos involucrados en el Proyecto sean inspeccionados y en su caso, reparados para que cumplan con los niveles permitidos de gases contaminantes a la atmósfera y que se evite el goteo o derrame de hidrocarburos y lubricantes.

VI.1.1.2.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P2

Tabla 3. Programa de aplicación de la medida

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.2.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P2

Para comprobar que la medida se esté ejecutando se deberá de llenar la Bitácora de Mantenimiento de Maquinaria y equipo (Tabla 4), en donde se especifiquen las características del equipo en cuestión, las especificaciones del chequeo que fue realizado y en caso de haberse detectado alguna avería o desperfecto deberá reportarse en dicho formato.

Todo vehículo y maquinaria involucrada en este Proyecto deberá someterse periódicamente a un proceso de mantenimiento.

Tabla 4. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P2 (Mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria y vehículos dentro de áreas designadas y acondicionadas)

Rutina de mantenimiento preventivo planificado	**Empresa**			**No.**
Equipo:		**Responsable**		
Marca:				
Modelo:				
Serie:		**Fecha (día, mes, año)**		
No Inv. Técnico				
I.D.				
Trimestral		**Estado**		
		1	**2**	**3**	**4**
1 – Verificar el sistema de escape y silenciadores					
2 – Verificar el funcionamiento de los inyectores					
3 – Verificar el sistema de iluminación (faros)					
4 – Verificar el sistema de encendido					
5 – Verificar condiciones de caucho					
6 – Verificar funcionamiento de relojes manómetros					
7 – Verificar condiciones de las horquillas y cadenas					
8 – Verificar condiciones de pedales (aceleración)					
9 – Verificar condiciones de freno de mano					
10 – Verificar sistema de dirección (terminales)					
11 – Verificar condiciones de arranque y ruidos					
12 – Verificar y corregir fugas de gas					
13 – Verificar y corregir fugas del radiador y bombas					
14 – Verificar fugas y nivel de aceite y ruidos					
15 – Verificar fugas y nivel de aceite del diferencial					
16 – Verificar el convertidor de par y transmisión					
17 – Verificar si falta tuerca de pernos					
El mantenimiento preventivo se realizó en talleres fuera del Proyecto o en áreas autorizadas dentro del Proyecto					
SÍ		**NO**			
Anotar					
Materiales desgastados	Averías identificadas	Herramientas y equipos			
Estado: 1 Buenas condiciones, 2: Condiciones aceptables, 3: Regulares condiciones, 4: Malas condiciones					

VI.1.1.3. P3: Control de velocidad de vehículos

Una de las principales causas de la generación de Partículas Suspendidas Totales (PST) en caminos de terracería es el tránsito vehicular y a mayor velocidad es mayor la cantidad de polvos que se genera, de manera que una forma de reducir la presencia de este impacto es controlando la velocidad. Se deberá mantener un control de la velocidad de los vehículos que transitan dentro del Proyecto, y de esta forma reducir la generación de polvos. Para la aplicación de esta medida se deberán colocar letreros de señalización en el área del proyecto en el cual se limitará la velocidad a 20 km/hr y 30 km/hr dependiendo el área.

Se instalarán todas las señales de tránsito que sean necesarias en vialidades y en el camino de servicios. Además de la señalética restrictiva de velocidad, se instalarán otras señales de tránsito preventivas e informativas cuando sea necesario, por seguridad de todos los usuarios de los caminos.

En los cursos de capacitación que se le dará al personal que se integre a las labores del Proyecto en cualquiera de sus etapas, especialmente a los conductores de vehículos y operadores de maquinaria, haciendo énfasis sobre las reglas de conducción y los efectos que produce no acatar las medidas establecidas, en este caso, no respetar los límites de velocidad.

La medida de emergencia en caso de no lograr prevenir el impacto será la instalación de reductores de velocidad.

VI.1.1.3.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P3

Objetivo

- Mantener un control de velocidad de los vehículos dentro del Proyecto.

Metas y alcances

- Mantener suprimidos los polvos a fin de mitigar la dispersión de polvos fugitivos
- Colocar letreros en la entrada del Proyecto y en lugares estratégicos dentro de éste, donde se especifique la velocidad máxima permitida (20 y 30 km/h)
- Mantener la integridad física de la señalética durante toda la vida útil del Proyecto
- Informar a los trabajadores que ingresen al Proyecto respecto a la velocidad máxima permitida

VI.1.1.3.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P3

Tabla 5. Programa de aplicación de la medida P3

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.3.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P3

Para comprobar que la medida se haya ejecutado se deberá de llenar la bitácora de registro de ejecución de medida Control de velocidad de vehículos, la cual se presenta en la siguiente Tabla, en dicho formato se deberá de plasmar el nombre del responsable de llenar la bitácora, y si se cumplió con la medida, la fecha y la hora, además se deberán añadir las observaciones necesarias.

Tabla 6. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P3 (Control de la velocidad de vehículos)

Responsable del llenado de bitácora:				
Fecha (día, mes, año)				
Se instalaron letreros de señalización a la entrada en el área del Proyecto cuales limitan la velocidad a 20 km/h y 30 km/h (marcar con una X)			**Si**	**No**
Evidencias				
No. de señal	**Ubicación Coordenadas (UTM WGS 84)**		**Evidencia fotográfica**	**Observaciones**
	X	**Y**		

En caso de que se detecte a personal excediendo los límites de velocidad permitida, deberá ser reportado ante el departamento de seguridad y medio ambiente, así como con su jefe directo. De reincidir en excesos de velocidad, el departamento de seguridad y medio ambiente tendrá total poder para suspender de sus actividades al personal reincidente.

VI.1.1.4. P4: Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas

A fin de minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades de preparación del sitio incluyendo el acarreo de suelo rescatado y el material vegetal desmontado, se humedecerá periódicamente el acceso al Proyecto. El humedecimiento se deberá hacer través del riego con agua de un camión pipa con capacidad igual o mayor a 10,000 lts, equipado con motobomba y aspersores. Durante la temporada de estiaje, el riego de estas zonas deberá realizarse por lo menos 2 veces por día el primer riego antes de iniciar actividades, mientras que en la temporada lluviosa se podrá evitar el humedecimiento siempre y cuando las áreas se encuentren húmedas. El humedecimiento del acceso se deberá de realizar con aguas superficiales o tratadas y nunca con aguas negras o algún otro fluido que pudiera presentar características peligrosas, pudiendo poner en riesgo la integridad del suelo y por consiguiente del medio ambiente.

Así mismo, en los cursos de capacitación que se le dará al personal que se integre a las labores del Proyecto en cualquiera de sus etapas, especialmente a los conductores de vehículos y operarios de maquinaria, se les inducirá sobre las reglas de conducción, haciendo hincapié sobre los efectos que produce no acatar las medidas establecidas, en este caso, por no respetar los límites de velocidad.

El humedecimiento de frentes de trabajo se deberá de realizar con aguas superficiales o tratadas y nunca con aguas negras o algún otro fluido que pudiera presentar características peligrosas, pudiendo poner en riesgo la integridad del suelo y por consiguiente del medio ambiente. El riego de accesos y áreas de maniobras se realizará mediante el uso de pipas de agua. Las indicaciones que tendrá que tomar en cuenta el conductor de la pipa son las siguientes:

- La conducción de la pipa debe de ser realizada solo por personal autorizado y capacitado para conducir este tipo de vehículos, y deberá contar con su respectiva licencia.
- La cantidad de agua para el riego, debe ser sólo la necesaria, en ningún caso deben formarse charcas que puedan producir que los neumáticos de la pipa o de cualquier otro vehículo derrapen.
- No se debe exceder los límites de velocidad establecidos.
- Antes del inicio de cada jornada o viaje se debe de llenar el formato de mantenimiento que permita detectar oportunamente alguna anomalía.
- El conductor deberá de utilizar en todo momento el cinturón de seguridad.

VI.1.1.4.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P4

Objetivo

- Minimizar la generación y dispersión de polvo, producto de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y cierre del Proyecto.

Metas y alcances

- Mantener suprimidos los polvos en caminos, patios de maniobra y áreas de rodamiento.
- Realizar el riego con la regularidad que la superficie de trabajo demande a fin de mitigar la dispersión de polvos fugitivos.

VI.1.1.4.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P4

Tabla 7. Programa de aplicación de la medida

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.4.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P4

Para dar seguimiento a los riegos, se deberá de llenar el formato de registro diario de riego (Tabla 8), en dicho formato se deberá plasmar el número de pipas utilizadas, capacidad, fecha y la zona que se cubrió.

Tabla 8. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P4 (Riego de las áreas de rodamiento y vialidades internas)

Responsable del llenado de bitácora:		
Fecha (día, mes, año)		
Vol. De pipa	**Área regada**	**Observaciones, evidencias fotográficas, otras**

VI.1.1.5. P5: Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del proyecto

Para evitar el aumento de los niveles sonoros de manera innecesaria en el sitio que propicie contaminación sonora y el aumento en el ahuyentamiento de especies de fauna que tengan incidencia con la huella del Proyecto, esta medida contempla el prohibir el uso de distintos equipos que emitan sonidos fuertes tales como bocinas portátiles, elementos que alteren el sonido de manera gradual. Autoestéreos y demás equipos de sonido en el sitio. Esta medida aplica para todas las etapas de desarrollo en horarios diurnos y nocturnos.

Los equipos y maquinaria operarán en condiciones óptimas, conforme al mantenimiento programado y/o correctivo que sea aplicable.

Se prohíbe utilizar vehículos con escape abierto, así como la generación de ruidos innecesarios. Se prohíbe el uso de bocinas o altoparlantes con fines recreativos que puedan alterar el ruido natural producido por las distintas actividades propias de cada una de las etapas del proyecto.

Para esta medida se instalarán letreros ubicados estratégicamente además se abordará este y otros temas en los cursos de capacitación al personal.

VI.1.1.5.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P5

Objetivo

- Contar con una atmósfera donde el ruido artificial no sea mayor al que se produciría por el uso de equipo y maquinaria original, o sin modificar
- Prevenir en la medida de lo posible el ahuyentamiento involuntario de las especies de fauna local
- Mantener la integridad de los componentes ambientales en el área del Proyecto y sus alrededores

Metas y alcances

- Prevenir las emisiones de ruido por encima de los decibeles que normalmente emiten los vehículos y la maquinaria en su estado original (sin modificaciones).
- No modificar los vehículos ni maquinaria, excepto cuando esto sea estrictamente necesario

VI.1.1.5.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P5

Tabla 9. Programa de aplicación de la medida P5

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.5.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P5

Para comprobar que la medida se esté ejecutando se deberá de llenar la bitácora de registro de ejecución de medida (Tabla 10), en dicho formato se deberá de plasmar el nombre del responsable de llenar la bitácora, y si se está cumpliendo con la medida, la fecha, y la hora, además se deberán añadir las observaciones necesarias.

El llenado de la bitácora deberá ser mensualmente después de los recorridos de inspección programados por el Supervisor Ambiental.

Tabla 10. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P5 (Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto)

Responsable del llenado de bitácora:			
Fecha (día, mes, año)			
El supervisor ambiental identificó durante sus recorridos dentro del Proyecto, equipos, maquinaria o vehículos con alteraciones mecánicas (marcar con una X)		**Si**	**No**
Evidencias			
Señalar el tipo de alteración detectado en maquinaria, equipos, o vehículos de obra	**Contratista propietario del equipo, maquinaria o vehículo**	**Forma en que fue resuelta la eventualidad**	**Observaciones**

VI.1.1.6. P6: Ocupación del terreno con base en fases operativas

Se deberán realizar las actividades de operación y cierre conforme los requerimientos y fases del Proyecto para lograr que el impacto sobre los componentes del área de sea gradual.

La finalidad de dicha medida es que todas y cada una de las actividades descritas en el Capítulo I de la MIA sean llevadas a cabo de manera gradual conforme a la planeación de la Promovente y los requerimientos propios del Proyecto.

VI.1.1.6.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P6

Objetivo

- Evitar el impacto intenso sobre los componentes.
- Realizar la intervención de actividades del proyecto de manera gradual conforme el avance que el proyecto requiera.

Metas y alcances

- Realizar la totalidad de las actividades de construcción y cierre de manera gradual.
- Evitar la disrupción en áreas que no han sido liberadas para realizar actividades.

VI.1.1.6.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P6

Tabla 11. Programa de aplicación de la medida

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
	✓	✓	

VI.1.1.6.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P6

Para el seguimiento a esta medida será necesario presentar la bitácora de liberación de áreas, donde se deberá indicar que área será sometida a desmonte y construcción, para de esta manera evidenciar que las actividades se están desarrollando de manera gradual conforme al calendario de trabajo establecido.



Lugar: _____ Fecha: _____

Para: _____ _____

Puesto: _____ _____

Se emite esta constancia como garantía de que se han aplicado las medidas descritas en el Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental del Proyecto previas a la etapa de preparación y construcción en el siguiente sitio:

TIPO DE LIBERACIÓN	PARCIAL	TOTAL

SITIO O POLÍGONO: _____

SUPERFICIE LIBERADA: _____

Y que corresponden a las coordenadas en:

_____

_____

_____

_____

Comentarios:

_____

_____

_____

_____

Atentamente

Entrega	Recibe
Firma _____	Firma _____
Nombre	Nombre
_____	_____
Puesto	Puesto
_____	_____

Figura 1. Formato de Liberación de superficies para desmonte y construcción

VI.1.1.7. P7: Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera

La medida consiste en el suministro, armado, colocación y relleno de gaviones en las áreas de la tepetatera que presenten susceptibilidad a erosión, socavación o pérdida de material, con el propósito de mejorar la estabilidad superficial y proteger el depósito ante la acción de los escurrimientos de agua.

Los gaviones serán conformados mediante cajas de malla de alambre galvanizado, debidamente armadas, unidas y aseguradas entre sí, y serán rellenados con material pétreo resistente, de tamaño adecuado para evitar su pérdida a través de la malla. Previamente a su colocación, se deberá acondicionar y nivelar la superficie de desplante, retirando materiales sueltos y conformando una base estable.

Los gaviones se instalarán de acuerdo con la geometría y ubicación establecidas en el proyecto, procurando un adecuado confinamiento, alineamiento y continuidad de la estructura. En caso de requerirse, se complementarán con obras para conducción y control de escurrimientos superficiales, evitando la concentración de agua sobre los taludes de la tepetatera.

La medida tiene como finalidad disminuir la velocidad del flujo superficial, controlar procesos erosivos, reducir el arrastre de partículas y contribuir a la conservación y estabilidad de los taludes y superficies de la tepetatera.

VI.1.1.7.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P7

Objetivo

- Incrementar la estabilidad física de los taludes y estructuras asociadas a la tepetatera mediante la construcción y colocación de gaviones, con la finalidad de controlar procesos de erosión, reducir el arrastre y pérdida de material, favorecer el manejo adecuado de los escurrimientos superficiales y disminuir la probabilidad de inestabilidad del material depositado.
- Proteger las áreas aledañas a la tepetatera frente a posibles procesos erosivos y de transporte de sedimentos, contribuyendo a mantener condiciones de seguridad y estabilidad durante las etapas de operación y cierre del proyecto.

Metas

- Construir e instalar gaviones en los puntos de la tepetatera que, de acuerdo con las condiciones topográficas y de estabilidad, requieran obras de protección.
- Reducir la erosión hídrica y el arrastre de partículas y material pétreo provenientes de la superficie de la tepetatera.
- Mantener las estructuras de gaviones en condiciones funcionales durante la vida útil de la tepetatera, mediante inspecciones y, en su caso, acciones de mantenimiento o rehabilitación.
- Evitar, en la medida de lo posible, la afectación de áreas externas al polígono autorizado como consecuencia del desplazamiento de material por procesos erosivos o inestabilidad.

Alcance

El alcance principal de la medida se orienta a prevenir y controlar los procesos de erosión y pérdida de estabilidad asociados con la disposición de material estéril, reduciendo la posibilidad de que estos procesos generen afectaciones sobre el suelo, escurrimientos superficiales, vegetación y áreas colindantes.

VI.1.1.7.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P7

En la siguiente tabla se muestra el programa de aplicación de la medida P7

Tabla 12. Programa de aplicación de la medida

Etapa de aplicación de la medida	
Contrucción	Operación
✓	✓

VI.1.1.7.3. Bitácora de registro de la medida P7

Para dar seguimiento a la medida, se deberá de llenar una bitácora, en la siguiente tabla se presenta un ejemplo, en dicha bitácora se deberá de plasmar lo observado en el área donde se aplica la medida, observaciones y evidencia fotográfica.

Esta bitácora se deberá llenar cada vez que un área sea intervenida para conocer y evaluar los avances en el desarrollo de la medida.

Tabla 13. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P7 (Rescate y reubicación de especies de flora susceptible a trasplante)

Bitácora de seguimiento				
Medida ambiental: Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera.				
Proyecto:				
Tepetatera:				
Ubicación:				
Periodo de ejecución:				
Responsable de la ejecución:				
Registro de actividades				
Fecha	**Actividad realizada**	**Condiciones observadas**	**Acción realizada**	**Responsable**
	Inspección y delimitación de los sitios donde se colocarán los gaviones.	Se identificaron zonas susceptibles a erosión/inestabilidad.	Delimitación y preparación del área.	
	Preparación del terreno para la instalación de gaviones.	Condiciones adecuadas para la ejecución de los trabajos.	Limpieza, nivelación y acondicionamiento del sitio.	
	Colocación y armado de las estructuras de gavión.	Estructuras instaladas conforme a las condiciones del sitio.	Armado y fijación	
	Colocación de gaviones en zonas de protección de taludes y/o escurrimientos.	Se observaron escurrimientos concentrados en el sector.	Instalación de estructuras de protección.	
	Inspección posterior a la instalación.	No se observaron desplazamientos o daños aparentes.	Verificación de estabilidad y condiciones físicas.	

	Inspección de mantenimiento.	Se revisó la integridad de mallas, relleno y cimentación.	Sin mantenimiento / mantenimiento correctivo.	

Observaciones generales

Evidencia fotográfica	
Fotografía 1. Preparación del área para la construcción de los gaviones.	
Fotografía 2. Armado y colocación de las estructuras de gavión.	
Fotografía 3. Gaviones terminados y colocados en el talud de la tepetatera.	
Fotografía 4. Inspección y condiciones de los gaviones posterior a su construcción.	

VI.1.1.8. P8: Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante

El desarrollo de esta medida está encaminada principalmente al rescate de la vegetación que se vería afectada durante la ejecución de las actividades de preparación del terreno del Proyecto y que pertenezcan a alguna de las especies que se encuentran enlistadas en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, además de considerar aquellos ejemplares de difícil regeneración o de importancia regional. Adicionalmente a esta medida se considerará como medida de emergencia el establecimiento de riegos de auxilio frecuentes en caso de mostrar poco establecimiento después del rescate.

Metodología

Especies del inventario de flora que deberán rescatarse y reubicarse

Con base al listado de especies que se encuentran en el área, se determinaron aquellas especies que serán rescatadas y reubicadas. Entre los criterios establecidos para la determinación de especies a rescatar se encuentran los siguientes:

- Rescate y reubicación de las especies que por sus características son consideradas de interés especial (lento crecimiento, difícil regeneración).
- Aplicar las mejores técnicas de rescate y reubicación para maximizar la supervivencia de las especies de flora rescatadas.

Metodología para el manejo de especies de flora

La metodología con las maniobras requeridas para el adecuado manejo de las especies de flora que serán rescatadas de las áreas del Proyecto, para posteriormente ser reubicadas, así como los formatos para el registro de los ejemplares rescatados y trasplantados, se describen a detalle en seguida.

Antes de comenzar las actividades de desmonte, es necesario realizar la búsqueda de las especies que serán reubicadas.

Materiales y equipo

Se requerirá los siguientes materiales para el rescate de flora:

- Guantes de carnaza
- Palas
- Picos o talacho
- Bolsas de plástico
- Carretillas
- Vehículo
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Tabla
- Cámara fotográfica
- Hojas de campo
- Cajas
- Machete

*****Este equipo es una sugerencia, sin embargo, el promovente y contratistas tendrán la opción de cambiarla según su conveniencia, siempre en apego a las Normas y garantizando que el equipo se encuentra en óptimas condiciones de operación durante el tiempo en que sea requerida.

Personal encargado del rescate y reubicación

Responsable. Hay un Responsable Técnico de la Ejecución (RTE), que es la persona encargada de coordinar y vigilar la correcta ejecución del presente documento, que viene haciendo labores de responsable y supervisor; cuenta con la experiencia y el conocimiento necesarios en botánica, particularmente en el rescate de flora y el funcionamiento de viveros, además cuenta con habilidades en campo, capacidad de mando y capacidad para tomar decisiones y actuar rápido en caso de imprevistos.

Supervisor de campo. Técnico. Cuenta con conocimientos sobre botánica, principalmente sobre manejo y mantenimiento de especies vegetales; es capaz de identificar y manipular a los individuos de manera correcta y efectiva. Este tiene un alto sentido de responsabilidad, es el que interactúa con el equipo técnico operativo, transmite y ejecuta órdenes. Elabora una bitácora en la cual el técnico anota las actividades diarias, las especies y el número de individuos rescatados y plantados en el sitio de reubicación.

Equipo técnico operativo. Son personas de las comunidades cercanas dado que son quienes están más familiarizados con el terreno presente en la zona, han sido capacitados en las técnicas a ejecutar que se describen en este programa para evitar la pérdida de ejemplares por mal manejo. Se les ha concientizado sobre la importancia de la cubierta vegetal y la importancia de la vegetación componente del medio biótico de la región.

Procedimiento

1) Se realiza la identificación de las especies a rescatar.
2) Se extrae al individuo, excavando alrededor, teniendo cuidado de desenterrar la totalidad de sus raíces, buscando evitar daños significativos al sistema radicular.
3) Se realiza la identificación de las especies a rescatar.
4) Se extrae al individuo, excavando alrededor, teniendo cuidado de desenterrar la totalidad de sus raíces, buscando evitar daños significativos al sistema radicular.
5) Cada ejemplar extraído, será transportado al área de reubicación, teniendo el mayor cuidado posible, evitando toda lesión física; para ello se utilizarán carretillas o cajas, dependiendo del tamaño de cada espécimen, entre algunas otras herramientas que faciliten el traslado.
6) Al realizar el rescate de las plantas completas, se les puede infringir alguna herida por accidente. Para poder llevar a cabo la cicatrización de las plantas, se debe realizar un procedimiento, el cual se explica en seguida:

    - Antes del rescate, se debe corroborar que las plantas se encuentren adecuadamente hidratadas.
    - Las heridas de las plantas completas, causadas por accidente, se puede aplicar sobre estas canela o azufre en polvo. Estos actúan como antifungicidas naturales, es decir, previenen la aparición de hongos y aceleran el proceso de cicatrización. O bien agregar algún fungicida químico, que no sea agresivo con el medio ambiente.
    - Las plantas rescatadas se deben almacenar en un lugar con luz, pero no directa. La luz ayudara a la cicatrización de las heridas, pero esta y temperaturas muy fuertes pueden causar deshidratación antes de plantarse.

7) Cada ejemplar extraído, será transportado al área de reubicación, teniendo el mayor cuidado posible con los ejemplares, evitando toda lesión física; para ello se utilizarán carretillas o cajas, dependiendo del tamaño de cada espécimen, entre algunas otras herramientas que faciliten el traslado, a pie de carretera, para de ahí ser cargadas y transportadas en camionetas pick up al área de reubicación.

Criterios utilizados para el rescate de las plantas

- La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su Art. 93, menciona que: Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento.

  El Reglamento, en el Art. 141, menciona que: Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

  De acuerdo con este programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;

  Los criterios que se tomaron en cuenta para su selección son:

  1. Especies protegidas bajo alguna categoría de protección, dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
  2. Especies de difícil regeneración, que son, según la PROFEPA, las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
  3. Además de los anteriores criterios, se tomaron en cuenta su vigor, que estén libres de plagas y enfermedades y que sean especies juveniles y maduras.

Técnicas de remoción o trasplante

Es importante procurar que la plantación de especies reubicadas se realice en suelos que ya se encuentran preparados y/o con cercado terminado, y se debe de cuidar que las plantas queden distribuidas homogéneamente dentro del área de plantación.

En el trasplante de los ejemplares, es necesario preparar el suelo en forma previa mediante la construcción de cepas de plantación, y cuyas dimensiones van a depender del tamaño del ejemplar a plantar; considerando que el tamaño de la cepa debe ser mayor que el tamaño del cepellón, al menos el doble del diámetro y un 50% más de hondo. Es importante considerar que la plantación de especies reubicadas debe realizarse durante las primeras horas de la mañana, con la finalidad de que los individuos se adapten al nuevo sitio con el menor calor solar posible.

Una vez construida la cepa, se coloca el individuo rescatado preferentemente al centro de esta, lo más importante de esta acción es cuidar que la planta se introduzca a la cepa de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla. El cuello de la planta (inicio del tallo) debe quedar por lo menos al ras del suelo, o preferentemente un poco debajo, para prevenir un asentamiento del sustrato. La tierra fina que cubre el sistema radicular es presionada con la mano, mientras que el relleno total de la cepa es compactado mediante pisoteo. Al plantar la cactáceas, se debe evitar exponer posibles heridas que estas hayan sufrido durante su manejo, con el suelo; con esta medida se evitan ataques de plagas y enfermedades y por lo tanto perdida de individuos.

Acciones para asegurar cuando menos el 80 % de sobrevivencia de las especies rescatadas y reubicadas

Para asegurar cuando menos el 80 % de sobrevivencia del rescate y reubicación de las especies, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

1. Extraer los individuos con sumo cuidado, tratando de no causarles daños físicos que pongan en riesgo su sobrevivencia.
2. Cuidar la parte radicular de las plantas, para proteger las raíces de la desecación por la acción del viento y el sol. Evitar la excesiva manipulación de las plantas, en el transporte del área de rescate al área de reubicación. El transporte de las plantas se debe realizar con el mayor cuidado posible, evitando en lo posible la mayor exposición de plantas al aire libre y viento para evitar su desecación.
3. Las plantas, se trasladarán en una camioneta pickup con redila, tratando de acomodarlas de tal forma que no sufran daños físicos, y de protegerlas del sol y del viento colocando una lona en la parte superior de la redila.
4. Antes de colocar la planta en la cavidad de plantación, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mayor disposición de nutrientes.
5. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no sea tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
6. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del área de rescate hasta la plantación en el área de reubicación está sujeta al estrés físico por el traslado.
7. Evitar que posibles heridas de las plantas, que se les pudiera haber infringido durante su manejo de rescate y reubicación, quede en contacto con el suelo, para evitar el ataque de hongos y bacterias y su posterior pudrición.
8. Proteger el área de reubicación con un cercado, para evitar que animales de porte medio y mayor entren y causen daños mecánicos a las plantas.
9. Llevar a cabo un seguimiento de la reubicación durante seis meses, para evaluar el estado de las plantas y su sobrevivencia.
10. En caso de no cubrir con el valor aceptable, se deberá considerar, evaluar e implementar medidas urgentes para solventar la ineficiencia de la medida propuesta para salvaguardar la integridad de la flora.

Densidad de plantación de las especies reubicadas

Se plantea una densidad de plantación de acuerdo con las dimensiones de cada planta y a la forma de cómo se encuentran asociadas en su entorno natural, y tomando en cuenta el Manual de Prácticas de Reforestación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Arreglo de plantación

Su arreglo será de acuerdo con sus dimensiones y tratando que las plantas queden en las condiciones parecidas a las que tenían en campo, buscando que estas tengan el espacio suficiente para que sigan desarrollando sus funciones fisiológicas adecuadamente.

VI.1.1.8.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P8

Objetivo

- Rescate y reubicación de las especies que por sus características son consideradas de interés especial (lento crecimiento, difícil regeneración).
- Aplicar las mejores técnicas de rescate y reubicación para maximizar la supervivencia de las especies de flora rescatadas.

VI.1.1.8.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P8

En la siguiente tabla se muestra el programa de aplicación de la medida P8

Tabla 14. Programa de aplicación de la medida

Etapa de aplicación de la medida
Preparación del Terreno
✓

VI.1.1.8.3. Bitácora de registro de la medida P8

Para dar seguimiento a la medida rescate y reubicación de especies de flora, se deberá de llenar una bitácora, en la siguiente tabla se presenta un ejemplo, en dicha bitácora se deberá de plasmar la especie y el número de individuos rescatados, la zona donde se realizó el rescate, observaciones y evidencia fotográfica.

Esta bitácora se deberá llenar cada vez que un área sea intervenida para conocer y evaluar los avances en el desarrollo de la medida.

Tabla 15. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P8 (Rescate y reubicación de especies de flora susceptible a trasplante)

Responsable del llenado de bitácora:					
Fecha (día, mes, año)					
Evidencias					
Especie rescatada	**No. de individuos**	**Zona donde se realizó el rescate (coordenadas, y otras referencias)**	**Zona donde se realizó la reubicación (coordenadas, y otras referencias)**	**Evidencia fotográfica**	**Observaciones**
Una vez transcurrido un año a partir de la finalización de los rescates y reubicaciones, se deberá ingresar la siguiente información					
Porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados (se espera que sea mayor al 80%)					
En caso de no haber obtenido el éxito de sobrevivencia del 80 %, qué procedimientos serán aplicados					

VI.1.1.9. P9: Capacitación

Todo el personal involucrado en actividades dentro del área del Proyecto deberá asistir a un curso de seguridad, educación y concientización ambiental que se impartirá en el aula designada por la promovente.

Esta medida complementa a otras planteadas en este PVA, las cuales refieren a el uso correcto de maquinaria durante las actividades de desmonte y despalme, prohibición de la cacería, prohibición de uso de fuego, introducción de especies de flora y fauna exóticas y domesticas entre otras, todo ello por la vía de la educación ambiental a través de la capacitación.

En esta medida, se propone la capacitación de todo el personal que participe en las maniobras de preparación y construcción del Proyecto, en la que se incluirá información en materia de salud, seguridad y medio ambiente, incluyendo en ella las medidas que se habrán de ejecutar para prevenir y mitigar los impactos derivados del desarrollo del Proyecto. En esta capacitación se les hablará también de las responsabilidades y restricciones que deberán acatar durante sus funciones, con la finalidad de atender a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA. Así también se capacitará al personal del Proyecto con respecto a la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre (venenosa, potencialmente agresiva etc.)

VI.1.1.9.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P9

Objetivo

- Concientizar a los involucrados en el Proyecto acerca de la importancia de los recursos bióticos y abióticos presentes dentro del área del proyecto su área de influencia y sistema ambiental.

Metas y alcances

- Informar a todos los participantes sobre los impactos potenciales del Proyecto y las medidas que se implementarán para evitarlos o mitigarlos.
- Crear conciencia acerca de los recursos naturales existentes en la región donde se desarrollará el Proyecto.
- Evitar que se los trabajadores in situ incurran en faltas que pongan en riesgo alguno de los componentes ambientales dentro del área del Proyecto y sus alrededores y que no hayan sido previstas por la ejecución normal de las actividades y obras de este.

VI.1.1.9.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P9

Tabla 16. Programa de aplicación de la medida P9

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	✓

VI.1.1.9.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P9

Para comprobar que la medida se esté ejecutado se deberá de llenar la bitácora de registro de los asistentes a las capacitaciones.

Tabla 17. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P9 (Capacitación)

Responsable del llenado de bitácora:	
Fecha (día, mes, año):	
Curso o taller:	
Asistentes	**Empresa contratista**

VI.1.1.10. P10: Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad

Esta actividad corresponde a una medida de prevención, ya que se realizarán recorridos en las obras de la huella del Proyecto. Una cuadrilla de personal técnico calificado será la que realice de manera previa los recorridos de ahuyentamiento para permitir que la fauna de alta movilidad se desplace fuera del sitio, el encargado del Proyecto será el responsable de la realización de esta medida. La cuadrilla estará equipada con instrumentos sonoros que permitan generar un ligero disturbio y por tanto el ahuyentamiento de los animales de alta movilidad, que son aquellos que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación.

Esta medida se ejecutará durante la etapa de construcción y operación de sitio, específicamente en los frentes de trabajo donde se requiera el ingreso de maquinaria ligera o pesada. El seguimiento que se dará a la medida será a través del número de recorridos realizados.

La ejecución de acciones para la protección, la conservación y el manejo de la fauna presente dentro del Polígono del Proyecto se justifica debido a que son tareas encaminadas a resolver los conflictos que se producen entre los animales silvestres y el desarrollo humano. En este sentido, las acciones de ahuyentamiento de fauna de alta movilidad buscarán salvaguardar las especies silvestres que podrían verse afectadas por el desarrollo del Proyecto, logrando su protección y conservación a través del manejo adecuado.

VI.1.1.10.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P10

Objetivos

- Salvaguardar la integridad de los individuos de las diferentes especies de fauna de alta movilidad.
- Evitar la mortandad de individuos de fauna durante las actividades de operación del sitio.
- Minimizar el impacto sobre el componente Fauna.

Metas y alcances

- Alejar y salvaguardar a la fauna presente en las áreas donde se desarrollará el Proyecto, hacia zonas no intervenidas o a terrenos aledaños, previo a la ejecución de las maniobras para la operación del sitio, con la finalidad de evitar lesiones o muertes de ejemplares de fauna silvestre.
- Evitar la mortandad de individuos de fauna durante las actividades de operación y construcción del sitio.

VI.1.1.10.2. Metodología

El ahuyentamiento de fauna, como su nombre lo indica, consiste en alejar a la mayor cantidad posible de individuos de fauna que se puedan encontrar en el Polígono donde se desarrollarán las actividades y obras enmarcadas en el Proyecto.

El ahuyentamiento se debe realizar cuando mucho 30 minutos antes de iniciar aquellas actividades que refieran a la remoción de los elementos vegetales (ya sean plantas de cultivo o elementos vegetales que se encuentran formando barreras divisorias entre parcelas) y la brigada responsable de esta tarea deberá permanecer en el frente de trabajo por si hubiese organismos que requieran ser rescatados.

La técnica más efectiva para realizar los recorridos para el ahuyentamiento de fauna es en realidad muy sencilla, consta de desplazarse en una formación de 3 a 5 personas con una separación de entre 3 y 5 metros entre cada una (dependerá de la topografía y cobertura vegetal del lugar), el objetivo es avanzar al mismo tiempo hacia zonas resguardadas, como cañadas y sitios con mayor cobertura vegetal, siempre procurando hacer ruido y sacudir la vegetación para inducir el alejamiento de los animales tal como se aprecia en la siguiente Figura.

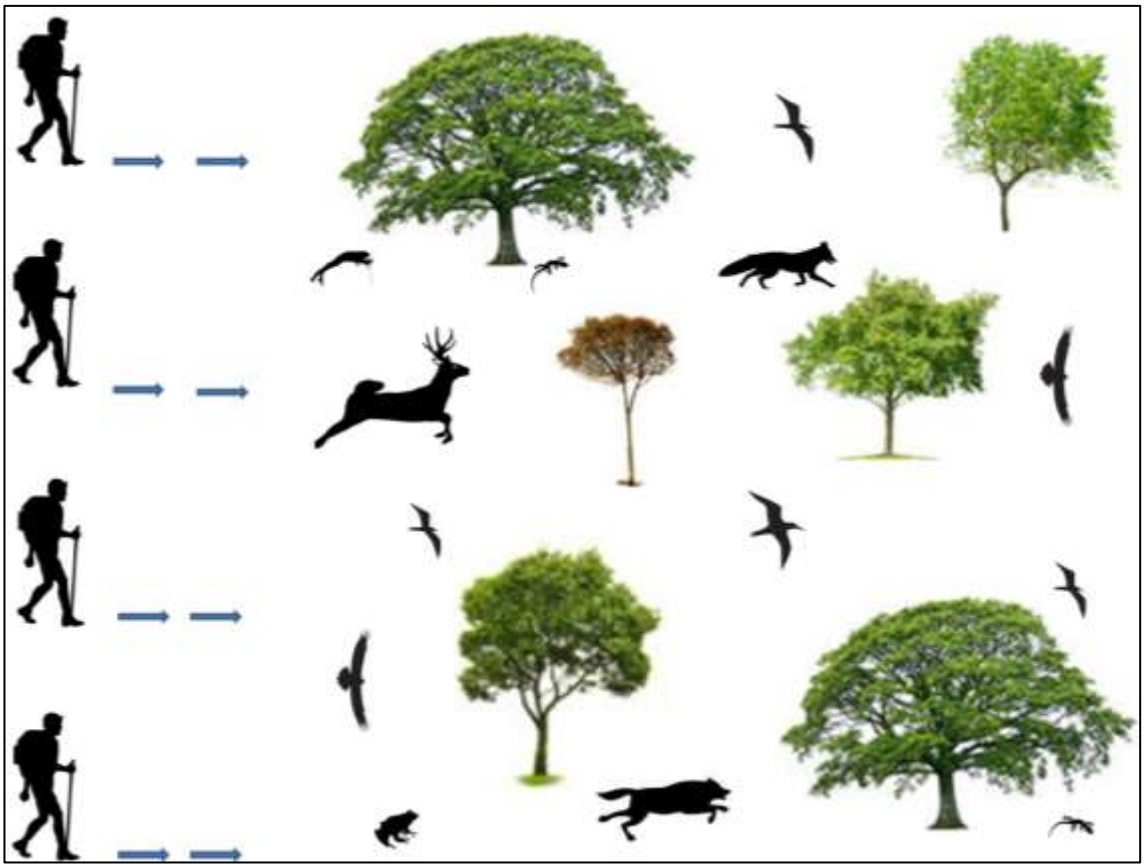


Figura 2. Esquema de la técnica de ahuyentamiento de fauna

Durante los recorridos para el ahuyentamiento de fauna será necesario llevar a cabo de manera simultánea el rescate de fauna, ello para dar solidez a las medidas que permitan la supervivencia de la mayor cantidad de individuos posible y que estas sean transportadas y reubicadas en lugares con iguales o mejores características ambientales que los sitios donde fueron capturados.

Los recorridos para la búsqueda intensiva de fauna, así como las capturas de los mismos, se deberán realizar en jornadas dobles, en la mañana de 07:00 a 12:00 horas y en la tarde de 17:00 a 20:00 horas, cuando los rayos solares caen en forma diagonal sobre la tierra, este procedimiento se deberá realizar horas antes de iniciarse la remoción de los elementos vegetales, el ahuyentamiento el cual se recomienda que se realice cuando mucho 30 minutos antes de incursionar a las áreas que serán sometidas a desmonte.

La búsqueda de fauna implicará la remoción de rocas, troncos caídos, la revisión de arbustos, entre otras actividades. Es importante remarcar el valor de contar con la ayuda de personal con la experiencia en el manejo de especies venenosas a fin de evitar accidentes potencialmente mortales.

VI.1.1.10.3. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P10

Tabla 18. Programa de aplicación de la medida

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.10.4. Bitácora de registro de la medida P10

Como parte del presente programa se debe contemplar la adecuada ejecución de las acciones de ahuyentamiento programado de fauna, debiendo verificar y dar seguimiento mediante el uso de bitácoras, en donde se especifiquen las acciones realizadas, tiempos y observaciones relevantes, como especies y número de individuos observados y si se logró tomar alguna fotografía del animal.

Se debe dar especial énfasis a las posibles especies enlistadas bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en caso de observarse alguna de estas especies se deberá registrar en la columna correspondiente a observaciones.

A continuación, se presenta la bitácora que se deberá llenar durante la actividad de ahuyentamiento de fauna.

Tabla 19. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P10 (Ahuyentamiento de fauna de alta movilidad)

Reubicación y Rescate de especies				
Responsable				
Fecha (día, mes, año)				
Hora				
Zona (coordenadas)				
Especie ahuyentada	**Nombre común**	**# de individuos**	**Observaciones, condiciones generales del sitio**	**# Foto**

VI.1.1.11. P11: Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto se realizará el rescate de las especies de baja movilidad que puedan verse afectadas con dichas actividades, tomando las medidas necesarias para evitar daños tanto a la fauna como al personal encargado del rescate. Todas las especies, tanto de baja movilidad como aquellas de interés especial, serán reubicadas de manera adecuada en sitios con características ambientales similares a donde se encontraron o priorizando la zona destinada para las actividades de reubicación de flora y suelos.

Esta medida se ejecutará durante la etapa de preparación de sitio, específicamente en los frentes de trabajo donde se requiera el ingreso de maquinaria ligera o pesada. El seguimiento que se dará a la medida será a través del número de recorridos realizados. Como actividad de prevención, se deberán proteger a los individuos presentes en el área del Proyecto al realizar su captura y posterior reubicación.

El grado de cumplimiento se verificará a través de cuantas capturas fueron realizadas, comparándolo contra las liberaciones realizadas, debiendo registrar los datos generales de cada uno de los individuos incluyendo las coordenadas de captura y liberación. Deberá registrarse también los datos de mortandad de individuos en el sitio.

Los individuos de fauna rescatados deberán de mantenerse en sitios adecuados, sombreados y con agua un lapso no mayor a 24 horas para su reubicación. Los sitios a donde serán reubicados deberán tener condiciones similares a los sitios de donde fueron capturados.

Se llevará a cabo esta actividad mientras duren los trabajos de preparación del sitio y operación.

Todas estas especies estarán sujetas a las acciones de rescate y reubicación, además se considerarán a las especies que no hayan sido registradas y que pudieran aparecer durante los trabajos de rescate y reubicación.

La ejecución de acciones para la protección, la conservación y el manejo de la fauna presente dentro del Polígono del Proyecto se justifica debido a que son tareas encaminadas a resolver los conflictos que se producen entre los animales silvestres y el desarrollo humano. En este sentido, las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación buscarán salvaguardar las especies silvestres que podrían verse afectadas por el desarrollo del Proyecto, logrando su protección y conservación a través del manejo adecuado.

VI.1.1.11.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P11

Objetivos

- Salvaguardar la integridad de los individuos de las diferentes especies de fauna de baja movilidad.
- Evitar la mortandad de individuos de fauna durante las actividades de preparación del sitio.
- Minimizar el impacto sobre el componente Fauna.

Metas y alcances

- Alejar y salvaguardar a la fauna presente en las áreas donde se desarrollará el Proyecto, hacia zonas no intervenidas o a terrenos aledaños, previo a la ejecución de las maniobras para la preparación del sitio, con la finalidad de evitar lesiones o muertes de ejemplares de fauna silvestre.
- Realizar las distintas actividades de Rescate y reubicación de Fauna sobre la superficie del Polígono del Proyecto.
- Evitar la mortandad de individuos de fauna durante las actividades de preparación y construcción del sitio.
- Lograr el 100% de liberaciones exitosas con relación al número de individuos capturados.

Durante los recorridos para el ahuyentamiento de fauna será necesario llevar a cabo de manera simultánea el rescate de fauna, ello para volver más eficientes las medidas que permitan la supervivencia de la mayor cantidad de individuos posibles y que estas sean transportadas y reubicadas en lugares con iguales o mejores características ambientales que los sitios donde fueron capturados.

VI.1.1.11.2. Metodología

La metodología para la adecuada ejecución de esta medida se describe a detalle en el texto, donde se especifica el equipo requerido para el manejo de fauna, las herramientas y utensilios necesarios, así como los protocolos y técnicas que serán necesarias para realizar las actividades de rescate y reubicación.

VI.1.1.11.3. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P11

Tabla 20. Programa de aplicación de la medida P10

Preparación	Contrucción	Operación	Cierre
✓	✓		

VI.1.1.11.4. Bitácora de registro de la medida P11

Para dar seguimiento a dichas acciones y que los resultados obtenidos puedan ser ubicables, medibles y cuantificables, se deberán de llenar las bitácoras de rescate y reubicación de fauna silvestre, dichos formatos contendrán información general de las especies animales que sean objeto de las acciones de rescate y reubicación, esta información brindará datos relevantes como número de individuos de las diferentes especies avistadas, incrementar la información referente a fauna (distribución en la zona, condiciones del hábitat, salud de los individuos, evidencia fotográfica de las actividades realizadas etc.) y por consiguiente contribuirá a una mejor caracterización ambiental en la zona del Proyecto, la medición de la efectividad de las acciones propuestas, así como brindar la posibilidad de implementar nuevas y mejores medidas con base a los resultados obtenidos y/o detectar deficiencias en medidas ya existentes con la finalidad de sustituirlas o modificarlas para incrementar su eficacia.

A continuación, se presenta un ejemplo de las bitácoras que deberán ser llenadas para dar seguimiento a las actividades propuestas en el presente documento, dichas bitácoras deberán anexarse a los informes que sean presentados a la autoridad.

Tabla 21. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida P10 (Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010)

Reporte de Rescate y Reubicación de especies de fauna silvestre	
Responsable:	
Fecha (día, mes, año):	
Hora:	
Zona intervenida (coordenadas):	
Especie rescatada:	
Nombre común:	
Número de individuos:	
Lugar de rescate (Coordenadas):	
Nombre de la persona que lo encontró:	
Departamento:	
Hora de rescate:	
Área de reubicación (Coordenadas):	
Hora de reubicación:	
Imágenes de captura	**Imágenes de liberación**
Observaciones: (condiciones generales del ejemplar durante el rescate y al ser liberado, tipo de acción ya sea por reporte de fauna en áreas operativas o por actividades de desmonte, entre otros)	

NOTA: Estas bitácoras podrán ser modificadas, ampliadas, o sustituidas según los requerimientos que se vayan presentado al ejecutar el presente Programa, siempre y cuando expongan como mínimo la información contenida en las presentes. Lo anterior contribuirá a un mejor seguimiento de medidas con base en bitácoras mejoradas a través de la experiencia en el campo.

VI.1.1.12. P12: Manejo integral de residuos

Como medida preventiva contra una eventual contaminación del suelo y/o agua, así como una medida de compensación contra el impacto sobre la calidad visual que generará el Proyecto, se realizará un manejo integral y adecuado de todos los residuos (Residuos Sólidos Urbanos) que se generen durante su desarrollo.

Se implementarán contenedores identificados para contener el tipo de residuo solido urbano generado de forma temporal. Un contratista se encargará del traslado de los residuos para su disposición manera final en el relleno sanitario con la clasificación según corresponda (madera, chatarra, plásticos, cartón y papel, no reciclables y orgánicos).

En cuanto a residuos peligrosos (RPE), sólo se generarán los típicos residuos producto de las actividades de mantenimiento de la maquinaria, esta actividad se realizará en los talleres ubicados en la Mina San Ignacio mismo que se encargará del buen manejo de acuerdo con su programa de residuos.

VI.1.1.12.1. Objetivos, metas y alcances de la medida P12

Objetivo

- Mantener un manejo adecuado para todos los residuos que sean generados en las distintas etapas del Proyecto.

Metas y alcances

- Evitar la afectación del medio ambiente por la dispersión de residuos en el área del Proyecto y su área de influencia.
- Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan.
- Promover la prevención de la generación de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social.
- Evitar el impacto visual que genera el mal manejo y la disposición inadecuada de residuos.

VI.1.1.12.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida P12

Tabla 22. Programa de aplicación de la medida P12

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.1.1.12.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida P12

La siguiente bitácora (Tabla 23) dará la pauta para el inicio del seguimiento de la medida, recordando que los detalles para el manejo de los residuos deberán apegarse a lo señalado en la metodología en el programa de manejo de residuos.

Tabla 23 Ejemplo de Bitácora general de Registro de ejecución de P12 (Manejo integral de residuos)

Responsable del llenado de bitácora:				
Fecha (día, mes, año)			**Evidencias fotográficas de las áreas autorizadas para el almacenamiento de residuos, traslado y entrega.**	**Bitácoras de entrega y recepción de residuos (cantidad promedio de residuos generados cada mes según el tipo, otros datos de**
Se instalaron áreas de disposición para los diferentes tipos de residuos en los diferentes frentes de trabajo (marcar con una X)	**Si**	**No**		
Se realizó el traslado de los residuos a las áreas previamente destinadas para el acopio temporal de estos (marcar con una X)	**Si**	**No**		
Se realizó el contrato con una empresa autorizada para que sea la responsable de la recolección de los diferentes residuos, ya sean estos orgánicos, inorgánicos o peligrosos (estopas impregnadas de aceite u otros) (marcar con una X)	**Si**	**No**		

VI.1.1.13. C1: Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto

En la última etapa de desarrollo del Proyecto, así como al finalizar la vida útil del mismo, la huella del Proyecto podrá ser sometida a distintas obras y/o actividades de restitución con la finalidad de recuperar en medida de lo posible las características naturales del sitio anterior al desarrollo del Proyecto. Para esta medida se describirán a detalle las actividades a realizar para regresar al sitio a condiciones menos impactadas, aumentando la calidad visual y compensando el impacto al suelo, flora y fauna, además del desmantelamiento de obras en las distintas Zonas del Proyecto y recuperación de áreas con el menor impacto residual posible.

Esta medida podrá ser acotada conforme a los lineamientos descritos en el Plan de Restitución y Cierre y podrá consistir en la reintegración de suelo vegetal rescatado (o adquirido) para la reimplementación de elementos fértiles al sitio, seguido de actividades de reforestación o adecuación para fines sociales.

VI.1.1.13.1. Objetivos, metas y alcances de la medida C1

Objetivo

- Recuperar la integridad visual y funcional del área del proyecto.

Metas y alcances

- Seguir los lineamientos propuestos Plan de Restitución y Cierre (se integrará cercano a la terminación de la etapa operativa).
- Reintegrar el suelo al área del Proyecto.
- Reforestar el área del Proyecto.

VI.1.1.13.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida C1

Tabla 24. Programa de aplicación de la medida C1

Etapa de aplicación de la medida	
Operación	**Cierre**
✓	✓

VI.1.1.13.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida C1

Las bitácoras seguirán las especificaciones conforme al Plan de Restitución y Cierre el cual deberá ser aprobado para el Proyecto por la autoridad ambiental una vez que este por concluir la etapa de operación.

VI.1.1.14. C2: Reforestación

Como la principal medida por aplicar de manera compensatoria y que servirá para combatir la afectación provocada por impactos principales identificados, compensando los efectos residuales de largo plazo y posteriores a la finalización de la vida útil del Proyecto, es la reforestación con especies nativas de las áreas afectadas dentro del Polígono del Proyecto por la ocupación de las obras y actividades.

La reforestación es una práctica vegetativa importante para la protección, conservación y restauración del suelo, sin embargo, debe ser acompañada de prácticas mecánicas que aumenten la supervivencia, mejoren su desarrollo y con ello contribuyan a disminuir la degradación del suelo (Cuevas, *et al.*, 2004).

La capa orgánica del suelo se ubica en la parte superficial del suelo la cual se caracteriza por una alta actividad biótica y acumulación de materia orgánica. La profundidad de esta capa está en relación con las características del terreno, cobertura vegetal, procesos físicos y biológicos que se presenten en el suelo. El suelo orgánico que se haya removido será resguardado para que posteriormente sea reubicado y empleado en maniobras de revegetación o reforestación.

Se espera que esta medida contribuya, a largo plazo, a compensar principalmente la pérdida de la cobertura vegetal. Asimismo, se prevé que para cada uno de los hundimientos crezca vegetación que proporcione una mayor estabilidad al terreno, además de mejorar su aspecto visual y favorezca la continuidad paisajística, con el propósito de integrar armónicamente el área con su entorno, con lo cual indirecta y consecuentemente se reducirá el potencial de erosión, se posibilitará el regreso de especies de fauna silvestre al sitio y la progresiva regeneración del hábitat, además de que las condiciones del microclima cambiarían nuevamente a un estado más próximo al que actualmente mantiene la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto, por lo que esta reforestación se le considerará parte esencial de la restitución del área del Proyecto.

VI.1.1.1.14.1. Objetivos, metas y alcances de la medida C2

Objetivo

1. Producir plantas de especies nativas de calidad en el vivero forestal de Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V., Unidad Minera San Ignacio, utilizando el germoplasma recolectado para abastecer las acciones de reforestación contempladas en el presente Programa.
2. Realizar la colecta de germoplasma para la producción de planta en vivero y la obtención de material vegetativo destinado a las acciones de restauración activa.
3. Producir planta forestal de calidad en el vivero forestal, utilizando el germoplasma recolectado, para abastecer las acciones de restauración activa contempladas en el presente Programa.
4. Complementar las acciones de reforestación con obras de conservación de suelos y medidas de protección para favorecer el establecimiento, la supervivencia y el desarrollo de la vegetación.
5. Realizar el mantenimiento y monitoreo de las áreas reforestadas para evaluar la supervivencia de las plantas, la efectividad de las acciones implementadas y favorecer la recuperación gradual de los ecosistemas.

Metas y alcances

1. Ejecutar las acciones de mantenimiento y monitoreo de las áreas reforestadas, incluyendo la reposición de planta conforme al comportamiento de la supervivencia observado en cada especie y sitio.
2. Establecer y conservar el cercado perimetral para proteger las áreas de reforestación del ingreso de ganado de porte mayor.
3. Establecer brechas cortafuego como medida preventiva para proteger las áreas de reforestación contra daños ocasionados por incendios forestales.
4. Selección de fuentes semilleras, monitoreo y seguimiento de las etapas reproductivas de los árboles padre y colecta de germoplasma.
5. Beneficio y Almacenamiento de Germoplasma Colectado.

VI.1.1.1.14.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida C2

Tabla 25 Programa de aplicación de la medida C2

Acciones para el control de la erosión	Preparación	Operación	Cierre
Reforestación		✓	✓

VI.1.1.1.14.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida C2

Para dar seguimiento a esta medida, se deberá de llenar una bitácora, en la siguiente tabla se presenta un ejemplo, en dicha bitácora se deberá de plasmar coordenadas, fecha, observaciones y evidencia fotográfica.

Esta bitácora se deberá llenar mensualmente una vez iniciadas las tareas de reforestación y hasta haber llegado a la meta de individuos plantados.

Tabla 26 Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida C2

Responsable del llenado de bitácora:				
Fecha (día, mes, año)	Especie plantada	No. de individuos	Observaciones	Evidencia fotográfica

Además de la bitácora, se deberá integrar a esta un reporte anual del estado que guarda la reforestación, esto con el fin de garantizar una sobrevivencia mínima del 80% de los individuos plantados.

Los detalles operativos de esta medida se integrarán en el Programa de Reforestación, donde se establecerán las especificaciones técnicas correspondientes a las labores de reforestación y al acopio de germoplasma (semillas y esquejes).

VI.2. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados conforme al Proceso de Evaluación de los Impactos Ambientales

Con la finalidad de atender a los impactos secundarios identificados mediante el proceso de evaluación de los impactos ambientales, que, si bien no representan potenciales afectaciones, su observación y control harán de éste un proyecto más viable y sustentable; a continuación, se presentan medidas complementarias que se pretenden llevar a cabo durante el desarrollo de las actividades del Proyecto Sistema Integrado de Deposición de Jales TSF3 (Húmedo–Seco).

VI.2.1. Línea estratégica para la prevención y mitigación de impactos secundarios

La Tabla 27 muestra las medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios identificados. Esta Tabla señala de izquierda a derecha los siguientes datos:

- Componente que se verá beneficiado por la aplicación de la medida.
- Clave de la medida que será ejecutada para prevenir, mitigar o compensar el impacto
- Nombre de la medida
- Tipo de medida
- Etapa en la que será ejecutada la medida
- Recurso para poder llevar a cabo la medida
- Indicadores de aplicación

VI.2.1.1. Descripción de las medidas a aplicar para prevenir, mitigar o en su caso compensar los impactos secundarios identificados

Tabla 27. Medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos secundarios

Componente beneficiado	Clave de medida	Medida	Tipo de medida	Etapa	Indicador / Grado de cumplimiento
Hidrología y Suelo, atmósfera	MSc-01	Uso de baños portátiles	Prevención	Preparación, construcción y Operación	No. de baños portátiles instalados, comprobantes de limpieza e inspección
	MSc-02	Señalización ambiental	Prevención	Preparación, construcción y Operación	Número de señaléticas instaladas Evidencia fotográfica
Medio económico	MSc-03	Contratación de personal local	Prevención	Preparación, construcción y Operación	Lista de personal contratado

VI.2.1.1.1. Msc-01. Uso de baños portátiles

Durante las etapas del Proyecto se deben instalar baños portátiles en las áreas de trabajo a razón de un baño por cada 15 trabajadores y en caso de que existan colaboradores del sexo femenino deberá agregarse un baño adicional como mínimo, estableciéndose su uso como una obligación, quedando estrictamente prohibido orinar y defecar al aire libre. Para ello, se contratará a una empresa especializada para la instalación de los baños portátiles, misma que deberá de darles mantenimiento y limpieza.

Se contratará a una empresa especializada para la instalación de los baños portátiles (responsabilidad del contratista), misma que deberá de darles mantenimiento y limpieza. La adecuada disposición de los residuos sanitarios será responsabilidad de la empresa contratada, quedando prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo natural o escorrentías.

El uso de baños portátiles deberá seguir las siguientes especificaciones:

- Podrán colocarse baños portátiles en construcciones como remolques o estructuras prefabricadas, de plataformas rodantes o cualquier otra estructura portátil. Si contienen más de un inodoro, cada uno deberá ocupar un compartimiento separado con una puerta y paredes o divisiones entre inodoros, suficientes para asegurar la privacidad. Los cuartos de baño que son para uso de varones deberán tener urinales. Los urinales no necesitan compartimientos separados.
- De ser el caso, deberán colocarse baños portátiles separadas para mujeres y para varones.
- Cada letrina será colocada lejos mínimo 30 metros de distancia de sitios de reunión o donde se consuman alimentos.
- Cada letrina debe contar con un lavamanos con agua para poder lavarse las manos con agua y jabón después de utilizarla.
- Se realizará la limpieza completa de la letrina periódicamente, en dicho servicio se realizará la limpieza general del sanitario y recolección de los residuos.
- En todo momento la letrina deberá permanecer cerrada.

- En todo momento la letrina deberá mantenerse limpia para evitar la proliferación de malos olores, y agentes infecciosos.
- Toda persona que sea sorprendida dañando o haciendo un mal uso de los baños portátiles será sancionada.

VI.2.1.1.1.1 Objetivos, metas y alcances de la medida Msc-01

Objetivo

- Evitar la contaminación de la atmósfera, el suelo y el agua por evacuaciones humanas al aire libre

Metas y alcances

- Colocar al menos una letrina móvil (baño portátil) por cada 15 trabajadores que laboren en el Proyecto y en caso de que existan colaboradores del sexo femenino deberá agregarse un baño adicional como mínimo
- Colocar baños portátiles móviles exclusivas para hombres y otras para mujeres
- Realizar recolección y limpieza de baños portátiles tres veces por semana por una empresa debidamente registrada para ofrecer este servicio

VI.2.1.1.1.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida Msc-01

Tabla 28. Programa de aplicación de la medida

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓		

VI.2.1.1.1.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida Msc-01

Para dar seguimiento a esta medida se deberá señalar si se instalaron baños portátiles, si los baños colocados son debido a una por cada 15 trabajadores y en caso de que existan colaboradores del sexo femenino deberá agregarse un baño adicional como mínimo y si se está realizando la limpieza y recolección de residuos por una empresa certificada. Para lo anterior se deberá llevar una bitácora como la que se muestra a continuación.

Tabla 29. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida Msc-01 (Uso de baños portátiles)

Responsable del llenado de bitácora:			
Fecha (día, mes, año)			
Se instaló baño portátil por cada 15 trabajadores dentro del Proyecto y/o se agregó un baño adicional por colaboradores del sexo femenino **(marcar con una X)**	**Sí**	**No**	**Observaciones**

Se realizó la limpieza de los baños portátiles que están dentro del Proyecto al menos una vez cada tres días por personal de una empresa autorizada	**Sí**	**No**	

VI.2.1.1.2. Señalización ambiental MSc-02

Esta medida será empleada como un conjunto de estímulos que condicionan la actuación del personal que labore en el proyecto.

Actuará como un indicador de la situación en que el operario se puede encontrar dentro de la actividad que va a desarrollar, de modo que se le indica cómo debe actuar ante un riesgo o actividad determinada, para que la señalización sea efectiva, se debe recibir la formación adecuada que les permita interpretarla correctamente.

Este tipo de señalización será colocada en las distintas zonas del proyecto.

La señalética estará enfocada en los siguientes puntos.

Cuidado de la fauna silvestre

- Prohibición de extracción de especies de fauna silvestre.
- Prohibición de cacería.
- Reporta la presencia de fauna silvestre en frentes de trabajo.
- Prohibición del uso de fuegos y quemas.
- Presencia de Fauna Silvestre – No los atropelles.

Cuidado de suelo y agua

- No defecar u orinar al aire libre.
- No hacer mantenimiento en áreas no autorizadas.
- Almacenar de manera adecuada los residuos peligrosos.
- Prohibido desechar residuos líquidos en terreno natural.

Cuidado de flora

- No extraer individuos de flora.
- Prohibidas fogatas y quemas.

Seguridad

- Paso de maquinaria.
- Zona de obras.
- Precaución Zona de maniobras.

- Velocidad máxima.



Figura 2. Ejemplos de señalización ambiental (paso de fauna)



Figura 3. Ejemplos de señalización ambiental (Prohibiciones)

Nota: Este listado será ampliado dependiendo de las necesidades específicas del proyecto durante cada una de sus etapas, sin embargo, los señalamientos para el cuidado de flora, fauna, suelo y agua deberán permanecer toda la vida útil del Proyecto.

VI.2.1.1.2.1. Objetivos, metas y alcances de la medida MSc-02

Objetivo

- Comunicar al personal a través de señaléticas las medidas, acciones, prohibiciones y restricciones actividades que se están implementando, se deben respetar y seguir.

Metas y alcances

- Colocar al menos 15 letreros en lugares estratégicos dentro y fuera del Proyecto, donde se especifique las actividades, riesgos, medidas a seguir.
- Mantener la integridad física de la señalética durante toda la vida útil del Proyecto.

VI.2.1.1.2.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida MSc-02

En la Tabla 30 se muestra el programa de aplicación de la medida MSc-02.

Tabla 30. Programa de aplicación de la medida MSc-02

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	

VI.2.1.1.2.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida MSc-02

Para dar seguimiento a la medida de señalización ambiental, se deberá llenar la bitácora que se muestra en la Tabla 31 para llevar un control sobre la señalética instalada y verificar que se cumpla con los objetivos, metas y alcances de la medida.

Tabla 31. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida MSc-02

Responsable del llenado de bitácora:				
Fecha (día, mes, año)				
Se instalaron letreros de señalización en el área del Proyecto de 61 cm x 61 cm, los cuales indican señalización ambiental (marcar con una X)			**Si**	**No**
Evidencias				
No. de señal	**Tipo de señalética**	**Ubicación Coordenadas (UTM WGS 84)**	**Evidencia fotográfica**	**Observaciones**
		X / **Y**		

VI.2.1.1.3. MSc-03. Contratación de personal local

Como parte de los impactos benéficos de alta importancia identificados para el Proyecto, está la oferta laboral que se abrirá con la construcción de éste, generando empleos directos e indirectos, temporales y permanentes, Como parte de los procesos de contratación de personal no calificado, se privilegiará el reclutamiento de los pobladores de las comunidades rurales y rancherías vecinas.

VI.2.1.1.3.1. Objetivos, metas y alcances de la medida MSc-03

Objetivo

- Localidades cercanas al área donde se desarrollará el Proyecto se sumen a la fuerza laboral que será requerida en las distintas etapas de su desarrollo.

Metas y alcances

- Contratar gente de las localidades cercanas
- Impulsar la economía local
- Brindar beneficios directos a la población

VI.2.1.1.2.2. Programa calendarizado de la ejecución de la medida Msc-02

Tabla 32. Programa de aplicación de la medida

Preparación	Construcción	Operación	Cierre
✓	✓	✓	✓

VI.2.1.1.3.3. Bitácora de registro de ejecución de la medida MSc-03

Para comprobar que la medida se esté ejecutado se deberá de llenar la bitácora de registro de ejecución de medida (Tabla 33 y Tabla 34), en dicho formato se deberá de plasmar el nombre del responsable de llenar la bitácora, el número de empleos requeridos por etapa, sí como el número de empleados que provienen de localidades aledañas al Proyecto.

Tabla 33. Ejemplo de Bitácora de Registro de ejecución de medida MSc-03 (Contratación de personal local)

Responsable del llenado de bitácora:			
Fecha (día, mes, año)			
No. de empleos requeridos por etapa		**No. de empleados que provienen de localidades aledañas al Proyecto**	
Preparación		**Preparación**	
Operación		**Operación**	

Nota: Esta bitácora deberá estar acompañada con una lista que exponga el nombre de cada persona que se empleé en cada una de las etapas y otros datos de interés.

Tabla 34. Lista de personal contratado para el desarrollo del Proyecto

Nombre completo de la persona contratada	Empresa	No. de Seguro Social	Etapa y actividad en la que colaborará	Firma	¿Es de una localidad cercana al Proyecto? ¿Cuál?

VII. Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución de las medidas propuestas

En la Tabla 35 se muestran los indicadores de realización de cada una de las medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos principales o secundarios que se identificaron mediante el proceso de evaluación de los impactos ambientales que provocará el desarrollo del Proyecto.

Tabla 35. Indicadores de realización de las medidas propuestas para los impactos principales y secundarios

Clave de la medida	Medida	Etapa en la que se aplicará	Indicadores de realización
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	Preparación, construcción y operación	− Áreas delimitadas − Número de marcas − Formato de liberación de superficies por construir
P2	Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos	Preparación, construcción y operación	− Aplicación de servicios requeridos a la maquinaria conforme a la programación del mantenimiento
P3	Control de velocidad de los vehículos	Preparación, construcción y operación Operación	− Capacitación del personal del proyecto − Número de señales instaladas
P4	Riego de accesos y rodamiento, y humedecimiento de áreas de trabajo	Preparación, construcción y operación	− Número y bitácora de riegos
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Preparación, construcción y operación	− Capacitación del personal del proyecto − Bitácoras de inspección
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Construcción y operación	-Áreas delimitadas del proyecto con forme a las 3 fases de desarrollo
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	Construcción y operación	-Colocación de gaviones en zonas de protección de taludes y/o escurrimientos.
P8	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	Preparación, construcción y operación	-Número de individuos rescatados y reubicados -Formato de rescate -Reubicación de flora -Evidencia fotográfica
P9	Capacitación	Preparación, construcción y operación	− Número de personal capacitado −Listados de asistencia y temáticas
P10	Recorridos para el ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad	Preparación, construcción y operación	−Número de recorridos realizados −Formato de registros directos e indirectos de fauna

Clave de la medida	Medida	Etapa en la que se aplicará	Indicadores de realización
			− Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Preparación y construcción	−Número de recorridos realizados
			−Formato de registros directos e indirectos de fauna
			−Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento
P12	Manejo Integral de Residuos	Preparación, construcción y operación Operación	−Evidencia fotográfica de la adecuación de los sitios para el almacenamiento temporal de los residuos
			−Listas de asistencia a las capacitaciones
			−Bitácoras
			−Manifiestos de entrega recepción de residuos
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Operación y cierre	−Cantidad de suelo reintegrado a la huella del proyecto
			−Superficie de la huella del proyecto reforestada
C2	Reforestación	Operación y cierre	Número de individuos plantados; Superficie reforestada; Bitácoras de sobrevivencia
Indicadores de realización de las medidas propuestas para los impactos secundarios			
Msc-01	Uso de baños portátiles	Preparación y construcción	Número de baños portátiles instalado Bitácoras de limpieza y mantenimiento
MSc-02	Señalización ambiental	Preparación, construcción y operación	Número de señaléticas instaladas Evidencia fotográfica
Msc-03	Contratación de personal local	Preparación, construcción y operación	Bitácora de registro del personal contratado durante la operación y construcción

VIII. Indicadores de eficacia: Miden los resultados obtenidos por la aplicación de las medidas propuestas

En la Tabla 36 se muestran los indicadores de eficacia de cada una de las medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos principales o secundarios que se identificaron mediante el proceso de evaluación de los impactos ambientales que provocará el desarrollo del Proyecto.

Tabla 36. Indicadores de eficacia de las medidas propuestas para los impactos principales y secundarios

Clave de la medida	Medida	Tipo de medida	Indicadores de Eficacia
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	Prevención	− 100% de las áreas delimitadas conforme a lo autorizado
P2	Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos	Prevención	− 100% de la maquinaria y vehículos inspeccionados periódicamente conforme al plan de mantenimiento interno
P3	Control de velocidad de los vehículos	Prevención	− Porcentaje de personal capacitado mayor al 95%
			− Instalación de señalética
P4	Riego de accesos y rodamiento, y humedecimiento de áreas de trabajo	Prevención	− Riegos diarios durante la temporada de estiaje
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Prevención	− Reporte de inspección sin incidentes
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Prevención	100% de las áreas intervenidas conforme a la fase en cuestión
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	Prevención	-Inspección posterior a la instalación.
P8	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	Preparación	-80% de reubicaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de individuos rescatados
P9	Capacitación	Prevención	− Porcentaje del personal del proyecto capacitado mayor al 95%.
P10	Recorridos para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna de alta movilidad	Prevención	− 95% de liberaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de capturas
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención	− 95% de liberaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de capturas
			− Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento
P12	Manejo Integral de Residuos	Prevención	− Bitácoras de entrega y
		Mitigación	recepción de los residuos generados (100% de los residuos generados y almacenados temporalmente deberá ser entregado a empresas especializadas y autorizadas para la recolección, transporte y/o disposición final,

Clave de la medida	Medida	Tipo de medida	Indicadores de Eficacia
			excepto el porcentaje que pueda ser reutilizado internamente)
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Compensación	− Restitución del 100% de la superficie del proyecto
C2	Reforestación	Compensación	80% de sobrevivencia de los individuos plantados en el primer año
Indicadores de eficacia de las medidas propuestas para los impactos secundarios			
Msc-01	Uso de baños portátiles	Prevención	− Instalación de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores − Bitácoras de limpieza y mantenimiento en el 100% de los baños instalados
Msc-02	Señalización ambiental	Preparación	Instalación de mínimo 15 señaléticas por áreas
Msc-03	Contratación de personal local	Prevención	− 30% de la fuerza laboral no calificada requerida en las etapas de preparación del terreno y construcción sea de las comunidades aledañas al proyecto

IX. Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

El análisis, el procesamiento de datos e interpretación de resultados se dará sólo una vez iniciada la aplicación de las medidas expuestas en este PVA. A fin de tener organizada toda esta información se presentan la Tabla 37, donde se expone la clave de la medida, la medida ejecutada, la unidad de medida, los resultados de campo, los indicadores de eficacia para cada medida y si el resultado de campo contra el indicador de eficacia permite que estas sean medidas aceptables o no.

En cada informe anual, se deberán presentar estas tablas llenas y acompañadas de las bitácoras de cada medida, así como archivos fotográficos que muestren la aplicación de las medidas, los resultados que se están obteniendo, entre otros detalles.

Tabla 37. Indicadores de eficacia de las medidas propuestas para los impactos principales y secundarios

Clave de medida	Medida ejecutada	Unidad de medida	Resultado de campo	Indicador de eficacia/Valor esperado o Grado de cumplimiento	Aceptable / No aceptable
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	− Áreas delimitadas − Número de marcas − Formato de liberación de superficies por construir		− 100% de las áreas delimitadas conforme a lo autorizado	
P2	Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos	− Aplicación de servicios requeridos a la maquinaria conforme a la programación del mantenimiento		− 100% de la maquinaria y Vehículos inspeccionados periódicamente conforme al plan de mantenimiento interno	
P3	Control de velocidad de los vehículos	− Capacitación del personal del proyecto − Número de señales instaladas		− Porcentaje de personal capacitado mayor al 95% − Instalación de señalética	
P4	Riego de las áreas de rodamiento, y humedecimiento de áreas de trabajo	− Número de riegos − Bitácora de riegos		− Riegos diarios durante la temporada de estiaje	
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	− Capacitación del personal del proyecto		− Reporte de inspección sin incidentes	

Clave de medida	Medida ejecutada	Unidad de medida	Resultado de campo	Indicador de eficacia/Valor esperado o Grado de cumplimiento	Aceptable / No aceptable
		− Bitácoras de inspección			
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	- Formato de liberación de superficies a construir		- Formato de liberación de superficies para construcción	
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	-Colocación y armado de las estructuras de gavión.		Bitácora de seguimiento/registro de actividades/Reporte fotográfico	
P8	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	-Número de individuos rescatados y reubicados -Formato de rescate y reubicación de flora -Evidencia fotográfica		-80% de reubicaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de individuos rescatados	
P9	Capacitación	− Número de personal capacitado − Listados de asistencia y temáticas		− Porcentaje del personal del proyecto capacitado mayor al 95%.	
P10	Recorridos para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna de alta movilidad	− Número de recorridos realizados − Formato de registros directos e indirectos de fauna − Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento		− 95% de liberaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de capturas	
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	− Número de recorridos realizados − Formato de registros directos e indirectos de fauna − Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento		− 95% de liberaciones exitosas (sin daño a los ejemplares) respecto al número de capturas − Formato de registro de recorridos de ahuyentamiento	
P12	Manejo Integral de Residuos	− Evidencia fotográfica de la adecuación de los		− Bitácoras de entrega y recepción de los residuos generados (100%	

Clave de medida	Medida ejecutada	Unidad de medida	Resultado de campo	Indicador de eficacia/Valor esperado o Grado de cumplimiento	Aceptable / No aceptable
		sitios para el almacenamiento temporal de los residuos − Listas de asistencia a las capacitaciones − Bitácoras − Manifiestos de entrega recepción de residuos -Evidencia fotográfica		de los residuos generados y almacenados temporalmente deberá ser entregado a empresas especializadas y autorizadas para la recolección, transporte y/o disposición final, excepto el porcentaje que pueda ser reutilizado internamente)	
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	− Cantidad de suelo reintegrado a la huella del proyecto − Superficie de la huella del proyecto reforestada		− Restitución del 100% de la superficie del proyecto	
C2	Reforestación	Número de individuos plantados; Superficie reforestada; Bitácoras de sobrevivencia		80% de sobrevivencia de los individuos plantados en el primer año	
Medidas dirigidas a la prevención, mitigación y compensación de los impactos Secundarios					
Msc-01	Uso de baños portátiles	− Número de baños portátiles instalados − Bitácoras de limpieza y mantenimiento		− Instalación de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores − Bitácoras de limpieza y mantenimiento en el 100% de los baños instalados	
Msc-02	Señalización ambiental	Número de señaléticas instaladas Evidencia fotográfica		Instalación de mínimo 15 señaléticas por áreas	
Msc-03	Contratación de personal local	− Listas de registro de personal contratado		− 30% de la fuerza laboral no calificada requerida en las etapas de preparación del terreno y construcción sea de las comunidades aledañas al proyecto	

X. Calendario de comprobación

En la Tabla 38 se presenta la frecuencia con que se corroborará la buena aplicación de cada medida, además se integra de manera general el programa calendarizado para su aplicación.

Tabla 38. Programa calendarizado de aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental

Clave de medida	Nombre	Preparación	Construcción	Operación	Cierre
P1	Delimitación de las áreas autorizadas				
P2	Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos				
P3	Control de velocidad de los vehículos				
P4	Riego de las áreas de rodamiento, y humedecimiento de áreas de trabajo				
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto				
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas				
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera				
P8	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante				
P9	Capacitación				
P10	Recorridos para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna de alta movilidad				
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010				
P12	Manejo Integral de Residuos				
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto				
C2	Reforestación				
Msc-01	Uso de baños portátiles				
Msc-02	Señalización ambiental				
Msc-03	Contratación de personal local				

XI. Punto de comprobación de ejecución de medidas

En la Tabla 39 que expone el lugar y específicamente sobre qué componente ambiental se comprobará cada medida abordada en este PVA.

Tabla 39. Programa calendarizado de aplicación y comprobación del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental

Clave de la medida	Medida	Lugar donde se comprobará la ejecución de la medida	Componente ambiental sobre el que se comprobará la ejecución de la medida
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	Perímetro de los polígonos autorizados para el desarrollo del Proyecto	Flora, Suelo y Paisaje
P2	Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos	Frentes de trabajo	Atmósfera
P3	Control de velocidad de los vehículos	Accesos y vialidades internas	Atmósfera
P4	Riego de las áreas de rodamiento, y humedecimiento de áreas de trabajo	Frentes de trabajo	Atmósfera
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Frentes de trabajo	Atmósfera y suelo
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Área del Proyecto	Flora, Fauna, Hidrología y Suelo
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	Tepetatera #4	Suelo y Atmósfera
P8	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	Área de reubicación	Flora
P9	Capacitación	Espacio donde se impartan los cursos de capacitación en materia de seguridad y medio ambiente	Social, Fauna, Paisaje
P10	Recorrido para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna de alta movilidad	Frentes de trabajo	Fauna
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Frentes de trabajo	Fauna
P12	Manejo Integral de Residuos	Frentes de trabajo	Atmósfera
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Huella del proyecto	Fauna, Paisaje
C2	Reforestación	Áreas de Reforestación	Suelo, Hidrología y Vegetación
MSc-01	Uso de baños portátiles	Frentes de trabajo	Suelo
MSc-02	Señalización ambiental	Área de proyecto	Atmósfera, Geomorfología, Flora, Fauna, Hidrología y Paisaje
MSc-03	Contratación de personal local	Oficinas que designe el promovente	Social

XII. Medidas de urgente aplicación

En caso de que, con la ejecución de las medidas y actividades propuestas en el presente PVA, no se reflejen los resultados esperados en cuanto objetivos y metas, se deberá:

- Ejecutar una inspección inmediata por parte del Supervisor Ambiental y posteriormente proporcionar un veredicto de dicha inspección.

- Identificar con base en los indicadores de eficacia, en qué parte de la metodología no se cumplió con resultados favorables.

- Una vez identificada cual fue la meta u objetivo no cumplido, se procederá a analizar el indicador de realización, para posteriormente evaluar y reconsiderar reajustar la metodología de ejecución o de ser necesario, el planteamiento de una nueva metodología que permita obtener los resultados esperados.

- Se prevé que las medidas propuestas no serán modificadas, únicamente se modificaría de manera parcial o total la metodología que no alcance los objetivos y metas establecidas con base en los indicadores definidos. Lo anterior en el entendido de que estas son las medidas más adecuadas para contrarrestar los efectos adversos que el Proyecto pudiera tener sobre el ambiente.

- En caso de que alguna metodología sea modificada o reemplazada, deberá hacerse un monitoreo específico a corto plazo (1 mes de ejecución) para analizar si cumple satisfactoriamente con los objetivos planteados. En caso de no ser así, se deberá realizar de nuevo lo expuesto en los puntos antes mencionados hasta alcanzar los resultados óptimos.

Es importante que, para dar seguimiento a dichas medidas emergentes, todas las acciones y resultados obtenidos tendrán que ser reportados como parte del PVA.

Enseguida se presenta la Tabla 40 que muestra las medidas de urgente aplicación que deberán ejecutarse en caso de que no se alcancen los objetivos y metas planteadas originalmente para cada una de las medidas de este PVA. Es de notar que las medidas no son diferentes, pero si proponen ajustes, tal es el caso de la intensidad con que se aplican las medidas, sanciones, entre otras.

Tabla 40. Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los objetivos y metas de cada medida del Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

Medidas de los impactos principales y secundarios del Proyecto Relleno de Hundidos		
Clave de la medida	**Medida**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los objetivos y metas de cada medida del PVA**
P1	Delimitación de las áreas autorizadas	Mayor número de marcas perimetrales que señalen los límites de las áreas autorizadas para el desarrollo del proyecto
P2	Mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipos	Modificación del programa de mantenimiento y sanciones administrativas en caso de incumplimiento

Medidas de los impactos principales y secundarios del Proyecto Relleno de Hundidos		
Clave de la medida	**Medida**	**Medidas de urgente aplicación en caso de que no se alcancen los objetivos y metas de cada medida del PVA**
P3	Control de velocidad de los vehículos	Reforzamiento del tema durante las capacitaciones, mayor número de señales alusivas al tema, instalación de reductores de velocidad y establecimiento de sanciones administrativas en caso de incumplimiento
P4	Riego de las áreas de rodamiento, y humedecimiento de áreas de trabajo	Incremento del número de riegos por día durante la temporada de estiaje
P5	Prohibición del uso de equipos de sonido que no sean requeridos para las actividades del Proyecto	Aumento en la frecuencia de inspección
P6	Ocupación del terreno con base en fases operativas	Inspecciones adicionales
P7	Construcción y colocación de gaviones para estabilización y protección de tepetatera	Implementar medidas de control de sedimento Rehabilitar, reforzar o reconstruir los gaviones que presenten daños Implementar obras adicionales de control de escurrimientos superficiales Retirar o redistribuir el material de tepetate que presente desplazamientos o acumulaciones fuera de las zonas previstas
P8	Rescate y reubicación de especies de flora susceptibles a trasplante	Apoyo adicional de especialistas en el manejo de flora, riegos de emergencia y protección a la plantación
P9	Capacitación	Aumento de sesiones de capacitación
P10	Recorridos para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna de alta movilidad	Apoyo adicional de especialistas en el manejo de fauna
P11	Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad o aquella enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Apoyo adicional de especialistas en el manejo de fauna
P12	Manejo Integral de Residuos	Reforzamiento del tema durante las capacitaciones y establecimiento de sanciones administrativas en caso de incumplimiento
C1	Restitución del sitio con características similares a las presentes antes del Proyecto	Aumento de personal
		Riegos adicionales a las plantaciones
		Reposición de los individuos de vegetación que lograron establecerse
C2	Reforestación	Reponer el número de plantas muertas, establecer riegos de emergencia y proteger la plantación de posibles afectaciones
Msc-01	Uso de baños portátiles	Establecimiento de un mayor número de baños portátiles y sanciones administrativas en caso de incumplimiento de manejo de residuos y mantenimiento
Msc-02	Señalización ambiental	Incremento de señalamientos
Msc-03	Contratación de personal local	Campaña de reclutamiento de personal en localidades aledañas al Proyecto

XIII. Conclusiones

El Programa de Vigilancia Ambiental considera acciones específicas para atender los impactos generados por la ejecución del Proyecto San Ignacio.

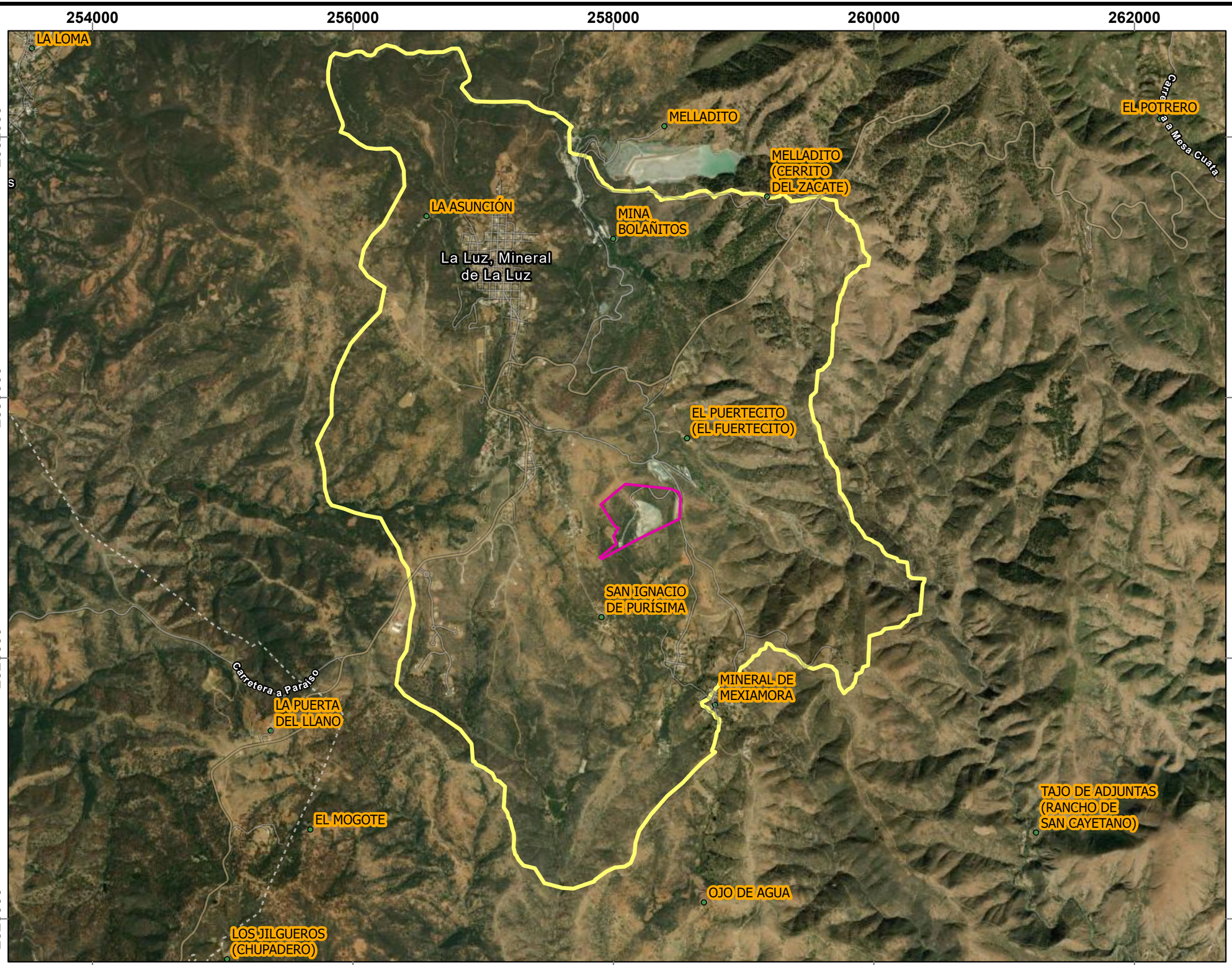
De este documento se detallan metodologías, y acciones específicas para las medidas que mayor repercusión tendrán en la conservación del entorno y la prevención y mitigación de los impactos ambientales derivados de la actividad minera.

Lo anterior se logrará mediante el debido cumplimiento de los procedimientos de ejecución, así como de un formato para obtener el análisis de resultados y poder dar seguimiento a las actividades con las que se podrá prevenir, mitigar o compensar los impactos que se prevén generará el Proyecto.

Este documento integra las metodologías que podrán ser utilizadas para el desarrollo del Proyecto, sin embargo, para su ejecución se deberá generar un programa específico para obras o actividades en particular, dependiendo de los resultados de la evaluación de impactos ambientales y los requerimientos de la autoridad.

El Programa de Vigilancia Ambiental representa una fuente de información de las medidas de prevención, mitigación y compensación, metodologías, bitácoras para dar seguimiento, de realización, eficacia y medidas de urgente aplicación en caso de que los objetivos no sean alcanzados.

Conforme a lo descrito en el presente documento, se concluye que con la aplicación de las medidas que se presentaran en los programas de vigilancia ambiental específicos, será posible establecer un escenario futuro en donde la ejecución del Proyecto pueda desarrollarse, en cada una de sus etapas (Preparación del sitio, construcción y Operación), de forma que pueda lograrse el equilibrio con el entorno y por tanto un desarrollo sustentable.



Guanajuato Silver Co. Ltd.

Simbología

- Localidades INEGII
- Área de influencia
- Área de proyecto

Título:
Área de influencia del Proyecto

Proyecto:
San Ignacio

Promovente:
Minera Mexicana El Rosario, S.A. de C.V.

Escala:	Anexo:	Fecha:	
1:30,000	4.2	Septiembre/2026	
Proyección:	Datum:	Zona:	Retícula:
UTM	WGS84	14N	2,000 m

Clifton Associates Ltd. ingeniería • ciencia • tecnología
Natural Environment S.C.