



Guanajuato
Silver CO
LTD

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO:

**Depósito de jales Victoria etapa II, municipio
de Topia Durango**

SECTOR: Minero

Topia, Durango.

Noviembre de 2023

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

ASUNTO: Se solicita resolución en Materia de Impacto Ambiental del proyecto: **Depósito de Jales Victoria etapa II, municipio de Topia Durango.**

Victoria de Durango, Dgo.

30 de noviembre de 2023.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial

Delegación Federal de SEMARNAT en Durango

P R E S E N T E

Adjunto al presente enviamos a Usted la documentación para solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental del proyecto: **DEPÓSITO DE JALES VICTORIA ETAPA II, MUNICIPIO DE TOPIA DURANGO**, con fundamento en los artículos 4; 5 fracciones II, X, y XI; 15 fracciones II, IV, VI, XI y XII; 28 primer párrafo y fracción VII; 30 primer párrafo; 34 primer párrafo y 35 primer, segundo y último párrafo de la fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Así mismo, en cumplimiento a los artículos 2; 3 fracción I Ter; 4 fracciones I VI y VII; 5 incisos K) fracción III y O) fracción II; 12; 14; 17; 37; 38; 44; 45; 48 y 49 del reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Por lo anterior, anexamos a la presente la documentación siguiente:

- Copia certificada del acta constitutiva de la Promovente y el poder de su representante legal.
- Copia simple de la identificación oficial del representante legal y del RFC de la Promovente.
- 1 tanto del Manifiesto de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, además se presenta en formato digital.
- Original y copia del pago de derechos fiscales.
- Un resumen ejecutivo impreso y en formato digital.

En espera de cumplir satisfactoriamente con lo establecido en la legislación ambiental vigente en la materia, le reiteramos nuestras consideraciones y sin otro particular por el momento, quedamos de Usted.

ATENTAMENTE

Ing. Gerardo Sergio Dorado Cantú

Representante legal

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

ASUNTO: Se envía publicación en periódico de amplia distribución del extracto del proyecto: **Depósito de Jales Victoria etapa II, municipio de Topia Durango.**

Victoria de Durango, Dgo.
30 de noviembre de 2023.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez
Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial
Delegación Federal de SEMARNAT en Durango
P R E S E N T E

Adjunto al presente envío a Usted la comprobación de la publicación en el periódico de amplia distribución el extracto del proyecto: **Depósito de Jales Victoria etapa II, municipio de Topia Durango**, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 34, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y al artículo 41 de su Reglamento.

En espera de cumplir satisfactoriamente con lo establecido en la legislación ambiental vigente en la materia, le reitero mis consideraciones y con los señalamientos necesarios y sin otro particular por el momento, quedo de Usted.

ATENTAMENTE

Ing. Gerardo Sergio Dorado Cantú

Representante legal

Victoria de Durango, Dgo.
30 de noviembre de 2023.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez
Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial
Delegación Federal de SEMARNAT en Durango
P R E S E N T E

Por medio de la presente declaro bajo protesta de decir verdad, que los resultados que se obtuvieron en el **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD PARTICULAR (MIAP)** del proyecto: **Depósito de Jales Victoria Etapa II, municipio de Topia Durango**, fue 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, así mismo las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos sugeridas son las más efectivas para mantener el equilibrio ecológico en los ecosistemas del área de influencia ambiental que tiene interacción con las obras y actividades a desarrollar.

Lo anterior lo firmo a mi leal saber y entender sobre la responsabilidad en que incurren las personas que declaran con falsedad ante autoridad distinta de la judicial, como lo establece el Artículo 420 Quater del código penal federal.

PROTESTO LO NECESARIO

M.C. Sacramento Corral Rivas
Responsable de la elaboración del MIA-P

CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES	10
I.1	Proyecto	10
I.1.1	Nombre	10
I.1.2	Ubicación y acceso	10
I.1.3	Vida útil	11
I.1.4	Presentación de la documentación legal	11
I.2	Promovente	11
I.2.1	Nombre o razón social	11
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes	11
I.2.3	Nombre del representante legal	11
I.2.4	Dirección	11
I.3	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	11
I.3.3	Profesión y número de cédula profesional	12
I.3.4	Dirección	12
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
II.1	Información general	12
II.1.1	Naturaleza	12
II.1.1.1	Objetivos y uso del suelo forestal	13
II.1.1.2	Criterio del ordenamiento ecológico del territorio	13
II.1.1.3	Tipificación de la obra a desarrollar	13
II.1.2	Selección del sitio	14
II.1.2.1	Procesos y condiciones de operación	15
II.1.2.2	Caracterización del jal a depositar	16
II.1.2.2.1	Empresa responsable	16
II.1.2.2.2	Métodos elegidos para la caracterización del jal	16
II.1.2.2.3	Prueba de extracción de constituyentes tóxicos	16
II.1.2.2.4	Prueba de balance ácido – base para jales	17
II.1.2.2.5	Conclusiones	17
II.1.3	Ubicación y dimensiones	17
II.1.3.1	Ubicación de la infraestructura	17
II.1.3.2	Capacidad del depósito	21
II.1.4	Inversión requerida	21
II.1.4.1	Capital requerido	21
II.1.4.2	Período de recuperación	28
II.1.4.3	Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos	29
II.1.5	Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua	29
II.1.5.1	Uso de suelo	29
II.1.5.2	Uso de los cuerpos de agua	30
II.1.5.3	Uso potencial	30
II.1.6	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	31

II.1.6.1	Políticas de crecimiento futuro	32
II.2	Características particulares	32
II.2.1	Programa general de trabajo	32
II.2.1.1	Estudio de campo y gabinete	36
II.2.1.1.1	Estudio topográfico	36
II.2.1.1.2	Estudio Técnico Justificativo para el CUSTF	36
II.2.1.1.3	Estudio de geotecnia (geología)	36
II.2.1.1.4	Estudio de geotecnia (mecánica de suelos)	37
II.2.1.1.5	Estudio hidrológico e hidráulico	38
II.2.1.1.6	Estudio geohidrológico	39
II.2.1.1.7	Estudio sobre la caracterización del jal	39
II.2.1.1.8	Estudio sobre la caracterización de la calidad del agua superficial	39
II.2.1.1.9	Análisis de estabilidad	39
II.2.2	Preparación del sitio	41
II.2.2.1	Delimitación del polígono de la infraestructura	42
II.2.2.2	Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento	42
II.2.3	Construcción de obras mineras	42
II.2.4	Construcción de obras asociadas o provisionales	42
II.2.5	Construcción - operación	43
II.2.5.1	Bordo inicial	43
II.2.5.2	Sistema de drenaje	43
II.2.5.2.1	Sistema de conducción de agua recuperada.	46
II.2.5.3	Talud	46
II.2.5.4	Terracerías y vialidades	47
II.2.6	Mantenimiento	48
II.2.6.1	Caminos de acceso	48
II.2.6.2	Señalización	48
II.2.6.3	Desazolve del canal de desvío de agua superficial	49
II.2.6.4	Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea	49
II.2.6.5	Monitoreo de la calidad del aire	51
II.2.7	Etapas de abandono del sitio	52
II.2.7.1	Retiro de los residuos de manejo especial	52
II.2.7.2	Recubrimiento del talud con tepetate	52
II.2.7.3	Recubrimiento del talud con suelo fértil	53
II.2.7.4	Revegetar el talud con especies nativas	53
II.2.7.5	Programa de control de la erosión	53
II.2.7.6	Limpieza y desazolve del sistema de drenaje	54
II.2.7.7	Señalización	54
II.2.7.8	Monitoreo de la estabilidad de talud	55
II.2.8	Uso de explosivos	56
II.2.9	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	56
II.2.9.1	Residuos sólidos urbanos	56
II.2.9.2	Residuos peligrosos	56
II.2.9.3	Sustancias a utilizarse	57
II.2.9.4	Manejo de las sustancias a utilizarse	58
II.2.9.5	Descargas líquidas	59
II.2.9.6	Residuos sólidos urbanos y de manejo especial	59

II.2.9.7	Emisiones de ruido	59
II.2.10	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos	60
II.2.10.1	Residuos sólidos urbanos	60
II.2.10.2	Residuos peligrosos	60
II.2.10.3	Residuos de manejo especial	61

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO

III.1	Plan de desarrollo nacional	61
III.2	Plan de desarrollo estatal	62
III.3	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales	62
III.4	Programa de desarrollo municipal	63
III.5	Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal [MOEE]	63
III.6	Análisis de los instrumentos normativos	65
III.6.1	Leyes	65
III.6.2	Reglamentos	67
III.6.3	Normas oficiales mexicanas aplicables [NOM]	67
III.7	Norma Oficial Mexicana que regula la actividad	69
III.8	Ubicación del sitio respecto a las regiones prioritarias para la conservación	76
III.8.1	Áreas naturales protegidas [ANP]	76
III.8.2	Áreas de importancia para la conservación de las aves [AICAS]	76
III.8.3	Regiones hidrológicas prioritarias [RHP]	76
III.8.4	Regiones terrestres prioritarias [RTP]	77

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

IV.1.1	Delimitación del área de influencia y su justificación	77
IV.1.2	Delimitación a nivel regional	78
IV.1.3	Delimitación a nivel sitio (puntual o local)	78
IV.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental	79
IV.2.1	Aspectos abióticos	79
IV.2.1.1	Clima	79
IV.2.1.1.1	Normales climatológicas	80
IV.2.1.2	Geología	83
IV.2.1.2.1	Geología regional	83
IV.2.1.2.2	Geología local	83
IV.2.1.2.3	Geología del subsuelo	85
IV.2.1.2.4	Geología estructural	86
IV.2.1.3	Fisiografía	87
IV.2.1.3.1	Clasificación de acuerdo con el INEGI	88
IV.2.1.3.2	Modelo digital de elevación	89
IV.2.1.4	Suelos	92
IV.2.1.4.1	Tipos de suelo	92

IV.2.1.5	Hidrología	97
IV.2.1.5.1	Superficial	97
IV.2.1.5.1.1	Corrientes superficiales	97
IV.2.1.5.1.2	Cuerpos de agua	99
IV.2.1.5.2	Subterránea	99
IV.2.1.5.3	Calidad del recurso hídrico	100
IV.2.1.5.4	Uso del agua	101
IV.2.2	Aspectos bióticos	101
IV.2.2.1	Metodología para el levantamiento del inventario biótico	101
IV.2.2.2	Vegetación	102
IV.2.2.2.1	Tipos de vegetación y su descripción	102
IV.2.2.2.2	Comunidades o asociaciones vegetales registradas en el sitio	103
IV.2.2.2.3	Especies endémicas y/o en peligro de extinción	104
IV.2.2.3	Fauna	104
IV.2.2.3.1	Inventario de fauna en el sitio	106
IV.2.2.3.1.1	Metodología de muestreo	106
IV.2.2.3.1.2	Resultados	107
IV.2.3	Paisaje	107
IV.2.4	Medio socioeconómico	110
IV.2.4.1.1	Demografía	110
IV.2.5	Diagnóstico ambiental	113
IV.2.5.1	Integración del inventario ambiental	113
IV.2.5.2	Valoración del estado actual	114
IV.2.5.3	Síntesis	115
V.	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	117
V.1	Lista de verificación	119
V.2	Caracterización y valoración de los impactos	129
V.2.1	Preparación del sitio	132
V.2.2	Construcción – operación	135
V.2.3	Mantenimiento	139
V.2.4	Abandono del sitio	142
V.3	Jerarquización de los impactos	145
VI.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	151
VI.1	Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental	151
VI.1.1	Clasificación de las medidas	151
VI.1.2	Medidas propuestas para cada elemento ambiental	152
VI.1.2.1	Atmósfera	152
VI.1.2.2	Geológico	152
VI.1.2.3	Edafología	152
VI.1.2.4	Hidrología	152
VI.1.2.5	Fisiografía	152
VI.1.2.6	Paisaje	152
VI.1.2.7	Vegetación	153

VI.1.2.8	Fauna	153
VI.1.2.9	Sociedad	153
VI.1.3	Programas de atención prioritaria	153
VI.1.3.1	Programa de rescate y reubicación de fauna	153
VI.1.3.1.1	Objetivos	153
VI.1.3.1.2	Metas	154
VI.1.3.1.3	Descripción de las especies de fauna	154
VI.1.3.1.4	Actividades	156
VI.1.3.1.4.1	Capacitación al personal	156
VI.1.3.1.4.2	Ahuyentamiento de la fauna	156
VI.1.3.1.4.3	Identificación	156
VI.1.3.1.4.4	Métodos para el manejo de las especies	157
VI.1.3.1.4.4.1	Anfibios	157
VI.1.3.1.4.4.2	Aves	157
VI.1.3.1.4.4.3	Reptiles	160
VI.1.3.1.4.4.4	Mamíferos	160
VI.1.3.1.4.5	Cronograma	161
VI.1.3.1.4.6	Seguimiento y evaluación	161
VI.1.3.1.4.7	Área considerada para realizar el rescate	161
VI.1.3.2	Programa de abandono del sitio	161
VI.1.3.2.1	Destino de las áreas ocupadas por el depósito de jales	162
VI.1.3.2.2	Objetivos	162
VI.1.3.2.3	Actividades	162
VI.1.3.2.3.1	Reincorporación del suelo fértil	162
VI.1.3.2.3.2	Programa de revegetación	162
VI.1.3.2.3.2.1	Objetivos	163
VI.1.3.2.3.2.2	Meta	163
VI.1.3.2.3.2.3	Metodología	163
VI.1.3.2.3.2.4	Indicadores de evaluación	165
VI.1.3.2.3.2.5	Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos	165
VI.1.3.2.3.2.6	Programa de actividades	165
VI.1.3.2.3.2.7	Evaluación del rescate y reubicación	165
VI.1.3.2.3.2.8	Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes	165
VI.1.3.2.3.2.9	Informe de avances y resultados	166
VI.1.3.2.3.3	Monitoreo de la estabilidad de taludes y de la calidad del agua subterránea	166
VI.1.3.2.3.3.1	Estabilidad del depósito de jales	166
VI.1.3.2.3.3.2	Calidad del agua	166
VI.1.4	Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa	167
VI.1.5	Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)	170
VI.1.6	Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas	170
VII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	176
VII.1	Pronóstico de escenario	176
VII.2	Programa de vigilancia ambiental	177
VII.2.1	Procedimientos para el control de calidad	186
VII.3	Conclusiones	186

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA	187
VIII.1 Formatos de presentación	187
VIII.2 Planos	187
VIII.3 Fotografías	188
VIII.4 Videos	188
VIII.5 Responsiva técnica de la elaboración del estudio	189
IX. LITERATURA CONSULTADA	190

LISTA DE CUADROS

Cuadro I-1. Acceso al sitio-----	10
Cuadro II-1. Descripción de los métodos elegidos para la caracterización de jal.-----	16
Cuadro II-2. Valores para los constituyentes tóxicos en el extracto PECT del jal.-----	16
Cuadro II-3. Resultados de la determinación ácido – base.-----	17
Cuadro II-4. Coordenadas UTM de los vértices que delimitan los polígonos de influencia.-----	17
Cuadro II-5. Superficie del depósito de jales.-----	20
Cuadro II-6. Captación y vida útil del depósito-----	21
Cuadro II-7. Capital requerido (inversión)-----	21
Cuadro II-8. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad.-----	29
Cuadro II-9. Necesidades de mano de obra.-----	31
Cuadro II-10. Calendario de actividades por etapa.-----	32
Cuadro II-11. Programa general de actividades.-----	34
Cuadro II-12. Coordenadas UTM de los sondeos realizados en la unidad minera Topia-----	37
Cuadro II-13. Resultados de la permeabilidad de los materiales-----	38
Cuadro II-14. Estaciones climáticas con influencia en el depósito de jales-----	39
Cuadro II-15. Factores de seguridad asociados al depósito de jales-----	40
Cuadro II-16. Disponibilidad de obras asociadas y provisionales-----	42
Cuadro II-17. Volúmenes estimados de construcción.-----	48
Cuadro II-18. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de las aguas superficiales-----	49
Cuadro II-19. Ubicación del pozo de monitoreo de aguas subterráneas-----	49
Cuadro II-20. Técnica analítica de los parámetros del análisis de calidad del agua.-----	49
Cuadro II-21. Sistema de monitoreo del talud-----	55
Cuadro II-22. Estimación de los residuos sólidos por etapa-----	56
Cuadro II-23. Residuos peligrosos generados en la etapa de construcción – mantenimiento-----	56
Cuadro II-24. Sustancias para utilizar.-----	57
Cuadro II-25. Estimación de los residuos de manejo especial a remover en la etapa de abandono de sitio-----	59
Cuadro II-26. Fuentes y niveles de ruido según la Ley Federal de Protección al Ambiente-----	60
Cuadro III-1. Vinculación de los criterios de regulación ecológica estatal con las obras y actividades-----	64
Cuadro III-2. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables-----	67
Cuadro III-3. Lista de cotejo de la vinculación de las obras y actividades con la NOM-141-SEMARNAT-2003.-----	69
Cuadro IV-1. Tipos de clima del Sistema Ambiental-----	80
Cuadro IV-2. Tipos de clima a nivel AI-----	80
Cuadro IV-3. Estaciones climatológicas con influencia en el SA-----	80
Cuadro IV-4. Registros de temperatura de las estaciones climatológicas del SA-----	81
Cuadro IV-5. Registros de precipitación de las estaciones climatológicas del SA-----	81
Cuadro IV-6. Evaporación potencial anual (mm) registrada en la estación meteorológica “10086 Topia (SMN)”-----	82
Cuadro IV-7. Clase de rocas a nivel SA y AI-----	84
Cuadro IV-8. Superficies de las clases de rocas en sitio-----	84
Cuadro IV-9. Descripción de los componentes fisiográficos del SA-----	88
Cuadro IV-10. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009)-----	90
Cuadro IV-11. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental-----	91
Cuadro IV-12. Principales grupos de suelo presentes en el SA-----	92
Cuadro IV-13. Principales grupos de suelo presentes en el AI-----	92
Cuadro IV-14. Caracterización física del suelo-----	92
Cuadro IV-15. Tipos de suelos presentes en el SA-----	94
Cuadro IV-16. Tipos de suelo presentes en el AI-----	94

Cuadro IV-17. Tipos de suelo presentes en el sitio-----	94
Cuadro IV-18. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional-----	97
Cuadro IV-19. Descripción de los principales ríos y arroyos en el SA por subcuenca-----	97
Cuadro IV-20. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental-----	102
Cuadro IV-21. Tipos de vegetación a nivel AI.-----	103
Cuadro IV-22. Superficie sujeta a CUS según el tipo de ecosistema.-----	104
Cuadro IV-23. Listado de fauna silvestre reportada en el sistema ambiental.-----	104
Cuadro IV-24. Especies de importancia cinegética.-----	105
Cuadro IV-25. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059-----	106
Cuadro IV-26. Especies de fauna silvestre identificadas en el sitio.-----	107
Cuadro IV-27. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del AI-----	108
Cuadro IV-28. Valoración de la fragilidad del paisaje-----	109
Cuadro IV-29. Poblados dentro del área de influencia.-----	110
Cuadro IV-30. Descripción del inventario ambiental.-----	113
Cuadro IV-31. Valoración de estado actual del inventario ambiental.-----	114
Cuadro V-1. Auxiliares en la evaluación de los impactos ambientales-----	118
Cuadro V-2. Lista de verificación de impactos ambientales.-----	121
Cuadro V-3. Globalización de los impactos relevantes-----	128
Cuadro V-4. Identificación de los impactos por etapa.-----	129
Cuadro V-5. Criterios de la caracterización de los impactos ambientales-----	130
Cuadro V-6. Criterios de categorización de los impactos ambientales-----	132
Cuadro V-7. Valoración de los impactos en la etapa de preparación del sitio.-----	134
Cuadro V-8. Valoración de los impactos en la etapa de construcción.-----	138
Cuadro V-9. Valoración de los impactos en la etapa de mantenimiento-----	141
Cuadro V-10. Valoración de los impactos en la etapa de abandono del sitio.-----	144
Cuadro V-11. Jerarquización de los impactos.-----	147
Cuadro V-12. Dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa-----	148
Cuadro VI-1. Descripción general de las especies incluidas en la NOM - 059-----	155
Cuadro VI-2. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM – 059-----	155
Cuadro VI-3. Cronograma de Actividades.-----	161
Cuadro VI-4. Programa de actividades de la reforestación-----	165
Cuadro VI-5. Actividades de mitigación, prevención y restauración en las diferentes etapas-----	167
Cuadro VI-6. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.-----	171
Cuadro VII-1. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación.-----	177
Cuadro VII-2. Descripción del programa de monitoreo de taludes y de la calidad del agua como medida de compensación-----	180
Cuadro VII-3. Descripción del programa de reforestación propuesto como medida de compensación-----	183
Cuadro VII-4.. Descripción del programa de monitoreo de partículas suspendidas como medida de compensación	185

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura I-1. Coquis de localización depósito de jal</i>	<i>10</i>
<i>Figura II-1. Ubicación física del polígono del depósito de jales</i>	<i>21</i>
<i>Figura II-2. Diagrama de flujo para la vida útil del depósito de jales.</i>	<i>33</i>
<i>Figura II-3. Coeficiente de permeabilidad</i>	<i>38</i>
<i>Figura II-4. Análisis de estabilidad estático (2.193)</i>	<i>40</i>
<i>Figura II-5. Análisis de estabilidad pseudostático (1.364)</i>	<i>40</i>
<i>Figura II-6. Cumplimiento con los factores de seguridad nacional e internacional</i>	<i>41</i>
<i>Figura II-7. Configuración del bordo iniciador</i>	<i>43</i>
<i>Figura II-8. Sección del canal de desvío 1 vista norte a sur</i>	<i>44</i>
<i>Figura II-9. Sección 2 del canal de desvío 2 vista norte a sur</i>	<i>44</i>
<i>Figura II-10. Sección de canal de desvío 3 vista norte a sur</i>	<i>44</i>
<i>Figura II-11. Ubicación de la pileta</i>	<i>45</i>
<i>Figura II-12. Sección del canal colector</i>	<i>46</i>
<i>Figura II-13. Sección de sangrías</i>	<i>46</i>
<i>Figura II-14. Perfil del talud del depósito de jal</i>	<i>47</i>
<i>Figura II-15. Granulometría de los jales de la Unidad Minera Mexicana el Rosario</i>	<i>52</i>
<i>Figura II-16. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados</i>	<i>60</i>
<i>Figura IV-1. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA</i>	<i>82</i>
<i>Figura IV-2. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica</i>	<i>87</i>
<i>Figura IV-3. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental</i>	<i>89</i>
<i>Figura IV-4. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM)</i>	<i>90</i>
<i>Figura IV-5. Pendiente del SA</i>	<i>91</i>
<i>Figura IV-6. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental</i>	<i>92</i>
<i>Figura IV-7. Ubicación del SA en el contexto hidrológico</i>	<i>97</i>
<i>Figura IV-8. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014</i>	<i>99</i>
<i>Figura IV-9. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos</i>	<i>100</i>
<i>Figura IV-10. Parámetros de calidad del agua del AI y SA</i>	<i>101</i>
<i>Figura IV-11. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, 2014</i>	<i>101</i>
<i>Figura V-1. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos</i>	<i>119</i>
<i>Figura V-2. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento</i>	<i>148</i>
<i>Figura V-3. Distribución de los impactos ambientales por categoría</i>	<i>149</i>
<i>Figura V-4. Jerarquización de los impactos ambientales.</i>	<i>149</i>
<i>Figura VI-1. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)</i>	<i>164</i>

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

En este glosario se presentan las abreviaturas y notaciones generales más utilizadas en el presente estudio.

Término / Acrónimo	Significado
AICAS	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP	Área Natural Protegida
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CRIT	Corrosividad, Reactividad, Inflamabilidad y Toxicidad
CUSTF	Cambio de Uso de Suelo de Terreno Forestal o preferentemente forestal
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<i>LGDFS</i>	<i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</i>
<i>LGEEPA</i>	<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</i>
<i>LGPGIR</i>	<i>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</i>
MMR	Minera Mexicana el Rosario S.A. de C.V.
<i>NOM-141</i>	<i>NOM-141-SEMARNAT-2003: Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y posoperación de presas de jales.</i>
Promovente	Minera Mexicana El Rosario S.A. de C.V.
PVMS	Peso Volumétrico Máximo en estado Seco
RHP	Región Hidrológica Prioritaria
<i>R-LGEEPA-EIA</i>	<i>Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i>
RM-M	Residuos Minero - Metalúrgicos
RTP	Región Terrestre Prioritaria
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
UA	Unidades Ambientales
UGA	Unidad de Gestión Ambiental
UTM	Coordenadas geográficas expresadas en metros (x, y)
WGS84	Datum del sistema de coordenadas de referencia geográfica (Sistema Geodésico Mundial, 1984)

I. DATOS GENERALES

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre

Depósito de jales Victoria etapa II, municipio de Topia, Durango.

I.1.2 Ubicación y acceso

El sitio se localiza en el macizo montañoso denominado Sierra Madre Occidental, en la subprovincia fisiográfica “Gran Meseta y Cañones Duranguenses” en el **municipio de Topia, Durango**. Su acceso se da por la carretera “Durango – Parral” hasta el Km 67.1, partiendo de la Ciudad de Durango. Posteriormente se sigue la carretera la “La Granja – Guanacevi” hasta llegar a la ciudad de Santiago Papasquiaro con una distancia de 117 km, se continua por la carretera Los Herrera - Topia con una distancia de 177.8 km hasta el poblado la Lajita. Finalmente se recorre una distancia 30 km hasta el sitio donde se propone establecer el depósito de jales La Victoria.

La infraestructura para tener acceso al sitio se presenta en el Cuadro I-1, mientras que en el plano del **Anexo 2.1**, se puede observar a detalle la localización y acceso en el contexto estatal.

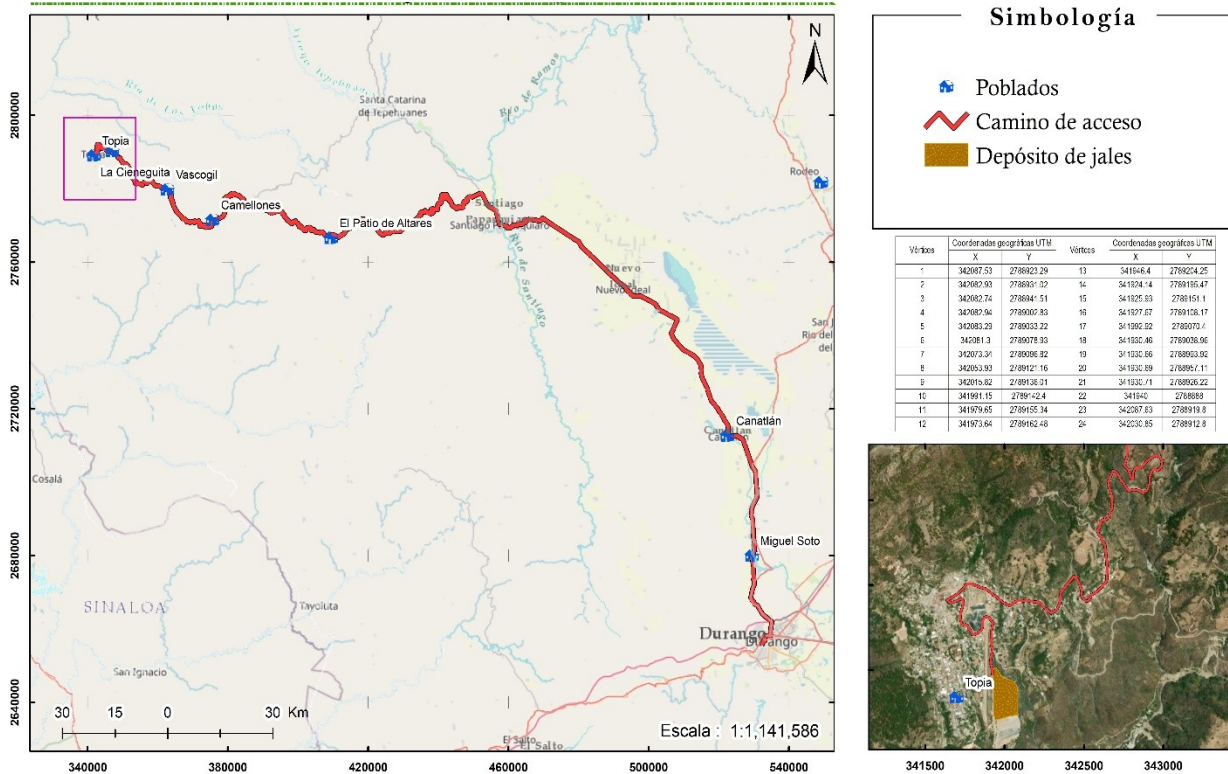


Figura I-1. Coquis de localización depósito de jal

La infraestructura para tener acceso al sitio es la siguiente.

Cuadro I-1. Acceso al sitio

Carretera o camino	Distancia (km)	Tipo
Durango – Canatlán	67.15	Pavimento

Canatlán – Nuevo Ideal	55.85	Pavimento
Nuevo Ideal – Santiago Papasquiaro	46.44	Pavimento
Santiago Papasquiaro – La Lajita	177.79	Pavimento
La Lajita - Topia	25.75	Pavimento
Topia – Depósito de Jal (La Victoria)	4.68	Terracería
Total	377.69	

I.1.3 Vida útil

El tiempo estimado para desarrollar la etapa de **preparación del sitio** es 1 año, para la etapa de **construcción - operación** es 3.2 y, finalmente, 2 años para la etapa de **abandono del sitio**, entonces, la **vida útil** es de **6.20 años**.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación legal que acredita la personalidad con que comparece la Promovente se presenta en el **Anexo 1**, siendo la siguiente:

- Copia certificada del acta constitutiva de MINERA MEXICANA EL ROSARIO S.A de C.V., y del poder de su representante legal.
- Copia de la constancia de la situación fiscal de la Promovente
- Copia de la identificación oficial del representante legal.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

MINERA MEXICANA EL ROSARIO S.A de C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

RFC: MMR9807063P1

I.2.3 Nombre del representante legal

Ing. Gerardo Sergio Dorado Cantú

RFC

CURP

I.2.4 Dirección

Calle:

Fraccionamien

to:

Ciudad:

C.P:

Email

I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS

I.3.2 Nombre del responsable técnico

M. C. SACRAMENTO CORRAL RIVAS

RFC

CURP

RFN

No. 8, del Volumen 2, del Libro DURANGO Tipo UI; Según Oficio SG/130.2.2.2/0001 de fecha 15 de agosto del año 2001

I.3.3 Profesión y número de cédula profesional

- **Maestro en Ciencias Forestales**, por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León; cédula No. **3107384**.
- **Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción**, por el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango; cédula No. **2642485**.

Consulta: <http://www.cedulaprofesional.sep.gob.mx/cedula/>.

I.3.4 Dirección

Calle:

Fraccionamien

to:

Ciudad:

C.P:

Email

Tel:

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general

II.1.1 Naturaleza

La actividad minera ha sido parte importante en el desarrollo económico del estado de Durango, ocupando lugares importantes a nivel nacional en la producción de minerales metálicos como oro y plata, así como el primer lugar en producción nacional de minerales no metálicos como bentonita, mármol y carbonato de calcio. La minería es una de las actividades más rentables, por lo que los gobiernos estatal y municipal coinciden en su impulso para obtener beneficios económicos y sociales. Actualmente, dentro del municipio de **Topia** dicha actividad ha permitido que se logre un desarrollo notable en servicios de salud, educación y vivienda, debido principalmente a la generación de empleos que se da por la actividad minera. Para obtener los metales y otros minerales útiles en los procesos industriales (i.e. elaboración de fertilizantes, viviendas, equipos electrónicos, vehículos, industria de la construcción, etc.) grandes cantidades de rocas son minadas, trituradas, pulverizadas y procesadas para su separación. Una fina molienda es a menudo necesaria para liberar dichos metales o minerales, de manera que se producen grandes cantidades de partículas finas de roca, estas partículas de roca son conocidas como jales o Residuos Minero – Metalúrgicos (RM-M). Los **RM-M** son materiales de desecho provenientes de la planta de beneficio, con una distribución granulométrica que depende de las características mineralógicas del macizo rocoso explotado y del proceso de extracción del metal de interés que se utilizó (separación con el uso de sustancias tóxicas o biodegradables). El tamaño típico de las partículas de los jales corresponde al de las arenas de tamaño medio a partículas del tamaño de los limos. Cuando ocurre el proceso de beneficio de los minerales de interés económico (minerales con ley en cobre, oro y plata principalmente) se generan grandes cantidades de **RM-M**, estos residuos

deben ser depositados en sitios bien seguros o confinados, de tal manera que no sean arrastrados a los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas o que sus lixiviados no entren en contacto con los mantos acuíferos. Así, un depósito de jal es una parte importante en el proceso minero y hay diversos métodos para su diseño y el más utilizado es a través de la construcción - operación de un **depósito de jales**.

La Promovente, cuenta con una planta para el beneficio de minerales metálicos y tiene la necesidad de disponer de un sitio para depositar el jal de manera segura con el medio ambiente. Actualmente se tiene en operación un depósito de jales en forma de pasta autorizado en materia de impacto ambiental con el oficio número SG/130.2.1.1/2914/17 de fecha 14 de diciembre de 2017 con bitácora 10/IP-0415/11/17 por la Delegación Federal de la SEMARNAT en Durango que constituye la **primera etapa** de la superficie propuesta. Por tanto, como **segunda etapa** se ha seleccionado una superficie de **3.69 ha** para continuar con el depósito de jales del complejo minero. La preparación del sitio y las obras y actividades propuestas en las diferentes etapas se han diseñado en cumplimiento a los criterios de protección ambiental que establece la **NOM-141**. Con el diseño propuesto se estimó una capacidad de almacenamiento de **124,704.36 m³** de jal filtrado (**pasta**), mismo que será confinado en un sistema de bermas o terrazas para unir este depósito con el depósito ya en operación. El sistema constructivo propuesto de acuerdo con **Anexo Normativo 3 de la NOM-141** es **aguas abajo con enrocamiento** (opción 1). Con el sistema constructivo se busca tener mayor capacidad de almacenamiento y aumentar el factor de seguridad del talud.

Con el desarrollo de las obras y actividades habrá impactos benéficos en la economía local, regional y nacional a través de la creación de empleos directos e indirectos derivados de los productos beneficiados y de los servicios que requerirá esta actividad económica.

II.1.1.1 Objetivos y uso del suelo forestal

General

Obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental para la construcción – operación de un depósito de jales.

Particulares

- Construir un depósito de jal en pasta en un sistema bermas o terrazas compactado con las medidas de seguridad ambiental que establece la **NOM-141**.
- Participar en el desarrollo socioeconómico de la región creando fuentes de empleo que permitan elevar la calidad de vida de los habitantes locales y regionales.
- Contribuir con la derrama económica de la región

El uso de suelo propuesto será para infraestructura minera a través de la construcción – operación de un depósito de jal compactado.

II.1.1.2 Criterio del ordenamiento ecológico del territorio

De acuerdo con el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**, el sitio se ubica en la **Unidad Ambiental Biofísica 93 “Cañones Duranguenses Norte”**, teniendo una política ambiental de **Preservación** de los recursos naturales. Por su parte, el **Ordenamiento Ecológico del estado de Durango**, corresponde a la **UGA número 250 “Topia”**, con política ambiental de **Restricción**, que fomenta el desarrollo de infraestructura urbana. Es importante mencionar que el municipio de Topia no cuenta con algún programa de ordenamiento ecológico de su territorio a nivel local que pueda condicionar las actividades mineras.

De análisis anterior no se identificaron políticas ambientales que limiten el uso propuesto, además, no existen conflictos por la tenencia de la tierra (conflictos agrarios) que pongan en riesgo la viabilidad técnica y ambiental de las obras y actividades propuestas.

De acuerdo con la UGA 250, el uso actual del suelo del sitio se clasifica como **urbano construido y pastizal inducido** y, no hay antecedentes o aptitudes para realizar aprovechamiento maderable y no maderable. En el plano del **Anexo 5.4** se ubica el sitio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio a nivel nacional y estatal.

II.1.1.3 Tipificación de la obra a desarrollar

La obra consiste en la construcción y operación de un depósito de jal filtrado (jal con un porcentaje de humedad menor al 18%), el talud del depósito tendrá un sistema constructivo que consiste en la disposición del jal compactado en forma de bermas o terrazas. El jal es producido en la planta de pastas, el cual será cargado por un Payloader frontal en camiones tipo volteo de 12 y 14 metros cúbicos de capacidad, para posteriormente ser transportado al depósito, la distancia recorrida será aproximada de 900 metros en un tiempo estimado de 15 minutos. La conformación del talud del depósito será bermas o terrazas con un ancho promedio de 6 metros y la altura no rebasarán los 15 metros a partir de la base o terraplén conformado y la colocación del jal será en capas de 30 cm que será compactada con el paso de un rodillo liso vibratorio con el número de pasadas suficiente para que el material alcance un peso volumétrico de 1,700 hasta 1,900 kg/m³. Finalmente, en la etapa de **posoperación** el talud será cubierto por suelo mineral o material de préstamo con fragmentos de roca con un tamaño máximo de 30 cm, el cual será la base para colocar la tierra decapada con materia orgánica para permitir la revegetación.

II.1.2 Selección del sitio

El diseño definitivo del depósito consideró criterios técnicos, ambientales y económicos, así como los estudios que se indican en la [NOM-141](#), destacando los siguientes.

Criterios técnicos

- **Estado físico del jal.** El jal por depositar será en forma de pasta (semiseco) con un contenido de humedad máximo del 18%.
- **Topografía predominante.** Sierra alta que no limitan la construcción y operación de la obra.
- **Condiciones meteorológicas.** No existen evidencias de fenómenos meteorológicos adversos en la región (huracanes, terremotos, tornados, etc.).
- **Vialidad de apoyo.** Cuenta con carreteras y caminos de acceso cercanos que están disponibles durante todo al año, lo cual evita la necesidad de obras adicionales o de servicio.
- **Infraestructura de apoyo.** Las obras y actividades de la etapa de construcción – operación no requieren de suministro de energía. Además, se tiene la infraestructura de apoyo en la unidad minera tales como; campamento, talleres, patios, agua potable, servicio de combustibles, etc.
- **Áreas prioritarias.** El sitio no se encuentra dentro de algún ANP, AICA o RTP; sin embargo, se encuentra en la RHP número 20 denominada *cuenca alta de los ríos Culiacán y Humaya* establecida para el estado de Durango.
- **Uso del suelo.** No existe vegetación en el sitio, su uso corresponde a infraestructura minera libre de vegetación forestal, no se requiere de autorización en materia de CUSTF.
- **Cuerpos de agua y zona federal.** El sitio propuesto no se localiza dentro de un cauce o zona federal que requiera una concesión ante la CONAGUA.

Criterios socioeconómicos

- Se contribuye a un desarrollo económico regional, ofreciendo empleos directos e indirectos e intercambio comercial.

- Con la operación de este depósito se crean empleos directos e indirectos que elevan la calidad de vida del municipio de Topia, Durango.

Criterios ambientales

Los criterios ambientales que justifican la construcción – operación del depósito de jales es el resultado de la evaluación de los impactos ambientales y la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación. Para esto se propone realizar lo siguiente:

- Implementar un plan de vigilancia ambiental.
- Realizar un programa de reforestación en la etapa de posoperación en el talud del depósito.

Además, la selección definitiva del sitio con el diseño propuesto fue el resultado de las conclusiones de los estudios siguientes (en cumplimiento de los [numerales 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 NOM-141](#)):

1. **Estudio de la caracterización del Jal** ([Anexo 6.1](#)). El jal fue caracterizado conforme lo establece la [NOM-141](#) con muestras tomadas directamente en la planta de beneficio por la empresa **Laboratorios ABC química investigación y análisis S.A. de C.C.** que se encuentra debidamente acreditada ante la EMA.
 - a) **Análisis de Corrosividad, Reactividad, Inflamabilidad y Toxicidad al ambiente (CRIT)**. De acuerdo con los resultados de la **Prueba de Extracción de los Constituyentes Tóxicos (PECT)** indican que, todos los valores obtenidos son menores a los Límites Máximos Permisibles de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, por lo tanto, **el jal no se considera como tóxico**.
 - b) **Evaluación del potencial de generación de ácido con la prueba balance Ácido-Base (PN/PA)** conforme a la prueba II del [Anexo Normativo 5 NOM-141](#), se determinó que los jales **son generadores de drenaje ácido**, pues el cociente de PN/PA fue de 0.2725.
2. **Estudio geotécnico** ([Capítulo 2 Informe final](#)). Geológicamente el área de estudio se encuentra asentada en un depósito terciario de brecha andesítica – andesita (Teo BvA-A) al cual lo sobreyacen depósitos de arenas arcillosas con grava, con las condiciones óptimas para el objetivo de tipo almacén que se pretende desarrollar.
3. **Monitoreo de aguas** ([Anexo 6.2](#)). El monitoreo del agua superficial y subterránea es llevado a cabo por el **LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES DEL GUADIANA, S.A. DE C.V.**, con el fin de tener parámetros representativos y de comparación.
4. **Proyecto técnico** ([Capítulo 1 del informe final](#)). Aquí se presentan los cálculos que originan la capacidad nominal del diseño propuesto y proceso constructivo.
5. **Estudios edafológicos** ([Capítulo 2 Informe final](#)). La caracterización del suelo específicamente de las variables de pH, conductividad eléctrica y textura se realizaron conforme al numeral 5.3.2 de la [NOM-141](#).

En el **Anexo 6** se presentan los informes de los estudios realizados para caracterizar el sitio y jal a depositar.

II.1.2.1 Procesos y condiciones de operación

Las características principales del proceso constructivo son las siguientes:

- El jal se genera en la planta de jal filtrado con un contenido de humedad que no supera el 18%, posteriormente es trasladado por medio camiones tipo volteo de 12 y 14 metros cúbicos de capacidad hasta el depósito.

- De acuerdo a los resultados del análisis geométrico, volumétrico y estabilidad, el sitio garantiza la estabilidad del talud a largo plazo, además, no hay corrientes superficiales que pongan en riesgo su deslave o escurrimiento.
- El talud del depósito se formará utilizando el método constructivo **aguas abajo con enrocamiento** (*Anexo normativo 3. Clasificación de presas de jales en la República Mexicana NOM-141*) y tendrá una pendiente de 1.5:1 (orientación oeste) y 2.0:1 (orientación norte y este). De acuerdo con los criterios de aplicación del método constructivo (Tabla 3 NOM-141), el bordo inicial y talud le corresponde la opción 1 (permitido, sin análisis de estabilidad).
- Se construirá un sistema desvío de aguas superficiales, el cual estará compuesto por un alcantarillado pluvial, un canal colector que desvíe los escurrimientos pluviales, humedad del jal o lixiviados, así mismo se preveé la construcción de canaletas en las elevaciones de las terrazas las cuales se descargarán al canal colector y la colocación de un vaso de almacenamiento (piletas).

Las dimensiones de la infraestructura y el proceso constructivo se presentan con mayor detalle en los apartados subsecuentes.

II.1.2.2 Caracterización del jal a depositar

En cumplimiento al *numeral 5.2* y *Anexo Normativo 1 NOM-141* sobre la caracterización del jal a depositar para definir su grado de peligrosidad, se determinó el tamaño de muestra de acuerdo con la Figura 1 de la *NOM-141*, las reservas minerales estimadas son entre 101,147.0 y 191,277.0 (1.00E+05), por lo que fue necesario seleccionar **8 muestras**, los resultados del laboratorio se resumen de la manera siguiente.

II.1.2.2.1 Empresa responsable

El laboratorio responsable del análisis fue:

Nombre:	Laboratorios ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. de C.V.
Dirección:	Jacarandas No. 19, col. San Clemente, Álvaro Obregón, México, D.F. 01740
Fecha de muestreo	20/12/2022
Acreditación EMA:	Número AG-096-029/11
Método:	EPA 8260C-2006: Caracterización del jal de acuerdo con la <i>NOM-141</i>

II.1.2.2.2 Métodos elegidos para la caracterización del jal

La caracterización del jal se realizó mediante los métodos siguientes:

Cuadro II-2. Descripción de los métodos elegidos para la caracterización de jal.

Método	Descripción
EPA 8260C-2006	Método electrométrico para analiza pH en suelo y residuos
EPA 6020B-2014	Espectroscopia de emisión por plasma acoplado por inducción
EPA 7470A-1994	Absorción atómica vapor frío (Método absorción atómica)
NOM-141 Anexo 5 Prueba II	Prueba de Balance Ácido-Base para jales que contienen sulfuros de metales

Según el *numeral 6 NOM-141*, la Secretaría reconocerá las determinaciones analíticas de las pruebas “para realizar la extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO₂”, “balance ácido - base para jales que contienen sulfuros de metales”, “métodos de absorción atómica” y “espectroscopia de emisión por plasma

acoplado por inducción”, correspondientes al muestreo y al análisis efectuado por un laboratorio acreditado y aprobado, conforme a las disposiciones legales aplicables. Para el caso de la caracterización de jal se han utilizado los métodos que permite la [NOM-141](#) mediante un laboratorio debidamente acreditado.

II.1.2.2.3 Prueba de extracción de constituyentes tóxicos

Respecto a los resultados obtenidos por el método de espectroscopia de emisión por plasma acoplado por inducción, los análisis químicos nos demuestran que la muestra cumple con las concentraciones máximas permitidas por cada elemento de acuerdo con lo establecido en la [NOM-052-SEMARNAT-2005](#).

Cuadro II-3. Valores para los constituyentes tóxicos en el extracto PECT del jal.

Parámetro	Unidades	Resultados	Límite permisible	Regla de decisión	LDM	LPC
METALES LIXIVIABLES						
ARSENICO LIXIVABLE	mg/L	0.0210	5	No tóxico	0.003	0.020
BARIO LIXIVABLE	mg/L	0.10325	100	No tóxico	0.002	0.020
CAOMIO LIXIVABLE	mg/L	0.0020	1	No tóxico	0.002	0.020
CROMO LIXIVABLE	mg/L	0.0100	5	No tóxico	0.002	0.020
PLATA LIXIVABLE	mg/L	0.0615	5	No tóxico	0.002	0.020
PLOMO LIXIVABLE	mg/L	0.09375	5	No tóxico	0.0027	0.020
SELENIO LIXIVABLE	mg/L	ND	1	No tóxico	0.002	0.020
MERCURIO LIXIVABLE	mg/L	0.00055	0.2	No tóxico	0.000021	0.0010

LDM: Límite de Detección de Método; LPM: Límite Máximo Permisible; ND: No Detectado

En base a los resultados del Cuadro II-2 y en vista que los valores obtenidos del análisis de jal no exceden los límites permisibles en la [NOM-052](#), se concluye que **EL JAL NO ES PELIGROSO POR SU TOXICIDAD**.

II.1.2.2.4 Prueba de balance ácido – base para jales

Respecto a la [NOM-141 inciso 5.2.2](#) se menciona que se debe determinar si el jal es generador potencial de ácido, aplicando la Prueba Modificada de Balance Ácido Base (según los Anexos Normativos 1 y 5). La relación entre los valores de potencial de neutralización (PN) y potencial de acidez (PA), permite evaluar si la muestra, contiene o no suficientes carbonatos de calcio para neutralizar a los sulfuros (potenciales generadores de ácido). Los resultados de dicho análisis se muestran a continuación:

Cuadro II-4. Resultados de la determinación ácido – base.

Parámetro	Valor obtenido	Unidades	Metodología utilizada
PN/PA	0.2725	Adimensional	NOM-141 ANEXO NORMATIVO 5. PRUEBA II

Debido a que la relación entre el potencial de neutralización y potencial de acidez es menor a 1.2 se considera que, **el jal es potencial generador de drenaje ácido**.

II.1.2.2.5 Conclusiones

Derivado de la evaluación de la peligrosidad del residuo minero, los resultados indican que la muestra **ES GENERADORA DE DRENAJE ÁCIDO** dado que el valor de PN/PA fue menor a 1.2 considerando lo establecido por la [NOM-141](#). Por otro lado, la prueba del extracto PECT indica que no se exceden los límites máximos permisibles de la [NOM-052](#); es decir, la muestra **NO ES TÓXICA** por su composición.

En el diseño del depósito se ha considerado la construcción de un canal de desvío de aguas pluviales a través de un canal colector, alcantarilla pluvial, sangrías y piletas de contingencia para evitar contacto del agua que proviene de los escurrimientos con el jal. El informe referente a la caracterización del jal se presenta en el [Anexo 6.1](#).

II.1.3 Ubicación y dimensiones

II.1.3.1 Ubicación de la infraestructura

La infraestructura propuesta se localiza en el polígono delimitado por los vértices que tienen las coordenadas geográficas UTM referidas al Datum **WGS84** (**World Geografic System of 1984**) siguientes.

Cuadro II-5. Coordenadas UTM de los vértices que delimitan los polígonos de influencia.

Polígono	Vértices	Coordenadas geográficas UTM		Infraestructura
		X	Y	
1	1	342087.53	2788923.29	Depósito
1	2	342082.93	2788931.02	
1	3	342082.74	2788941.51	
1	4	342082.94	2789002.83	
1	5	342083.29	2789033.22	
1	6	342081.30	2789078.93	
1	7	342073.34	2789096.82	
1	8	342053.93	2789121.16	
1	9	342015.82	2789136.01	
1	10	341991.15	2789142.40	
1	11	341979.65	2789155.34	
1	12	341973.64	2789162.48	
1	13	341946.40	2789204.25	
1	14	341924.14	2789195.47	
1	15	341925.93	2789151.10	
1	16	341927.67	2789108.17	
1	17	341992.92	2789070.40	
1	18	341930.46	2789038.96	
1	19	341930.66	2788993.92	
1	20	341930.69	2788957.11	
1	21	341930.71	2788926.22	
1	22	341940.00	2788888.00	
1	23	342087.63	2788919.80	
1	24	342030.85	2788912.80	
2	1	341926.28	2789189.67	Canal colector
2	2	341926.33	2789183.25	
2	3	341926.27	2789181.17	
2	4	341926.06	2789179.00	
2	5	341925.60	2789175.59	
2	6	341925.41	2789173.72	
2	7	341925.33	2789171.77	
2	8	341925.18	2789155.13	
2	9	341925.26	2789150.03	
2	10	341925.61	2789144.94	

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

2	11	341926.50	2789135.55
2	12	341927.62	2789119.82
2	13	341927.68	2789119.06
2	14	341929.13	2789065.41
2	15	341929.31	2789062.25
2	16	341929.69	2789059.10
2	17	341933.81	2789032.20
2	18	341934.04	2789028.76
2	19	341933.68	2789025.33
2	20	341933.48	2789024.24
2	21	341933.18	2789022.38
2	22	341932.95	2789020.08
2	23	341931.35	2788998.97
2	24	341930.21	2788990.64
2	25	341929.83	2788986.78
2	26	341929.75	2788982.90
2	27	341930.34	2788949.11
2	28	341930.54	2788946.11
2	29	341931.33	2788941.95
2	30	341932.39	2788938.69
2	31	341934.00	2788935.23
2	32	341936.84	2788930.00
2	33	341938.51	2788925.75
2	34	341939.22	2788921.26
2	35	341939.39	2788916.53
2	36	341938.99	2788913.41
2	37	341937.57	2788910.48
2	38	341937.24	2788910.00
2	39	341935.84	2788906.98
2	40	341935.54	2788905.41
2	41	341935.57	2788903.02
2	42	341936.26	2788900.47
2	43	341938.01	2788896.22
2	44	341940.25	2788890.17
2	45	341942.08	2788883.88
2	46	341946.91	2788864.73
2	47	341947.55	2788862.65
2	48	341949.07	2788857.03
2	49	341950.20	2788851.13
2	50	341950.70	2788847.17
2	51	341951.01	2788843.18
2	52	341951.12	2788839.18

2	53	341950.76	2788831.55
2	54	341949.00	2788812.95
2	55	341940.74	2788766.00
2	56	341940.31	2788763.75
2	57	341937.93	2788741.90
2	58	341937.19	2788727.10
2	59	341937.47	2788724.27
2	60	341938.53	2788721.64
2	61	341938.66	2788721.42
2	62	341941.59	2788718.28
2	63	341945.57	2788716.66
2	64	341947.61	2788716.33
2	65	341951.16	2788715.96
2	66	341954.72	2788716.01
2	67	341968.03	2788717.03
2	68	341972.35	2788717.55
2	69	341976.70	2788718.48
2	70	342005.75	2788725.97
2	71	342012.55	2788727.42
2	72	342017.16	2788728.05
2	73	342022.49	2788728.45
2	74	342028.65	2788728.47
2	75	342032.05	2788728.34

En el plano del **Anexo 2.3** se puede observar la ubicación de la infraestructura, las vías de acceso, hidrología local y, además, se presenta la imagen Google™ donde se pueden identificar claramente los rasgos fisiográficos y uso de suelo y vegetación del sitio.

La superficie que ocupar por las obras a desarrollar es de **3.68 ha** de las cuales **no será necesario realizar CUSTF**, ya que el espacio a ocupar cuanta con el mismo uso y se encuentra desprovista de vegetación. En el Cuadro II-5 se presentan las características principales de superficie, volumen y sistema constructivo.

Cuadro II-6. Superficie del depósito de jales.

Infraestructura	Superficie total	Volumen por almacenar (m³)	Sistema constructivo	Tipo de Obra
Depósito de Jales	3.68	124,704.36	Aguas abajo con enrocamiento	Permanente
Total	3.68	124,704.36		

* De acuerdo con las características de la topografía (terreno lomerío), hidrología (zona ciclónica) y sismicidad (región peninsular) del sitio le corresponde la opción 1 de la tabla 3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

En digital se presentan las coordenadas geográficas que delimitan al polígono en formato [*.csv] y formato [*.shp] para su verificación en la plataforma SIGEIA.



Figura II-2. Ubicación física del polígono del depósito de jales

II.1.3.2 Capacidad del depósito

Para estimar la capacidad del depósito se utilizaron los datos de descarga igual a 230 ton/día, con una densidad de jal de 2.0 ton/m³, con 340 días trabajados por años. La capacidad total corresponde a **124.704.36 m³** para un tiempo de vida útil de 3.2 años.

Cuadro II-7. Captación y vida útil del depósito

Concepto	Captación (m ³)	Captación (T)	Vida útil (años)
Terraza 2	8,528.98	17,057.96	0.22
Terraza 3	22,170.28	44,340.56	0.57
Terraza 4	28,113.17	56,226.34	0.72
Terraza 5	15,021.44	30,042.88	0.39
Terraza 6	50,870.49	101,740.98	1.30
Total	124,704.36	249,408.72	3.20

II.1.4 Inversión requerida

II.1.4.1 Capital requerido

El presupuesto económico estimado para desarrollar las obras y actividades por etapa es el siguiente.

Cuadro II-8. Capital requerido (inversión)



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

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
--------	----------	--------	----------	-------------	---------	---

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

A	DEPÓSITO DE JALES VICTORIA FASE II					
A1	CONTROL DE CALIDAD					
A.01	Laboratorio de control (mecánica de suelos)	Mes	8	\$86,901	\$695,209	1.95
A.02	Control Topográfico.	Mes	8	\$72,998	\$583,987	1.64
A1	TOTAL, CONTROL DE CALIDAD				\$1,279,196	3.58
A2	PRELIMINARES					
B.01	Retiro de capa vegetal con equipo mecánico, despalmado 0.30 m en área de vaso y talud de bordo iniciador, incluye corte y acarreo a banco de materiales a 1 km con abundamiento del 30%, (este factor revisar y ajustar en obra).	M³	1,038	\$71	\$73,225	0.21
EXC-MATB	Excavación con equipo mecánico para conformación de dentellón de 1.00 de profundidad, incluye maquinaria y equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	2,452	\$22	\$53,208	0.15
CARG-ACADENT	Carga y acarreo de material producto de corte de dentellón a banco de material al 1er km, incluye: maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 35% y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	3,310	\$19	\$64,416	0.18
A2	TOTAL, PRELIMINARES				\$190,850	0.53
A3	CORTE DE BORDO ACTUAL					
G.01	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	3,164	\$19	\$61,571	0.17
A3	TOTAL, CORTE DE BORDO ACTUAL				\$61,571	0.17
A4	BORDO INICIADOR					
H.01	Carga y acarreo de material de jal seco, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	7,930	\$59	\$464,064	1.30
H.02	Construcción de bordo con jal seco compactado con rodillo liso al 95% de su P.V.S.M. según prueba proctor en capas no mayores de 0.30 m, incluye: tendido, nivelado, humedad optima, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	6,100	\$59	\$360,998	1.01
J.04	Carga y acarreo de material de préstamo producto de corte al 1er kilometro, incluye: maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	991	\$21	\$21,207	0.06
J.05	Recubrimiento de 0.30 m de espesor con material de préstamo en coronas y taledes para acolchonamiento del tepetate incluye: tendido, nivelado, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	762	\$67	\$50,777	0.14
J.03	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	2,312	\$19	\$44,998	0.13

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

J.06	Recubrimiento de 0.70 m de espesor con tepetate en coronas compactado al 95% de su P.V.S.M. según prueba proctor en capas no mayores de 0.50 m, incluye: tendido, nivelado, humedad optima, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	1,779	\$97	\$172,409	0.48
A4	TOTAL, BORDO INICIADOR				\$1,114,453	3.12
A7	TERRAZA 2B					
H.01	Carga y acarreo de material de jal seco, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	15,137	\$59	\$885,829	2.48
H.02	Construcción de bordo con jal seco compactado con rodillo liso al 95% de su P.V.S.M. según prueba proctor en capas no mayores de 0.30 m, incluye: tendido, nivelado, humedad optima, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	11,644	\$59	\$689,092	1.93
A7	TOTAL, TERRAZA 2B				\$1,574,921	4.41
A8	TERRAZA 3					
H.01	Carga y acarreo de material de jal seco, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	95,855	\$59	\$5,609,433	15.71
H.02	Construcción de bordo con jal seco compactado con rodillo liso al 95% de su P.V.S.M. según prueba proctor en capas no mayores de 0.30 m, incluye: tendido, nivelado, humedad optima, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	73,735	\$59	\$4,363,614	12.22
A8	TOTAL, TERRAZA 3				\$9,973,047	27.93
A9	TERRAZA 4					
H.01	Carga y acarreo de material de jal seco, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	56,892	\$59	\$3,329,339	9.32
H.02	Construcción de bordo con jal seco compactado con rodillo liso al 95% de su P.V.S.M. según prueba proctor en capas no mayores de 0.30 m, incluye: tendido, nivelado, humedad optima, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	43,763	\$59	\$2,589,914	7.25
A9	TOTAL, TERRAZA 4				\$5,919,253	16.57
A10	TERRAZA 5					
H.01	Carga y acarreo de material de jal seco, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	19,578	\$59	\$1,145,731	3.21
H.02	Construcción de bordo con jal seco compactado con rodillo liso al 95% de su P.V.S.M. según prueba proctor en capas no mayores de 0.30 m, incluye: tendido, nivelado, humedad optima, maquinaria, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M³	15,060	\$59	\$891,272	2.50

A10	TOTAL, TERRAZA 5				\$2,037,003	5.70
A12	RAMPA BORDO INICIADOR					
K.02	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	190	\$19	\$3,696	0.01
K.03	Conformación de terraplén para conformación de rampa, con material producto de excavaciones, compactado al 95% de su PVSM con humedad óptima incluye maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	146	\$97	\$14,161	0.04
A12	TOTAL, RAMPA BORDO INICIADOR				\$17,858	0.05
A13	RAMPA TERRAZA 1					
K.02	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	307	\$19	\$5,965	0.02
K.03	Conformación de terraplén para conformación de rampa, con material producto de excavaciones, compactado al 95% de su PVSM con humedad óptima incluye maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	236	\$97	\$22,856	0.06
A13	TOTAL, RAMPA TERRAZA 1				\$28,821	0.08
A14	RAMPA TERRAZA 2					
K.02	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	729	\$19	\$14,192	0.04
K.03	Conformación de terraplén para conformación de rampa, con material producto de excavaciones, compactado al 95% de su PVSM con humedad óptima incluye maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	561	\$97	\$54,378	0.15
A14	TOTAL, RAMPA TERRAZA 2				\$68,570	0.19
A15	RAMPA TERRAZA 3					
CORTE-MAT	Corte con equipo mecánico en material tipo B, de acuerdo con proyecto, incluye: maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	293	\$46	\$13,369	0.04
K.02	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	112	\$19	\$2,176	0.01
K.03	Conformación de terraplén para conformación de rampa, con material producto de excavaciones, compactado al 95% de su PVSM con humedad óptima incluye maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	86	\$97	\$8,336	0.02
A15	TOTAL, RAMPA TERRAZA 3				\$23,880	0.07
A16	RAMPA TERRAZA 4					

CORTE-MAT	Corte con equipo mecánico en material tipo B, de acuerdo con proyecto, incluye: maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	152	\$46	\$6,928	0.02
K.02	Carga y acarreo de material de tepetate, incluye: acarreo al 1er Km, maquinaria, equipo, mano de obra, abundamiento del 30% (este factor se debe revisar y ajustar en obra) y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	40	\$19	\$784	0.00
K.03	Conformación de terraplén para conformación de rampa, con material producto de excavaciones, compactado al 95% de su PVSM con humedad óptima incluye maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	31	\$97	\$3,005	0.01
A16	TOTAL, RAMPA TERRAZA 4				\$10,717	0.03
A18	PILETA					
L.01	Corte con equipo mecánico en material tipo B, para conformación de piletta (ver detalles), incluye maquinaria, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	1,917	\$39	\$74,877	0.21
L.02	Carga y acarreo de material producto de corte al 1er kilometro, incluye: maquinaria, equipo, mano de obra abundamiento del 30% y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	2,359	\$19	\$45,908	0.13
L.03	Construcción de terraplén para construcción de piletta, a base de material de préstamo de corte, compactado con vibro compactador al 95% de su P.V.S.M. con humedad optima en capas de 0.50 m incluye: equipo, material, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	2,359	\$97	\$228,668	0.64
AFI-MAT	Afine de piso y taludes de la excavación. Incluye compactación, mano de obra, traspaleos y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	750	\$19	\$14,610	0.04
L.04	Construcción de dala de inicio de piletta de 0.20 x 0.30 m de profundidad de concreto f'c=250 Kg/cm2 con impermeabilizante integral imperquim polvo o similar a razón de 1.5 kg por M3 de cemento, reforzada con varilla 1/2" @ 20 cm en ambos sentidos, juntas @ 12 metros y curado con membrana a base de aceite. Incluye juntas constructivas, dilatación con banda de PVC de 6, cimbra, descimbra, equipo, materiales, mano de obra, herramienta, limpieza de área retiro de material fuera de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	1	\$19,951	\$19,951	0.06
L.06	Losa de piso de 20 cm de espesor de concreto f'c=250 Kg/cm2 con impermeabilizante integral imperquim polvo o similar a razón de 1.5 kg por M3 de cemento, reforzada con varillas 3/8" a cada 18 cm en ambos sentidos a doble lecho. Incluye: cárcamo, juntas constructivas, dilatación con banda de PVC de 6", cimbra, descimbra, equipo, materiales, mano de obra, herramienta, limpieza de área retiro de material fuera de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	102	\$19,661	\$2,005,407	5.62
L.05	Recubrimiento en taludes de 15 cms de espesor de concreto f'c=250 Kg/cm2 con impermeabilizante integral imperquim polvo o similar a razón de 1.5 kg por M3 de cemento, reforzada con 1 varilla del #3 en ambos sentidos @ 0.25 m. Incluye: juntas de PCV de 6" a cada 6.00 m, cimbra, descimbra, equipo, materiales, mano de	M ³	50	\$11,084	\$554,221	1.55

	obra, herramienta, limpieza de area retiro de material fuera de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.					
BANQUETA	Banqueta de concreto de 1.00 x 0.12 m de espesor y resistencia $f'c=150$ kg/cm ² , reforzado con malla electrosoldada 6x6 10/10, acabado escobillado; incluye toda la maquinaria, herramienta, mano de obra, cimbra, descimbra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	8	\$4,465	\$33,490	0.09
FAB-BARANDA	Fabricación y colocación de barandal metálico a base de tubo mecánico de 1 1/4" CED-40 en postes, pasamanos y travesaño, de 1.00 m de altura, incluye: materiales, mano de obra, equipo, pintura anticorrosiva, anclaje, cortes, soldadura, fijación, herramientas, almacenamiento, acarreo y maniobras locales.	M ³	62	\$1,826	\$113,228	0.32
A181	ANDAMIO EN PILETA					
EXC-ZAP	Excavación con equipo mecánico para zapatas aisladas Z1 desplante de estructuras, de 1.20 x 1.20 x 0.80 m de profundidad, extracción de material, retiro, limpieza de plantillas y taludes.	M ³	6	\$77	\$446	0.00
COMP-TERN	Compactación de terreno natural para recibir estructuras, 95% de la prueba proctor, incluye: aplicación de humedad optima y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ²	8	\$19	\$140	0.00
PLANT-CONC	Plantilla de concreto hecho en obra $f'c=100$ kg/cm ² de 5 cm de espesor, incluye: terminado de superficie, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, carga, acarreo y descargas, limpieza de desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ²	8	\$183	\$1,370	0.00
ZAPAT-Z1	Suministro y fabricación de zapata aislada Z1 de concreto $f'c=250$ kg/cm ² de 1.20 x 1.20 x 0.25 m de altura, armada con 6 varillas de 1/2" en ambos sentidos, incluye: Dado de 0.35 x 0.35 m x 0.50 m de altura armado con 4 varillas 3/4" y estribos de 3/8" @ 20cm, 4 anclas de acero de 5/8" (G-36) de 0.60 m de longitud y placa base de 0.30 x 0.30 m de 5/8" de espesor, cimbra, descimbra, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	PZA	6	\$9,324	\$55,942	0.16
RELL-ZAPA	Relleno de zapata aislada con materia producto del corte, compactado con pisón de mano, incluye: equipo, mano de obra, y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M ³	3	\$283	\$935	0.00
COL-C1	Suministro y colocación de columna (C-1) de IR 8" x 26.6 kg/ml (A-36), incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	509	\$100	\$50,694	0.14
COL-C2	Suministro y colocación de columna C-2 de Tubo OC 4" X 1/4" (G-50) en andamio, incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	133	\$91	\$12,109	0.03
VIGA-V1	Suministro y colocación de viga V-1 de IR 12" x 23.9 kg/ml (G-50) en andamio, incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	681	\$94	\$63,701	0.18
VIGA-V2	Suministro y colocación de viga V-2 de IR de 12" x 38.7 kg/ml (G-50) en andamio, incluye: maquinaria, materiales, mano de obra, cortes, biselados, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta	KG	590	\$89	\$52,603	0.15

	instalación.					
VIGA-V3	Suministro y colocación de viga (V-3) IR 8" x 8" x 26.6 kg/ml (A-36), incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	509	\$100	\$51,055	0.14
VIGA-P1	Suministro y colocación de perfil de PER de 2" x 2" X .156" en andamios, incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	57	\$93	\$5,336	0.01
CONTRAV	Suministro y colocación de contraventeos P-2 ángulo de 3" x 3" x 0.188" (G-50) en andamio, incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	352	\$90	\$31,507	0.09
CONEX-PLACAS	Suministro y colocación de lote de conexiones (placas, ángulos) incluye, cortes, desperdicios, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	KG	361	\$95	\$34,205	0.10
307-HER-09-002	Suministro y colocación de rejilla tipo Irving de acero ISO-05 W100 para piso. Incluye: maquinaria, materiales, cortes, biselados, mano de obra, traslados, maniobras y todo lo necesario para su correcta instalación.	M ²	13	\$4,179	\$52,232	0.15
POLIPAST-2T	Suministro y colocación de polipasto de 2Ton, Incluye, maquinaria, materiales, mano de obra, cortes, biselados y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$204,304	\$204,304	0.57
A181	TOTAL, ANDAMIO EN PILETA				\$616,578	1.73
A18	TOTAL, PILETA				\$3,706,937	5.16
A19	MONITOREO					
Q.01	Suministro y colocación de pozo de monitoreo de 50 metros, incluye: cajón de protección, herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	2	\$750,846	\$1,501,692	4.20
A19	TOTAL, MONITOREO				\$1,501,692	4.20
A20	PIEZOMETROS					
PIEZ-7.5	Suministro y colocación de piezómetro de 7.50 m de profundidad, incluye: herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$120,325	\$120,325	0.34
PIEZ-15	Suministro y colocación de piezómetro de 15.00 m de profundidad, incluye: herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$240,649	\$240,649	0.67
PIEZ-25	Suministro y colocación de piezómetro 25.00 m de profundidad, incluye: herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$401,082	\$401,082	1.12
PIEZ-35	Suministro y colocación de piezómetro 35.00 m de profundidad, incluye: herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$561,515	\$561,515	1.57
PIEZ-46	Suministro y colocación de piezómetro 46.00 m de profundidad, incluye: herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$737,991	\$737,991	2.07
PIEZ-51	Suministro y colocación de piezómetro 51.00 m de profundidad, incluye: herramienta, equipo, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	PZA	1	\$216,584	\$216,584	0.61
A20	TOTAL, PIEZOMETROS				\$2,278,146	6.38
A21	TESTIGOS DE MOVIMIENTO					

TEST-MOV	Testigo de movimiento a base de dado de concreto f'c=200 Kg/cm2 de 35 x 35 cm de sección y 1.10 de largo con 60 cm bajo el nivel del terreno natural, armado con 8 varillas corrugadas longitudinales de 1/2" y estribos de 3/8" @ 20 cm, con varilla de 5/8" de diámetro x 30 cm de largo como testigo. Incluye: materiales, mano de obra y herramienta necesaria para su correcta ejecución.	PZA	7	\$2,593	\$18,154	0.05
A21	TOTAL, TESTIGOS DE MOVIMIENTO				\$18,154	0.05
A22	INCLINOMETROS					
INCL-45	Suministro e instalación de inclinómetro de 45 m de profundidad, con 2 compartimientos, estándar y superior, aditamentos especiales, perforación y todo lo necesario para su correcta instalación y pruebas de funcionamiento.	PZA	1	\$1,504,058	\$1,504,058	4.21
INCL-50	Suministro e instalación de inclinómetro de 50 m de profundidad, con 2 compartimientos, estándar y superior, aditamentos especiales, perforación y todo lo necesario para su correcta instalación y pruebas de funcionamiento.	PZA	1	\$1,671,175	\$1,671,175	4.68
A22	TOTAL, INCLINOMETROS				\$3,175,233	8.89
A24	OBRAS DE ABANDONO FASE II					
REC-20-30	Recubrimiento de 50 cm de espesor con material de préstamo en proporción de 30 cm de material de préstamo y 20 cm de material vegetal, Incluye: conformación de material, mano de obra y equipo necesario para su correcta ejecución.	M²	30,850	\$68	\$2,089,162	5.85
BAJ-PLUV	Construcción de bajadas pluviales de concreto armado f'c=200 kg/cm2, de 0.15 m de espesor con impermeabilizante integral a razón de 1.5 kg por cada 50 KG de cemento, armado con una varilla de 3/8" @ 23cms en sentido longitudinal y transversal. Incluye: Juntas de dilatación a cada 2.00m, selladas con sellador de juntas bituplastic o similar y curado con membrana a base aceite, fletes, desperdicios, equipo, materiales, mano de obra, herramienta, limpieza del área de trabajo y retiro de material fuera de obra.	M³	45	\$14,456	\$643,703	1.80
A24	TOTAL, OBRAS DE ABANDONO FASE II				\$2,732,865	7.65
A	TOTAL, PRESA DE JALES VICTORIA FASE II				\$35,713,168	100.00

Concepto	Costo total
Gestiones administrativas	
Pago por la evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular de acuerdo con los criterios de la tabla "A"	\$36,900
Subtotal	\$36,900
Medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental	
Equipo portátil de contra incendio y de seguridad	\$50,000
Medidas de prevención, mitigación y compensación	\$3,900,000
Gastos en capacitación en temas de seguridad ambiental	\$100,000
Subtotal	\$4,050,000

TOTAL, DEL PRESUPUESTO MOSTRADO SIN IVA:	\$39,763,168
(* TRENTA Y NUEVE MILLONES SETECIENTOS SESETA Y TRES MIL CIENTO SESENTA Y OCHO PESOS (00/100 M.N. *))	

II.1.4.2 Período de recuperación

Manifiesto al Impacto Ambiental [Particular]:
Depósito de jales Victoria etapa II, municipio de Topia, Durango

xxx

La evaluación financiera consiste en asignar valores monetarios a las unidades físicas, para llegar a la determinación del flujo de ingresos y egresos en la proyección financiera. Los **indicadores de la rentabilidad económica** se definen por el incremento o disminución del bienestar que se derivaría del uso de recursos en alguna actividad específica, y a continuación se indica el dictamen para cada uno de los indicadores evaluados:

TREMA. La Tasa Mínima de Rendimiento Mínimo Aceptable (TREMA), es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir: la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno a los inversionistas, los impuestos, la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido.

VAN. El Valor Actual Neto (VAN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La VAN asciende a **\$85,642,782.24** y su dictamen es favorable.

TIR. La Tasa Interna de Retorno (TIR), es una medida utilizada en la evaluación de la inversión que está muy relacionada con el VAN. También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. Dado que la TIR es mayor que la TREMA, por tanto, el proyecto es aceptable, entonces por cada peso invertido, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento de una tasa de **27.32%**.

R C/B. La relación Costo / Beneficio (C/B) toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso invertido. La relación B/C es de **2.14**, lo que significa que después del horizonte de planeación obtengo mi inversión más la TREMA más una utilidad igual al valor que excede la unidad (0.12 en este caso), por lo tanto, el proyecto es rentable.

RSI. El Retorno Sobre la Inversión (RSI) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación con la inversión realizada, es decir, el rendimiento desde el punto de vista financiero. Para el proyecto es de **1.65**, lo que significa que por cada peso que se invertirá, se recuperará ese peso más una utilidad de 0.1 por lo tanto, el proyecto es rentable.

PRI. El período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial. La inversión de la obra será recuperable en **2.32** años, menor al tiempo pronosticado de la vida útil.

La evaluación financiera de la obra se resume en el cuadro siguiente y se presenta la memoria de cálculo correspondiente en el Anexo 7.

Cuadro II-9. Indicadores financieros y su dictamen de viabilidad.

INDICADOR	VALOR	REFERENCIA	ANÁLISIS	DICTAMEN
TREMA	15.8%	0	Tasas de interés cotizadas con diferentes fuentes de financiamiento.	ACEPTABLE
VAN	\$20,642,682.32	VAN>0	Después del horizonte del proyecto, obtengo mi inversión, más tasa referencia (TREMA), más la utilidad igual al valor de VAN.	ACEPTABLE
TIR	32.91%	TIR > TREMA	Por cada peso que invierto, el proyecto me regresa ese peso invertido, más un rendimiento igual al valor de TIR.	ACEPTABLE
R B/C	1.28	R B/C > 1	Después del horizonte del proyecto, obtengo mi inversión, más tasa de referencia (TREMA), más utilidad igual al valor del coeficiente que exceda la unidad (1.0)	ACEPTABLE
RSI	1.16	RSI > 1	Por cada peso que invierto, el proyecto me regresa ese peso invertido, más una utilidad igual al número que excede la unidad (1.0)	ACEPTABLE
PR	2.32	PR < HORIZONTE PROYECTO	El período de recuperación de la inversión a una tasa de referencia dada (TREMA), es menor al horizonte en años proyectado.	ACEPTABLE

II.1.4.3 Costos de las medidas de prevención y mitigación de impactos

Referente a las medidas de prevención y mitigación de posibles impactos ambientales adversos, los costos necesarios para realizar estas actividades estarán en el orden de **9.8%** del costo total.

II.1.5 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua

II.1.5.1 Uso de suelo

A nivel regional en el sistema montañoso de la **Sierra Madre Occidental**, el aprovechamiento forestal y la minería, resulta fundamental en la economía de las poblaciones, dado que la productividad de otras actividades se encuentra en un nivel bajo (fruticultura, ganadería, agricultura, etc.) por la aportación del **PIB** a nivel estatal. A nivel regional se desarrolla una agricultura tradicional de autoconsumo (maíz, avena, frijol y papa), con rendimientos bajos por el reducido nivel de mecanización y uso de fertilizantes, así como una deficiente asistencia técnica. Por su parte la ganadería es practicada a pequeña escala por la mayoría de los habitantes que cuentan con algunas cabezas de ganado (bovino, equino) con el objetivo de producir carne y productos lácteos para el autoconsumo. También se realizan algunas actividades relacionadas a la fruticultura, ya que existen condiciones fisiográficas favorables para el arraigo de especies frutales de clima frío, templado y subtropical tales como; manzano, durazno, pera, chabacano, aguacate, limón, naranjo, lima y papayo; sin embargo, esta actividad suele ser de autoconsumo y sin nivel de tecnificación o asistencia técnica. En general, el uso de suelo prevaleciente en el **Área de Influencia [AI]** donde se ubica el **depósito de jales** se puede describir de la manera siguiente:

a). Uso forestal

El tipo de vegetación corresponde a **vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia** (VSa/SBC) sin aptitud de aprovechamiento maderable, y **pastizal inducido** (PI). De acuerdo con el estudio forestal regional de la UMAFOR 1004, para el **AI** las principales especies maderables que se aprovechan corresponden a los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Arbutus* y *Alnus*.

b). Uso agrícola

La agricultura en esta zona se practica a un nivel muy reducido ya que la topografía y la orografía local limitan esta actividad socioeconómica; sin embargo, en algunas mesetas con pendientes menores al 15% o planicies son aprovechadas para destinar el uso de suelo a la siembra de maíz, papa y avena forrajera de autoconsumo. En la región la agricultura de riego es prácticamente nula.

d). Uso pecuario

En cuanto al uso pecuario, en la región se práctica la ganadería extensiva y la superficie dedicada a esta actividad converge con la superficie forestal y agrícola, dado que los habitantes de la región no cuentan con terrenos de agostadero bien delimitados y el ganado (*bovino* y *equino* principalmente) se encuentra libre en la región.

e). Infraestructura minera

A nivel regional existen zonas en donde se ha venido practicando la minería desde la época de la colonia. Sin embargo, la delimitación y uso de los terrenos con potencial para la minería se encuentran debidamente concesionados e identificados en la Secretaría de Economía a través títulos o concesiones mineras.

En el **Anexo 4.1** se muestran el plano de uso de suelo y vegetación en el **AI** y **Sistema Ambiental**, señalando la localización de la infraestructura a desarrollar.

II.1.5.2 Uso de los cuerpos de agua

El **AI** se ubica dentro de la cuenca río Culiacán; a nivel subcuenca pertenece a la denominada Palmarito - Tamazula; y la microcuenca Topia, en el plano el **Anexo 3.1** se ilustra la ubicación del sitio en el contexto hidrológico.

Los cuerpos de agua cercanos al sitio son el **Río Tamazula**, que es una corriente perenne. El uso que se le da a los cuerpos de agua por los habitantes de la región está limitado únicamente para el mantenimiento del ganado y en muy baja escala para practicar la agricultura con parcelas de riego en zonas cercanas al cauce de este mismo río. En cuanto al agua utilizada para el consumo humano esta es acarreada por gravedad de los manantiales que bajan

de las partes altas de la sierra, dado que resulta muy costoso desarrollar infraestructura para potabilizar el agua de los escurrimientos superficiales.

II.1.5.3 Uso potencial

De acuerdo con la cartografía editada por INEGI, la región presenta una clase de tierras no aptas para el aprovechamiento pecuario y el suelo no ostenta un uso potencial. De acuerdo con el [Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal 2016](#), el sitio se ubica en la **UGA No. 250 - Topia**; cuyo lineamiento ambiental es cumplir con las metas ambientales definidas por el programa de desarrollo urbano municipal y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

Además, el sitio se encuentra dentro de la RHP cuenca alta de los ríos **Culiacán y Humaya**; por lo que para el desarrollo de las obras y actividades se considera implementar programas de protección especial, restauración y conservación, los cuales se describen a detalle en los apartados subsecuentes.

II.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La disponibilidad de servicios para poder desarrollar la infraestructura minera se encuentra al alcance, ya que el sitio se localiza en un lugar accesible durante todo el año, y se cuenta con los servicios necesarios para su construcción y operación.

a). Agua

En las etapas contempladas se utilizará agua con fines de **consumo humano** para hidratar al personal que desarrollará las actividades, se sugiere que el suministro del vital líquido sea a través de garrafones de agua purificada.

b). Hospedaje

Para evitar la instalación de campamentos, la mayor parte del personal que se contrate durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación - mantenimiento será de la región, de tal manera que pernocten en sus hogares; para el caso de los trabajadores foráneos se rentarán casas en los poblados cercanos, específicamente en Topia.

c). Alimentación

Para el personal que no sea de la región, se buscarán servicios de alimentación en los poblados cercanos, específicamente en Topia.

d). Combustible

Se requerirá únicamente gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que se utilicen durante la preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y abandono del sitio. Éstos se transportarán al sitio conforme se vayan necesitando, el mantenimiento de los vehículos y maquinaria se realizará en talleres cercanos al sitio.

e). Mano de obra

Con respecto al personal que se ocupará en las diferentes etapas, se requerirá de mano de obra calificada tanto externa como regional, además del personal de apoyo (jornaleros) que en su mayoría se contratarán de las comunidades más cercanas. Las necesidades de mano de obra se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro II-10. Necesidades de mano de obra.

Etapas	Tipo de mano de obra	Procedencia		Tipo de empleo		Total, de empleados por etapa	Tiempo máximo de jornales (días)
		Regional	Externo	Eventual	Permanente		
Preparación del sitio	Calificada	2	1	3	0	11	9,504
	No calificada	4	0	5	0		

Construcción	Calificada	3	2	2	4	14	8,064
	No calificada	6	0	3	3		
Operación y mantenimiento	Calificada	2	0	0	2	13	67,392
	No calificada	8	0	0	11		
Total		25	3	12	20	38	

(i) estimado bajo el supuesto de 24 días laborables al mes, por los meses que dura cada etapa. Los turnos serán definidos por la empresa contratista.

Se ha establecido que se generarán **38 empleos directos** en las diferentes etapas, y para la zona se sabe que por cada empleo formal se generan 6 empleos indirectos; por tanto, en la vida útil se estarán generando cerca de 228 nuevos empleos.

II.1.6.1 Políticas de crecimiento futuro

Hasta el momento de la elaboración del presente documento, no se contempla el desarrollo de infraestructura a futuro; sin embargo, en caso de requerirse se tramitarán los permisos ambientales necesarios en materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo.

II.2 Características particulares

II.2.1 Programa general de trabajo

Se considera una vigencia de 1 año para la etapa de preparación del sitio, 3.20 años para la etapa de construcción – operación y mantenimiento, y 2 año para el abandono del sitio y su monitoreo, dando como resultado una duración total (vida útil) de **6.20 años**, en el Cuadro II-10 se presenta la duración total por etapa. A partir de la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, en tanto que la etapa de abandono del sitio solo se realizarán actividades de monitoreo. El programa general de actividades se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-11. Calendario de actividades por etapa.

Duración / Etapa	Plazos (años)													
	1		2		3		4		5		6		7	
	Semestre													
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Preparación del sitio														
Construcción - operación														
Mantenimiento														
Abandono														

El diagrama de flujo del programa de actividades se ilustra en la figura siguiente.

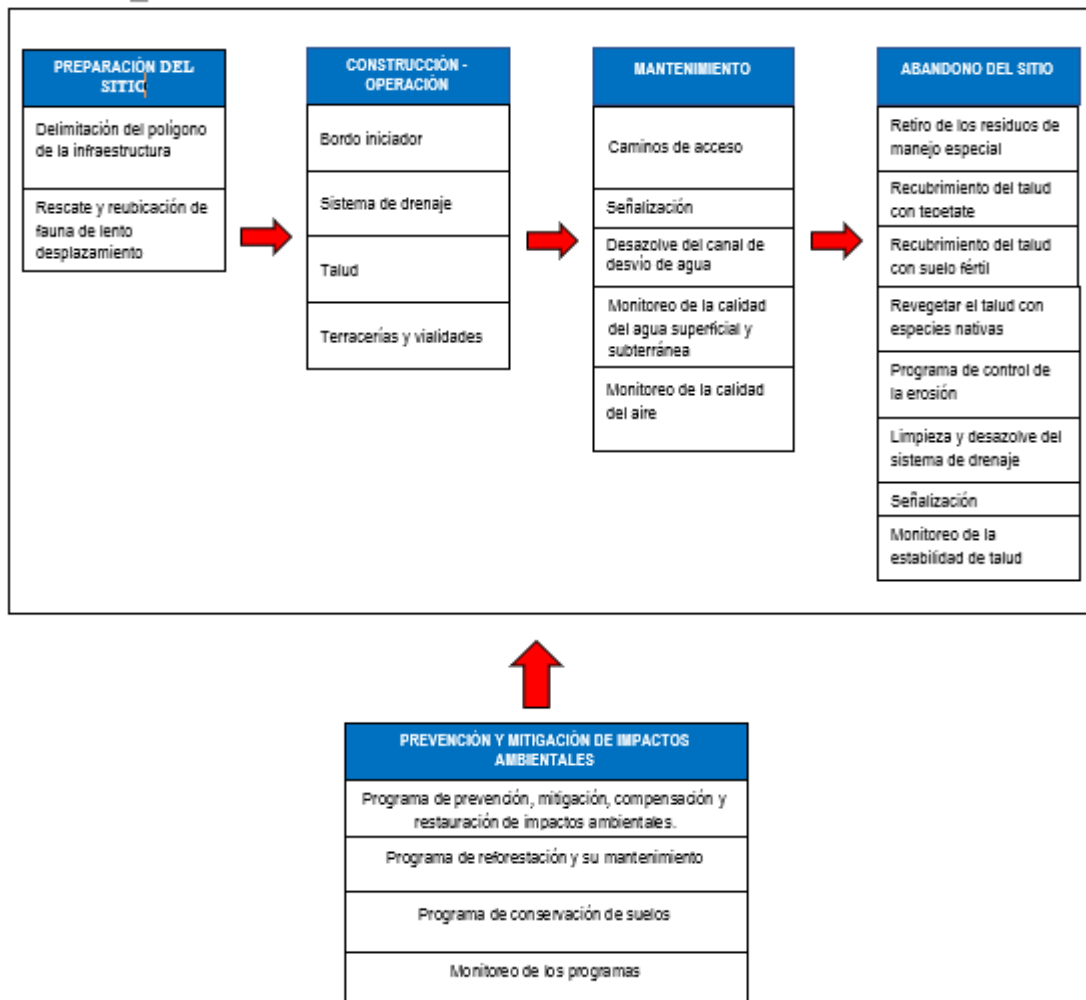


Figura II-3. Diagrama de flujo para la vida útil del depósito de jales.

A continuación, se muestran de manera detallada las obras y actividades a realizar y el tiempo estimado por etapa.

Cuadro II-12. Programa general de actividades.

ID		ETAPA / ACTIVIDAD		Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5				Año 6				Año 7			
				Cuatrimestres																											
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1			
PREPARACIÓN DEL SITIO																															
1	Delimitación del polígono de la infraestructura																														
2	Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento																														
CONSTRUCCIÓN - OPERACIÓN																															
1	Sistema de drenaje																														
2	Terrazas																														
3	Terracerías y vialidades																														
MANTENIMIENTO																															
1	Caminos de acceso																														
2	Señalización																														
3	Desazolve del canal de desvío de agua superficial																														
4	Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea																														
5	Monitoreo de la calidad del aire																														
ABANDONO DEL SITIO																															
1	Retiro de los residuos de manejo especial																														
2	Recubrimiento del talud con tepetate																														
3	Recubrimiento del talud con suelo fértil																														
4	Revegetar el talud con especies																														

[illegible]

II.2.1.1 Estudio de campo y gabinete

El diseño final del depósito fue resultado de considerar los estudios siguientes:

II.2.1.1.1 Estudio topográfico

La delimitación de la infraestructura propuesta está fundamentada en un levantamiento topográfico. El estudio topográfico se realizó dentro del polígono a ocupar con aparatos de precisión como lo es una estación total (teodolito que cuenta con un distanciómetro integrado, capaz de medir ángulos y distancias de forma simultánea) y GPS basado en el posicionamiento satelital de un punto determinado. A partir de este estudio fue posible identificar todas las características naturales y artificiales del polígono a ocupar (relieve). Para ello se establecieron puntos de control y se generó un sistema de curvas de nivel equidistantes a 0.5 metros y, con ello fue posible configurar la geometría del depósito.

II.2.1.1.2 Estudio Técnico Justificativo para el CUSTF

El área por ocupar corresponde a infraestructura minera, es decir no sustenta vegetación forestal, por lo tanto, **no se requiere** el trámite de una autorización en materia de **CUSTF**. En el plano del **Anexo 2.4** se ilustra con detalle las características físicas del sitio, donde se observa que no existe vegetación forestal en una imagen satelital Googletm.

II.2.1.1.3 Estudio de geotecnia (geología)

En cumplimiento al [numeral 5.3.3.1 NOM-141](#), se realizó una caracterización de la estructura geológica a detalle del sitio mediante muestras y ensayos de laboratorio con el objetivo de diseñar el depósito de jales. Se realizaron 18 sondeos de profundidad variable, la toma de datos fue hecha mediante el método de “cono” que consiste en insertar una punta cónica de metal equipada con un sensor que transmite la información de los jales hasta una estación ubicada en la superficie del suelo. Dentro de los muestreos se incluyeron ensayos para tomar muestras de diversos bancos de materiales con el fin de contar con una caracterización de los materiales. El sondeo de mayor profundidad se realizó a 30.10 m, el procedimiento para la ejecución de las pruebas de penetración estándar se realizó de acuerdo con la norma **ASTM-D-158**.

Muestras de bancos de materiales y jales.

En total se tomaron 7 muestras; dos muestras integrales de los jales y cinco muestras de material de préstamo (tepetate). Las muestras de jal fueron tomadas directamente de la zona propuesta para el depósito, mientras que las de tepetate fueron tomadas en las zonas aledañas del depósito dentro del unidad minera.

Las pruebas para la determinación de los parámetros físicos de los materiales, tales como el contenido natural de agua, composición granulométrica, plasticidad, tipo de suelos, etc., se tomaron como referencia en el diseño del depósito. Las pruebas realizadas para la caracterización geológica son las siguientes:

- Contenido natural de agua según ASTM D-2216
- La clasificación de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S. U. C. S.) según carta ASTM 2487.
- Análisis granulométricos y lavados según ASTM D-422.
- Límites de plasticidad según ASTM D-4318.
- Índice de calidad de la roca (RQD).
- Recuperación total de testigo (TCR).
- Testigo solido recuperado (TSR).
- Grado de meteorización. El grado de alteración según ISRM (1981) asignado al macizo rocoso recuperado.

Los parámetros mecánicos de los materiales que fueron analizados con el fin de diseñar la geometría del depósito y la resistencia de los materiales consistieron en realizar las pruebas estándar siguientes.

- Peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima según la norma ASTM D-1557.
- Prueba triaxial rápida, el procedimiento es el establecido en la norma ASTM D-2850 y D-4767.

Las coordenadas geográficas UTM de los sondeos que se realizaron para la obtención de las muestras integrales de jal y material de préstamo dentro de la unidad minera se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro II-13. Coordenadas UTM de los sondeos realizados en la unidad minera Topia

Sondeo	Tipo de sondeo	X	Y
1	Inalterada de jal No. 1	341988	2789017
2	Integral de jal No. 2	341998	2788957
3	Sm-1	342016	2789082
4	Sm-2	341990	2789037
5	Sm-3	341980	2788978
6	Sm-4	342023	2788982
7	S-1 permeabilidad	341931	2789042
8	Inalterada de jal No. 3	342018	2788877
9	Integral de jal No. 4	341996	2788792
10	Sm1	342036	2788902
11	Sm2	341986	2788884
12	S-2 permeabilidad	341966	2788883
13	Tepetate No. 1	342388	2788488
14	Tepetate No. 2	342391	2788505
15	Tepetate No. 3	342404	2788540
16	Tepetate No. 4	343259	2790048
17	Tepetate No. 5	343257	2790053

Conclusiones

Los resultados obtenidos de las pruebas y ensayos se detallan en el **ANEXO 2 (INFORME GEOTÉCNICO)** del informa final. Los resultados obtenidos de los sondeos definen que la zona del depósito está conformada por jales antiguos y se sitúa en la zona penisísmica de acuerdo con la clasificación de la [NOM-141](#). Respecto al terreno natural fue posible definir que está compuesto por rocas intemperizadas, de mala calidad en el macizo rocoso. La permeabilidad de los jales y del terreno natural es baja, los jales cuentan con un contenido de humedad por encima del óptimo, además de ser de tipo limosos inorgánicos de baja compresibilidad (ML), arenas con limos y arcillas (SM-SC) y arcillas de baja compresibilidad (CL), el valor de referencia de resistencia al esfuerzo cortante es altos que pueden usarse para la conformación de bordos. Por último, el monitoreo de las bermas de jales se deben de realizar con piezómetros para poder identificar posibles desplazamientos.

II.2.1.1.4 Estudio de geotecnia (mecánica de suelos)

En cumplimiento al [numeral 5.3.3.2 NOM-141](#), se realizó una caracterización del suelo y los resultados obtenidos de las pruebas de permeabilidad que se realizaron en el terreno natural y al jal existente, se pudo determinar que estos materiales cuentan con valores en el rango de impermeables, de acuerdo con los coeficientes de permeabilidad que se muestran en figura siguiente.

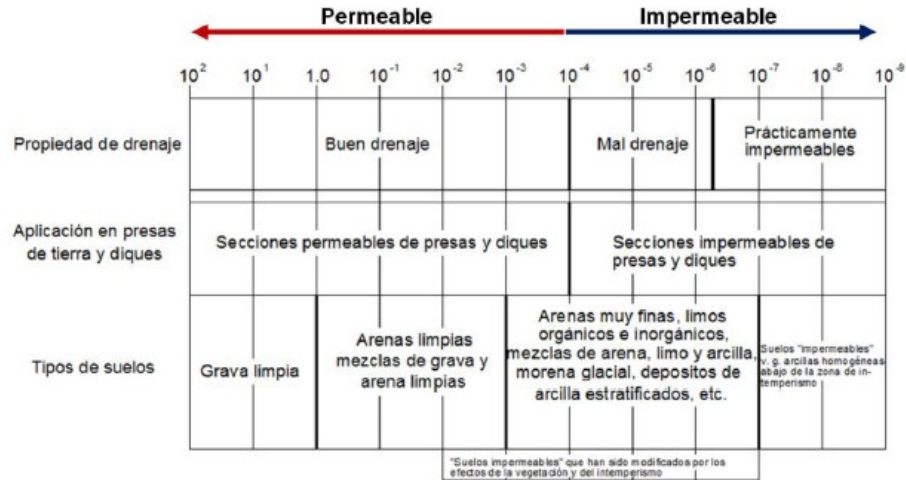


Figura II-4. Coeficiente de permeabilidad

Los materiales que cuentan con coeficientes de permeabilidad de 10^{-4} cm/s hacia abajo se consideran secciones impermeables de presas y diques según la gráfica No. 4 tomada del libro "Mecánica de suelos Tomo 1" Juárez Badillo-Rico Rodríguez.

Los coeficientes de permeabilidad obtenidos de los jales y del terreno natural son:

Cuadro II-14. Resultados de la permeabilidad de los materiales

Sondeo	Permeabilidad k (cm/s)	Descripción
Depósito de la fase I		
Inalterada de jal no. 1	1.83×10^{-6}	Secciones impermeables de presas de tierra y diques
Integral de jal no. 2	2.44×10^{-6}	Secciones impermeables de presas de tierra y diques
Depósito de la fase II		
Inalterada de jal no. 3	1.71×10^{-6}	Secciones impermeables de presas de tierra y diques
Integral de jal no. 4	2.09×10^{-6}	Secciones impermeables de presas de tierra y diques
Terreno natural		
Permeabilidad s-1	2.857×10^{-6}	Secciones impermeables de presas de tierra y diques
Permeabilidad s-2	3.502×10^{-7}	Secciones impermeables de presas de tierra y diques

Tomando los resultados de la permeabilidad, el jal depositado y el terreno natural se debe de compactar cuando menos al 95% de su P. V. S. M., según prueba de Proctor estándar. Como conclusión al ser jales secos la aportación de agua hacia los estratos inferiores es mínima o nula (ANEXO 2 Informe geohidrológico).

II.2.1.1.5 Estudio hidrológico e hidráulico

La delimitación hidrográfica del sitio se realizó mediante la implementación de un SIG y la determinación de los parámetros e ingeniería hidráulicos se efectuó en cumplimiento al numeral 5.3.4 NOM-141 y en atención a las recomendaciones contenidas en la guía canadiense CDA, Canadian Dam Association, por sus siglas en ingles.

El objetivo principal de la caracterización hidrológica es considerar el diseño hidráulico que permita controlar los escurrimientos pluviales ordinarias y extraordinarias durante la operación y abandono del depósito. Para esto fue necesarios establecer un canal de desvío con las dimensiones suficientes para captar estos escurrimientos para un periodo de retorno de 10,000 años.

La delimitación de la cuenca principal permitió definir dos zonas de captación o subcuencas (SC1 y SC2), utilizadas con el fin de sacar los diseños hidráulicos correspondientes, mediante las cuales se definieron los parámetros para el cálculo de las obras hidráulicas. La información climatológica con influencia en el sitio son las que se muestran a continuación.

Cuadro II-15. Estaciones climáticas con influencia en el depósito de jales

Estación	Clave	Estado	Municipio	Coordenadas geográficas		P Max 24 h TR 10,000 años
				Latitud	Longitud	
Canelas	10003	Durango	Canelas	25.100000°	-106.566700°	607.88
Vascogil	10087	Durango	Canelas	25.129200°	-106.362500°	488.92
La Huerta	10037	Durango	Topia	25.363300°	-106.700600°	395.32

Los resultados derivados del análisis hidrológico mediante la aplicación de métodos probabilísticos de la lluvia en exceso y con la metodología de Chow asociados a un tiempo de retorno de 10,000 años para el diseño de las obras hidráulicas (canal colector), definió que es necesario realizar obras de alcantarillado para cauces pluviales (AP), los cuales se diseñaron de forma homogénea. La remodelación de una pileta de contingencia fue diseñada con los resultados derivados de los escurrimientos pluviales de eventos ordinarios y extraordinarios asociados a las dos subcuencas de aporte. Dentro de la infraestructura asociada al depósito es necesario ampliar un canal de desvío existente y la construcción de obras complementarias (ampliación del canal de desvío, sistema de alcantarillado pluvial, muro de contención, y las recomendaciones principales para la construcción de un alcantarillado específico para los escurrimientos pluviales). Los detalles de estas obras se observan en el **CAPITULO 4 (ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRÁULICO)** del informe final.

II.2.1.1.6 Estudio geohidrológico

En cumplimiento al [numeral 5.3.4.2 NOM-141](#), para la determinación de la presencia de aguas subterráneas en el sitio, se realizaron 5 sondeos eléctricos verticales (SEV) (2 método Wenner y 3 método Schlumberger), distribuidos estratégicamente en el área de influencia.

El objetivo principal fue determinar las condiciones geológicas, climatológicas, hidráulicas, hidrogeoquímica, geofísicas, hidrología superficial y subterránea, métodos probabilísticos, entre otros, en toda el área del subsuelo en la zona de interés.

Los resultados mostraron una variedad e intensidad de los procesos geológicos, tanto endógenos (tectonismo y vulcanismo) como exógenos (erosión e intemperismo), los cuales han transformado la estructura original de las unidades pétreas preexistentes, y a su vez, han modelado la superficie terrestre. Con esto fue posible determinar que **NO** existe acuífero vulnerable en la zona del depósito, que unido al hecho de que los residuos que se almacenaran se clasifican como NO peligrosos (ya que no contienen elementos tóxicos), por tanto, el sitio seleccionado para el depósito de jales NO se encuentra sobre algún acuífero que requiera evaluar su vulnerabilidad (**CAPITULO 5** del informe final).

II.2.1.1.7 Estudio sobre la caracterización del jal

En cumplimiento al [numeral 5.2](#) y [Anexo Normativo 1 NOM-141](#) la caracterización se realizó en el laboratorio ABC Química Investigación y análisis S.A. de C.V., debidamente acreditada por el EMA. Los resultados concluyeron que el jal no es peligroso por su toxicidad, pero si generador de drenaje ácido (**Anexo 6.1**).

II.2.1.1.8 Estudio sobre la caracterización de la calidad del agua superficial

En cumplimiento al [numeral 5.3.4.1 inciso e\) NOM-141](#) sobre la caracterización de la calidad del agua superficial tanto aguas arriba como aguas abajo, los resultados de los estudios se presentan en el **Anexo 6.2**. Y las coordenadas de referencia donde se tomaron las muestras se presentan en el apartado **II.2.6.4** del cuerpo de este documento (**Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea**).

II.2.1.1.9 Análisis de estabilidad

A fin de asegurar la estabilidad del talud, se realizó un análisis estático con la finalidad de considerar si el crecimiento de las bermas es el adecuado y sobre todo asegurar que se tiene un factor de seguridad apropiado, para esto se generó un reporte utilizando GeoStudio 2019 R2 (Copyright © 1991-2019 GEO-SLOPE International Ltd). El proceso de cálculo y reportes se pueden consultar en el informe final en el **numeral 9.7**, en donde comparan 9 perfiles (opciones) del talud, concluyendo que el factor de seguridad cumple con lo requerido en la **NOM-141**. El diseño final se muestra en las figuras siguientes.

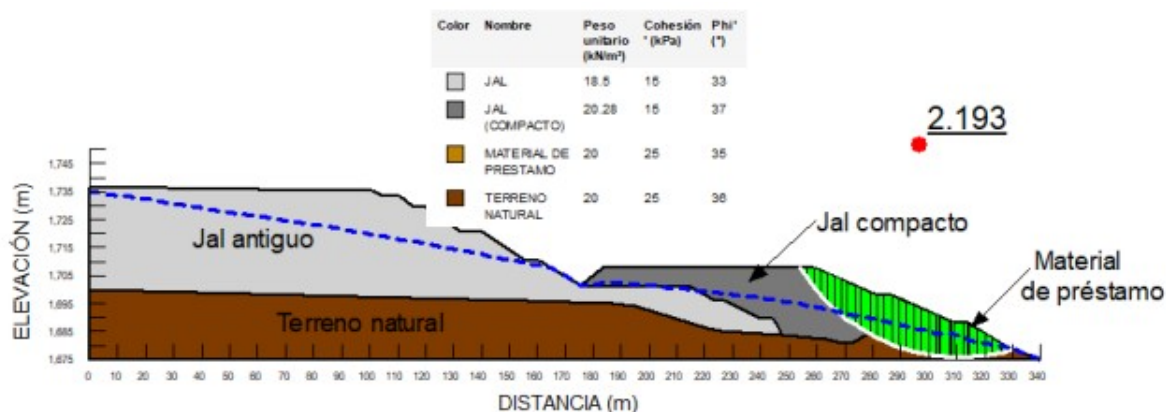


Figura II-5. Análisis de estabilidad estático (2.193)

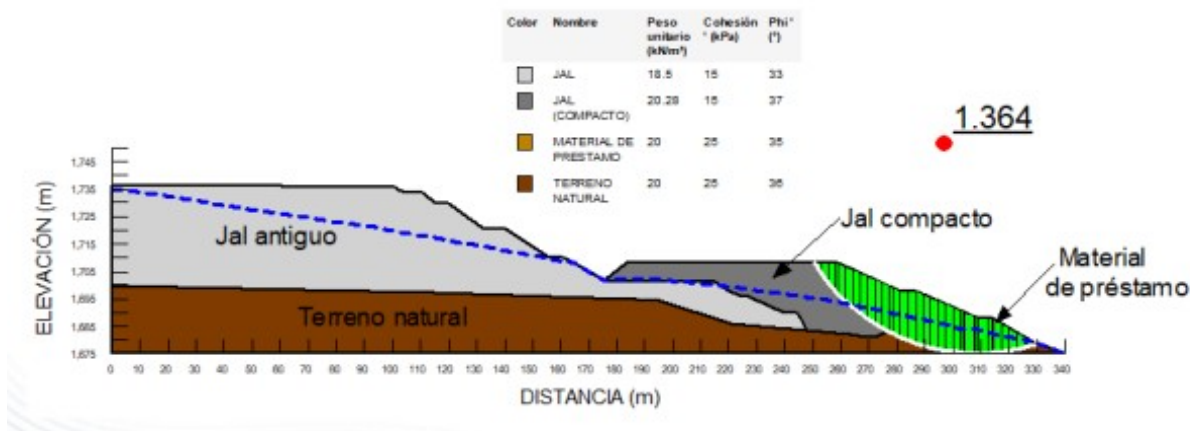


Figura II-6. Análisis de estabilidad pseudostático (1.364)

Cuadro II-16. Factores de seguridad asociados al depósito de jales

Depósito	Valor del factor de seguridad	
	Estático	Pseudoestático
Primera etapa		
Perfil 1	2.193	1.364
Segunda etapa		

Perfil 1	1.783	1.161
Perfil 4	2.143	1.236
Perfil 8	1.569	1.023
Con bermas		
Perfil 1	2.100	1.219
Perfil 2	1.982	1.315
Perfil 3	2.003	1.318
Perfil 4	2.245	1.392
Perfil 5	2.333	1.451
Perfil 6	2.107	1.452
Perfil 7	2.378	1.673
Perfil 8	2.394	1.473

La comparación de los valores del factor de seguridad estimados en referencia a los valores recomendados por otros países es la siguiente.

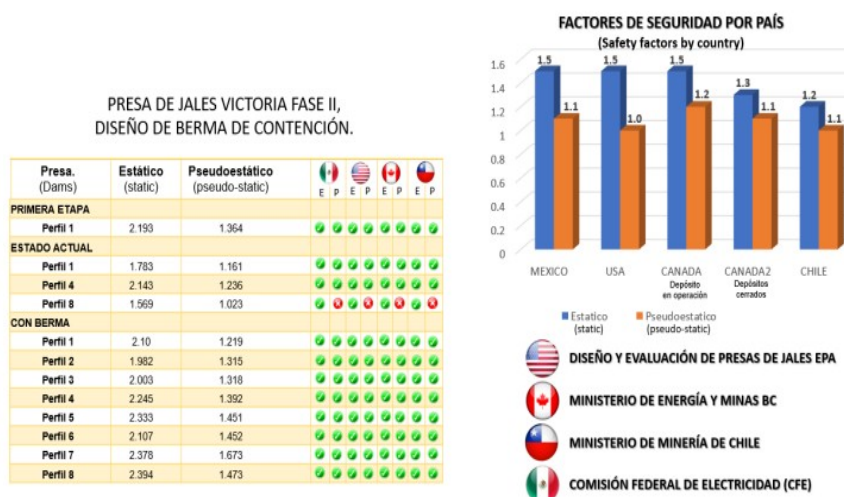


Figura II-7. Cumplimiento con los factores de seguridad nacional e internacional

II.2.2 Preparación del sitio

Para dar cumplimiento al [numeral 5.4.2 NOM-141](#), es importante mencionar que resultados de los estudios hidrológico, geohidrológico y caracterización del jal concluyen que; i) no existe un acuífero vulnerable de acuerdo con el [Anexo normativo 2 NOM-141](#), ii) el jal no es peligroso y, iii) no existen aprovechamientos hidráulicos en un radio de 500 metros del depósito, por tanto, en la etapa de preparación del sitio solo se han considerado las medidas pertinentes para la prevención y mitigación de la **formación de lixiviados**, siendo los siguientes:

- No se realizarán perforaciones a profundidad.
- Se deberá colocar una capa de roca caliza que deberá ser comprimida con una máquina vibro compactadora de rodillo, esta capa de roca ayudará a neutralizar la acidez de los lixiviados.
- Se deberá asegurar que la capa de roca caliza se encuentre lo suficientemente compacta.
- Construir un sistema de recolección, transporte y almacenamiento de los lixiviados.

En cumplimiento del *numeral 5.4.3 NOM-141*, se contempla durante la etapa de preparación del sitio las medidas pertinentes para prevenir que el agua que recircule hacia la planta de beneficio entre el contacto con los cuerpos de agua naturales de aguas superficiales. Cabe aclarar que por la naturaleza de los jales (en pasta) estos tienen muy poca humedad y el agua de lluvia se estarían controlando con la construcción de las obras hidráulicas diseñadas en el estudio hidrológico. Sin embargo, para garantizar que este numeral se cumpla se mantendrá la obra hidráulica existente en la Fase I, la cual consiste en un sistema de 5 bombas Grundfos que sacan el agua y la llevan por medio de una tubería de extrupak y tuboplus de 1" de diámetro y en otros tramos de 2 "y 4" de extrupak, y descargan en la pileta de agua recuperada llamada Victoria, que está ubicada aguas abajo.

II.2.2.1 Delimitación del polígono de la infraestructura

Esta actividad se realizará con apoyo del plano topográfico de la infraestructura propuesta, señalizando cada vértice del polígono a ocupar, de tal manera que sean visibles por los contratistas y sus trabajadores, así como de las autoridades ambientales para su localización física. Para tal efecto, se utilizará un navegador GPS, utilizando el Datum de referencia WGS84. La señalización de los vértices en el sitio se realizará con listones fosforescentes (flagelas) pegados a banderolas con visibilidad desde los puntos más altos del terreno. En el plano del **Anexo 2.3** se observa la localización física de la infraestructura a desarrollar.

II.2.2.2 Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento

Se tomarán las acciones referentes a ahuyentar los individuos de fauna (principalmente fauna menor y aves) y rescate y reubicación de las especies de lento desplazamiento que se encuentren dentro o cerca del polígono a ocupar. Estas actividades consisten en recorridos haciendo observaciones visuales y sonidos con silbatos y sonajas, además se removerán con cuidado algunas piedras y maderas para el avistamiento de algunas especies de fauna (lagartijas, roedores, etc.).

II.2.3 Construcción de obras mineras

La obra de infraestructura principal a desarrollar es un **depósito de jal** y las dimensiones y su capacidad nominal se describe en el **apartado II.1.3** [Ubicación y dimensiones] de este documento.

Las características principales de diseño, ubicación y capacidad fueron el resultado de considerar la caracterización ambiental y del tipo de jal que se indican en los estudios señalados en el **apartado II.2.1.1** [Estudios de campo y gabinete] de este documento.

Por naturaleza de las obras a desarrollar, NO se considera el desarrollo de obras mineras subterráneas tales como; rampas, cruceros, pozos, contrapozos, Robbins, etc.

II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales

Por la cercanía del depósito de jales con la unidad minera y el poblado de Topia, las obras y actividades propuestas no requieren de la construcción de obras asociadas y provisionales, pues se cuenta con la disponibilidad de los servicios siguientes.

Cuadro II-17. Disponibilidad de obras asociadas y provisionales

Servicio	Observación
Caminos de acceso y vialidades	No se requiere la construcción de nuevos caminos de acceso.
Servicio médico y respuesta a emergencias	Se encuentran disponibles en la cabecera municipal de Topia y en la Unidad Minera.
Almacenes, recipientes, bodegas y talleres.	Se encuentran disponibles en la unidad minera
Campamentos, dormitorios, comedores.	Estos servicios se encuentran disponibles en la cabecera municipal de Topia.
Instalaciones sanitarias	Disponibles en la unidad minera y cabecera municipal de Topia
Bancos de material	No se requiere para las obras propuestas.

Planta de tratamiento de aguas residuales
Abastecimiento de energía eléctrica
Helipuertos, aeropistas u otras vías de comunicación.

Disponible en la unidad minera.
Por naturaleza de las obras y actividades no se requiere.
Disponibles en la cabecera municipal de Topia.

II.2.5 Construcción - operación

En cumplimiento del [numeral 5.6.1 NOM-141](#), respecto a proteger los cuerpos de agua subterránea se han considerado los criterios (obras y actividades) siguientes:

- El jal por depositar se encuentra en estado semiseco, con un contenido de humedad que no supera el 18%, es decir se cuenta con un sistema de filtros prensa que recupera el agua producto del beneficio de minerales.
- Control de los escurrimientos pluviales para garantizar la estabilidad del depósito se construirán obras de desvío mediante la apertura de un canal, canales colectores, sangrías pluviales y piletas de agua recuperada, así mismo se conservarán las obras hidráulicas existentes en el depósito.

II.2.5.1 Bordo inicial

El bordo inicial ya se encuentra en operación (etapa I) y fue diseñado y configurado con objetivo de brindar soporte y resistencia al talud (estabilidad) en ambas etapas. El bordo de protección es impermeable y se ubica en la base del talud (inicio del talud de la etapa I) en forma trapezoidal. El material de construcción es a base de tepetate combinado con tierra de textura limo-arenosa dispuesto en capas que no superan los 50 cm de grosor, compactado con el rodillo vibrador al 95% de su densidad básica aparente, el cual funge como barrera de contención y derivado de su compactación garantiza que no exista afectación de jales aguas abajo. El bordo tiene una corona de 5.0 m con taludes 1.5:1 en ambos lados. Los detalles se muestran en la figura siguiente.



Figura II-8. Configuración del bordo iniciador

II.2.5.2 Sistema de drenaje

Con el objetivo de controlar los escurrimientos pluviales, se analizaron dos subcuencas que tiene influencia directa con el vaso del depósito (SC-1 y SC-2), mismas que fueron utilizadas para determinar el gasto máximo extraordinario para un periodo de retorno de 10,000 años.

- Canal de desvío del agua superficial.

Actualmente se cuenta con una infraestructura de concreto sobre el camino principal como obra complementaria del depósito actual, sin embargo, no cumple con los requisitos normativos para el tiempo de retorno analizado, por lo cual se efectuará una ampliación del canal a 2 secciones, la primera es de la sección 0+000 a las 0+075, la cual descargara hacia el arroyo por medio de un cruce de camino con un área hidráulica de 3.50 m, y su sección es; el canal existente, más el ancho del camino y un muro de concreto de 0.50 m de altura de su lado izquierdo. La superficie de los canales de desvío 1, 2 y 3 es igual a 2,98.50 m² y los detalles se muestran en las figuras siguientes.

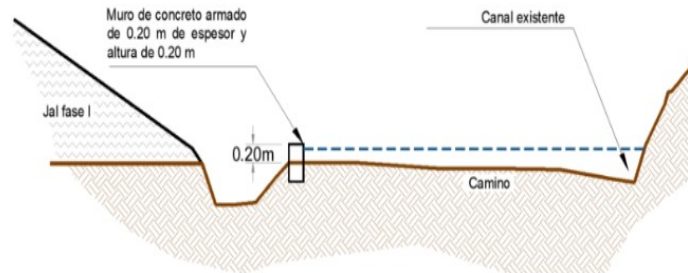


Figura II-9. Sección del canal de desvío 1 vista norte a sur

Para la segunda etapa que va de la estación 0+405 a la 0+618, las dimensiones del canal existente cumplen con el área hidráulica necesaria para el TR considerado.

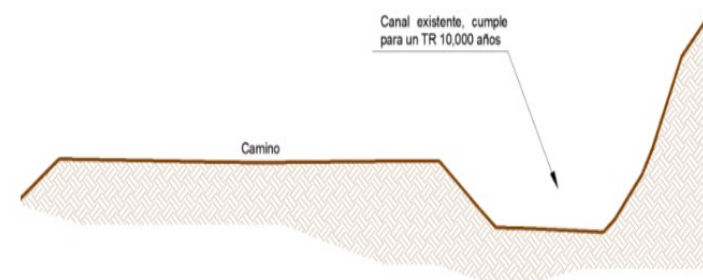


Figura II-10. Sección 2 del canal de desvío 2 vista norte a sur

Para la tercera que va de la estación 0+405 a la 0+618, las dimensiones del canal existente cumplen con el área hidráulica necesaria para el TR considerado.

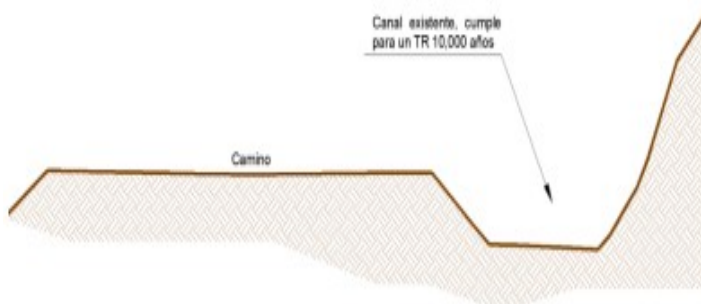


Figura II-11. Sección de canal de desvío 3 vista norte a sur

El proceso constructivo para esta obra hidráulica será de la manera siguiente:

- I. Trazo y nivelación. Con equipo de topografía se realizará el trazo de la zona a cortar, el cual será marcado con cal a fin de tener definidas las áreas acordes a los cuadros de construcción de los planos.
- II. Despalle. Se retirará la capa más superficial del terreno, la cual generalmente está compuesta por un alto porcentaje de raíces y materia orgánica; se eliminará un espesor de 0.30 m aproximadamente, únicamente para el área delimitada la cual estará debidamente señalada con cal.
- III. Corte. Con apoyo de máquina excavadora se deben realizar los cortes en el terreno natural siguiendo los trazos marcados por la topografía para dar forma a los canales de desvío.
- IV. Carga y acarreo. De forma simultánea el corte que va realizando la máquina excavadora podrá ser cargado en camiones de volteo siempre y cuando las condiciones del terreno natural lo permitan, este material deberá ser llevado a un banco de materiales, para su posterior utilización.
- V. Traspaleo. Cuando las condiciones del terreno no permitan realizar la carga simultánea con el corte, el material producto de este corte se deberá colocar enseguida del canal para posteriormente generar el acceso a los camiones de volteo y cargar este suelo para ser llevado a un banco. Los accesos necesarios para los camiones de volteo se pueden conformar con el material resultante de este proceso de corte.
- VI. Control topográfico. Durante todo el proceso constructivo de estas obras se recomienda contar con una brigada topográfica que sea la encargada de llevar el control en los trazos y en la nivelación de este proceso para que la obra cuente con la mayor precisión posible.

▪ **Pileta de agua recuperada.**

Durante la etapa de construcción de la fase I del depósito se desarrolló una pileta de recuperación de agua ubicada en la parte baja (aguas abajo), misma que cuenta con una capacidad de almacenamiento de 395.8 m³ aproximadamente, sin embargo, de acuerdo con los cálculos realizados es necesario tener la capacidad para almacenar 803.00 m³, por lo cual se construirá una segunda pileta situada aguas abajo con una capacidad de 420.0 m³, la cual a la par de la actual garantizan la capacidad necesaria.

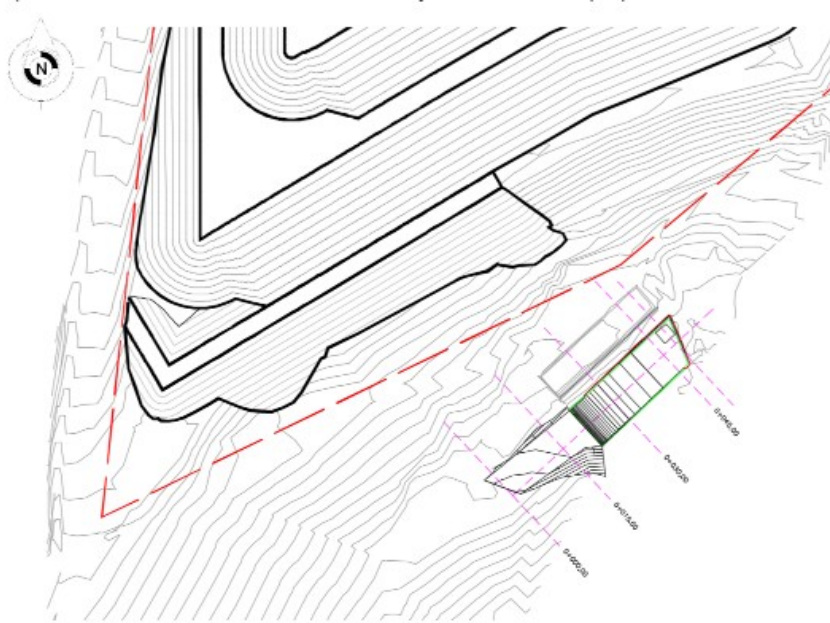


Figura II-12. Ubicación de la pileta

Canal colector

Mismo caso que la pileta de recuperación, actualmente se cuenta con una obra de este tipo, sin embargo, no cumple con los requisitos necesarios para el área hidráulica de diseño, por lo que es necesario realizar ajustes a una sección de 0.70 m de platilla y 0.50 m de altura con un revestimiento de concreto armado para evitar la migración de agua de contacto con el jal al subsuelo. Esta obra se encuentra situada en el lado oeste del depósito y tiene como objetivo captar los escurrimientos pluviales captados por las sangrías y taludes de la Fase I y II y descargarlos aguas abajo en las piletas para su posterior bombeo hacia la planta para su reutilización.

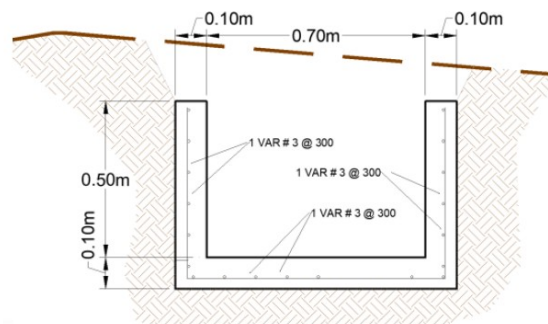


Figura II-13. Sección del canal colector

Sangrías

Las sangrías o cunetas se construirán en cada terraza a excepción del número 5, ya que esta contara con la misma elevación de la Fase I. Esta infraestructura captara las aportaciones pluviales aguas arriba y descargarán en el canal colector, estas cunetas serán construidas con una sección triangular, talud 2:1 hacia el jal y 0.5:1

hacia la ladera, de profundidad variable, partiendo en la parte alta con una profundidad de 0.75 m. Estas sangrías se podrán ir construyendo conforme se desarrollen las bermas.

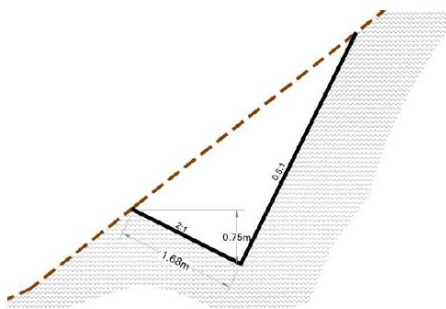


Figura II-14. Sección de sangrías

II.2.5.2.1 Sistema de conducción de agua recuperada.

Actualmente para la Fase I se tiene un sistema de 5 bombas Grundfos que sacan el agua y la llevan por medio de una tubería de extrupak y tuboplus de 1", 2 "y 4" de diámetro de extrupak, y descargan en la pileta de agua recuperada llamada Victoria, que está ubicada aguas abajo del DJ.

El sistema de bombeo de la pileta Victoria a la pileta de planta es por medio de una tubería de tubo negro de 4" ced. 80 y al finalizar la tubería cambia a extrupak de 4" de diámetro. A pesar de que estas infraestructuras no serán necesarias debido a que el tipo de jal a depositar es filtrado y las lluvias se estarán controlando con las infraestructuras diseñadas, este sistema de bombeo se conservará para mantener el nivel freático del depósito actual.

II.2.5.3 Talud

La estabilización del talud del depósito es una de las tareas más importantes para prevenir cualquier tipo de derrames o pérdidas de jal en el futuro, por lo anterior se ha diseñado su construcción y geometría considerando las características siguientes:

- En el diseño del talud se han tomado en cuenta los criterios establecidos en la [*NORMA Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003*](#).
- El talud tendrá una cara **aguas abajo con enrocamiento**, con una pendiente de 1.5:1 (orientación oeste) y 2.0:1 (orientación norte y este).
- El cuerpo de la terraza tendrá 6 metros de ancho por 7 metros de su delantal o talud, con una pendiente del 5% hacia el interior para concentrar los escurrimientos pluviales y evitar la formación de canalillos.
- Para el desalojo del agua pluvial dentro del vaso del depósito, se formarán **sangrías** que se conectarán a un canal colector.
- La formación de las terrazas será en capas que van de 30 a 50 cm de grosor al 85 y 90% de su densidad básica aparente con la pasada de 3 a 4 veces de un tractor compactador. El proceso de compactado se realizará de afuera hacia el centro de la terracería, con un traslape de 50% en cada área de influencia del equipo, una vez que se concluya la conformación de una capa, para la colocación de la siguiente, primero se deberá hacer un escarificado de 0.05 m con moto conformadora, enseguida se debe aplicar un riego de agua que servirá para ligar la terracería de desplante con la capa que se va a conformar sobre esta; este proceso se deberá repetir siempre que se vaya a desplantar una nueva capa encima de otra, hasta alcanzar la cota del nivel máximo de llenado.
- El acabado final de las terrazas tendrá una capa superior de material de rezaga (tepetate con particular no mayores a 2.0 cm) de 30 cm de grosor compactado al 90% de su densidad básica aparente para

amortiguar el impacto del agua de lluvia y la erosión eólica y de esta manera proteger el jal almacenado. Por su parte, sobre el talud o delantal de cada terraza se dispondrá material de rezaga grueso (piedras) para evitar la formación de canales y estabilizar el cuerpo de cada terraza.

La construcción de estas terrazas será a partir del bordo inicial, adicional se deberá contar con una pendiente de cuando menos 0.69% con el objetivo de evitar erosión y migración de los jales, la acumulación de agua en el vaso por precipitaciones será conducidas hacia las sangrías y posteriormente hacia la pileta de captación. La conformación del talud se ilustra en la figura siguiente.

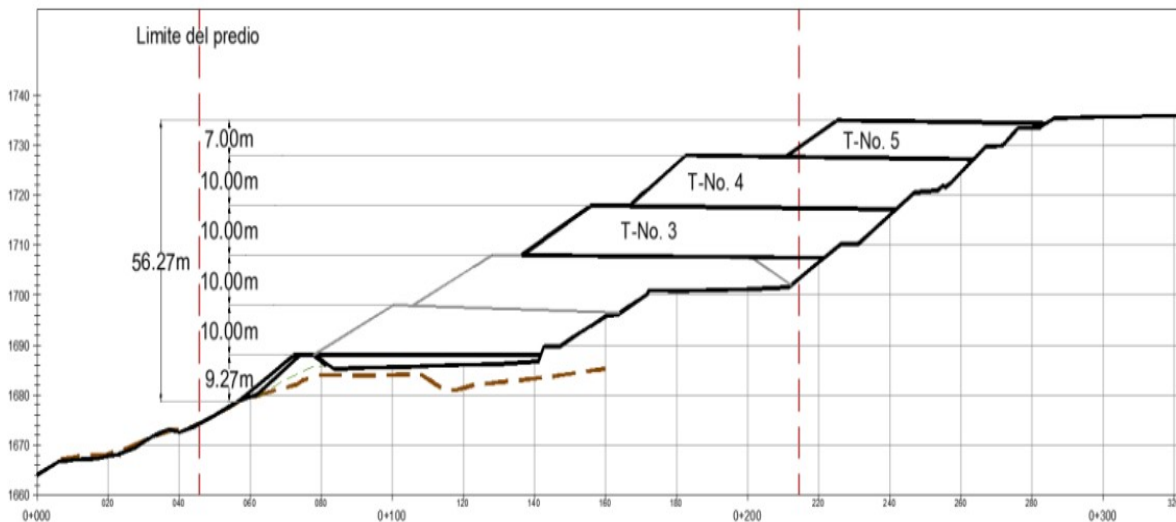


Figura II-15. Perfil del talud del depósito de jal

II.2.5.4 Terracerías y vialidades

Para tener acceso a cada una de las coronas de las terrazas se construirán **rampas** desde los caminos de acceso. Las rampas solo se construirán una vez que las terrazas estén completamente terminadas, estas rampas serán de material de préstamo compactadas con tepetate al 95% de su P.V.S.M. en capas no mayores a 0.30 m.

Cuadro II-18. Volúmenes estimados de construcción.

Rampa	Relleno		Corte	
Bordo iniciador	146.10	m ³	-	-
Terraza No. 1	235.80	m ³	-	-
Terraza No. 2	561.00	m ³	-	-
Terraza No. 3	293.30	m ³	86.0	m ³
Terraza No. 4	152.00	m ³	31.0	m ³

II.2.6 Mantenimiento

La etapa de mantenimiento debe considerarse como una etapa paralela a la etapa de preparación del sitio y a la etapa de construcción - operación, ya que hay actividades que se deberán llevar a cabo desde el inicio de las actividades y de manera simultáneamente, como por ejemplo el mantenimiento a caminos de acceso, señalamientos, el mantenimiento y desazolve de los sistemas de captación y desvío de aguas pluviales y la estabilidad del talud. En este sentido, las principales actividades a desarrollar durante esta etapa se describen de la manera siguiente:

II.2.6.1 Caminos de acceso

Se ha considerado el mantenimiento de los caminos de acceso desde el inicio de las actividades hasta la etapa de post-operación. Los caminos de acceso existentes forman parte de la infraestructura minera y la importancia de su mantenimiento se ve reflejada en lo siguiente.

- Evitar accidentes y daños a los vehículos que transportan el jal por la presencia de “baches”.
- Proteger la calidad del agua y reducir la pérdida de sedimentos.
- Disminuir los costos en el acarreo o flete del jal.

La rehabilitación y mantenimiento de los caminos de acceso se llevará cuando se requiera; sin embargo, se busca que esta actividad se realice antes de la temporada de lluvia (en caso de reparaciones mayores), para mantener los canales de desvío del agua de lluvia en buen estado; y cuando éstas se realicen en la época de estiaje se utilizará agua para minimizar las partículas suspendidas provocadas por el paso de los camiones que transportan el residuo.

El mantenimiento consistirá primordialmente en rastrear todas aquellas partes de la carpeta de rodada con el ripper de un tractor D-6 tipo Caterpillar y voltear el material para que una vez pre - humedecido volver a nivelar dentro del área de rodada de acuerdo a sus pendientes trazadas; en aquellas zonas que por su poca capa no permita hacerlo se rellenara con material, de igual forma se restablecerán las cunetas y contracunetas para el desvío de las aguas pluviales previniendo la erosión y azolves.

II.2.6.2 Señalización

Para facilitar la comunicación en las áreas de trabajo e infraestructura desde el inicio de la etapa de preparación y la construcción - operación se tendrán señalamientos alusivos a la prevención de accidentes (restricción de zonas de trabajo a personas no autorizadas), rutas de evacuación y caminos de acceso. Todos los letreros serán con colores fosforescentes que se puedan distinguir por lo menos a 100 metros de distancia, colocados en sitios seleccionados estratégicamente por su visibilidad. La reparación y mantenimiento de los señalamientos será cuando se requiera o en cualquier época del año y éstos deberán permanecer en buenas condiciones durante todo el año y durante toda la vida útil. Todas las señalizaciones serán de acuerdo con los lineamientos establecidos en las normas oficiales mexicanas que emite la Secretaría del Trabajo y Previsión Social las cuales determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo, a los que pueden estar expuestos los trabajadores.

II.2.6.3 Desazolve del canal de desvío de agua superficial

El sistema de desvío de agua de lluvia funge como una estrategia indispensable para prevenir los riesgos generados por un evento máximo de lluvia. Estas obras, deben permanecer libres de obstáculos que puedan provocar el desborde del caudal. Las revisiones de mantenimiento del sistema de drenaje serán con antelación a la época de lluvias y durante los meses de mayor precipitación (julio – septiembre). Las revisiones se concentrarán en:

- Limpieza y desazolve de los canales.
- Identificar las fugas y grietas de las estructuras de cemento y su reposición.

Se establecerá una bitácora mensual para las revisiones de seguridad y sus reparaciones; es decir, que al menos una vez cada mes se estarán realizando los recorridos por los canales de desvío.

II.2.6.4 Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea

- AGUA SUPERFICIAL

En cumplimiento del numeral **5.3.4.1 inciso e) NOM-141**, respecto al monitoreo de la calidad de las aguas superficiales y dado que cercas del depósito aguas arriba y aguas abajo no se encuentran corrientes superficiales, se ha contemplado establecer muestreos en el cauce aguas abajo del depósito en las coordenadas geográficas siguientes.

Cuadro II-19. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo de las aguas superficiales

No.	Código	Descripción	Tipo de muestra	UTM WGS84	
				X	Y
2	MR-02	Pileta de captación de agua para reúso "La Victoria"	Superficial	342047	2788753
4	MR-04	Captación de aguajes del depósito de jales, con entrada a pila "La Victoria"	Superficial	342044	2788747
11	MR-11	Arroyo aledaño, 350 metros aguas abajo depósito de jales	Superficial	342243	2788467
16	MR-SUB-1	Veneros que brotan cerca del depósito de jales	Superficial	342052	2788746

■ AGUA SUBTERRÁNEA

Para dar cumplimiento al **numeral 5.8.1.1 NOM-141** sobre el monitoreo de la calidad del agua subterránea se ha seleccionado dos sitios para la apertura de pozos de monitoreo (aguas arriba y debajo del depósito de jales), las coordenadas geográficas para su localización son.

Cuadro II-20. Ubicación del pozo de monitoreo de aguas subterráneas

No.	Código	Descripción	Tipo de Muestra	UTM WGS84	
				X	Y
13	MR-13	Pozo de monitoreo, 125 metros aguas arriba del depósito de jales	Subterránea/Pozo	341931	2789316
14	MR-14	Pozo de monitoreo, 50 metros aguas debajo del depósito de jales	Subterránea/Pozo	342039	2788716

Para comprobar si el depósito no representa un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación se realizarán muestreos sobre la calidad del agua de manera **semestral** durante la etapa de operación y anual durante la etapa de post-operación. Los principales parámetros evaluados serán los siguientes.

Cuadro II-21. Técnica analítica de los parámetros del análisis de calidad del agua.

Parámetro	Técnica analítica	Método
Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Fierro, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc	Análisis de agua - Medición de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba	NMX-AA-051-SCFI-2016
Cianuros, Cianuros totales	Análisis de agua – Determinación de cianuros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.	NMX-AA-058-SCFI-2001
Coliformes fecales, coliformes totales	Coliformes Fecales y Totales	NMX-AA-042-SCFI-2015
Color	Aguas - Determinación de color.	NMX-AA-017-1980
DBO ₅	Análisis de agua- Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO5) y residuales tratadas.	NMX-AA-028-SCFI-2001
DQO	Análisis de agua- Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, potables, residuales y residuales	NMX-AA-030/2-SCFI-2011

Parámetro	Técnica analítica	Método
	tratadas.	
Fósforo total	Análisis de agua - Determinación de Fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Método de Prueba	NMX-AA-029-SCFI-2001
Grasas y aceites	Medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba	NMX-AA-005-SCFI-2013
Huevos de Helminto	Análisis de agua - Medición del número de huevos de Helminto en aguas residuales y residuales tratadas por observación microscópica.	NMX-AA-113-SCFI-2012
Materia flotante	Análisis de agua- Determinación de materia flotante en aguas residuales y residuales tratadas.	NMX-AA-006-SCFI-2010
Nitratos	Análisis de aguas-Determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.	NMX-AA-079-SCFI-2001
Nitritos	Análisis de Agua – Medición de Nitrógeno de Nitritos en Aguas Naturales, Residuales, Residuales Tratadas y Marinas – Método de Prueba	NMX-AA-099-SCFI-2021
Nitrógeno Kjeldahl	Análisis de agua - Medición de nitrógeno total Kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.	NMX-AA-026-SCFI-2010
pH	Análisis de agua- Medición de PH en aguas naturales, residuales y residuales tratadas Método de prueba.	NMX-AA-008-SCFI-2016
Sólidos Sedimentables	Análisis de agua- Medición de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.	NMX-AA-004-SCFI-2013
Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales	Sólidos y Sales Disueltas	NMX-AA-034-SCFI-2015
Temperatura (°C)	Análisis de agua – Medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.	NMX-AA-007-SCFI-2013

En el sitio no hay presencia de corrientes superficiales de manera permanente, el escurrimiento superficial más cercano es del tipo efímero y se localiza a 15 metros al lado este. Este escurrimiento corre de norte a sur paralelo al depósito, sin embargo, no almacena agua superficial en su cauce durante todo el año. Por tanto, para cumplir con el [numeral 5.3.4.1 inciso e\) NOM-141](#) respecto a determinar la calidad del agua superficial se ha realizado estudios en los sitios más cercanos que presentan escurrimiento superficial de manera permanente.

En el **anexo 8**, se presentan los estudios realizados a los cuerpos de agua que tienen influencia directa con el depósito de jales, por la empresa **Laboratorio de Análisis Industriales del Guadiana, S.A. De C.V.**

II.2.6.5 Monitoreo de la calidad del aire

Para dar cumplimiento al [numeral 5.8.5 NOM-141](#), acerca del monitoreo de las partículas suspendidas que resulten del depósito de jales, el **monitoreo** será realizado por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA), en cumplimiento a la [NOM-035-SEMARNAT-1993: Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición](#), cuyo método de muestreo es el siguiente:

- El método de referencia consistirá en medir la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente, por medio de un muestreador adecuadamente localizado, que succionará a través de un filtro una cantidad determinada de aire ambiente hacia el interior de una caseta o coraza de protección, durante un

período de muestreo de 24 horas. La velocidad de flujo del aire ambiente y la geometría del muestreador son tales que favorecen la recolección de partículas hasta de 50 micrómetros (μm) de diámetro aerodinámico, dependiendo de la velocidad del viento y su dirección. Los filtros usados deben tener una eficiencia de recolección mínima del 99% para partículas de $0.3 \mu\text{m}$.

- Posteriormente, el filtro será pesado en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su uso, para determinar su ganancia neta de peso (masa). El volumen total de aire muestreado, corregido a las condiciones de referencia, se determinará a partir del flujo de aire ambiente medido y del tiempo de muestreo. La concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente se calculará dividiendo la masa de las partículas recolectadas entre el volumen de aire muestreado y se expresará en microgramos por metro cúbico patrón ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ptn), corregidos a las condiciones de referencia.

El equipo utilizado serán medidores de alto volumen, también un patrón de transferencia. El muestreo será durante 24 horas consecutivas, la periodicidad será **anual** y los resultados servirán para comprobar que las medidas de mitigación están funcionando o en su defecto realizar las correcciones pertinentes. Si bien, la [NOM-035](#) establece el método de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición, no contempla los valores límite o máximos permisibles acerca de la concentración de partículas en la atmósfera, por tal motivo, los valores de referencia serán aquellos establecidos en la [NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas \$\text{PM}_{10}\$ y \$\text{PM}_{2.5}\$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación](#), el objeto de la [NOM-025](#) es establecer los valores límites permisibles de concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ en el aire ambiente y los criterios para su evaluación, con la finalidad de proteger la salud de la población. Las partículas pueden tener un origen natural y también antropogénico. De acuerdo con su diámetro aerodinámico, éstas pueden clasificarse en menores o iguales a 10 micras (PM_{10}), en menores o iguales a 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$) y menores o iguales a 0.1 micras ($\text{PM}_{0.1}$). El tamaño es un parámetro importante para caracterizar su comportamiento en la atmósfera y, por ende, la concentración a la que puede estar expuesta la población; también determina la capacidad de penetración y retención en diversas regiones de las vías respiratorias.

Por tanto, el [numeral 5.2.4 NOM-025](#) determina los valores límites para PM_{10} .

- Un sitio cumple con el límite de 24 horas cuando el promedio aritmético, calculado como se indica en el punto 5.3.1.1, de esta norma, es menor o igual que $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Un sitio cumple con el límite anual cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en el punto 5.3.2.1, de esta norma, es menor o igual que $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Por su parte, el [numeral 5.2.5 NOM-025](#) determina los valores límites para $\text{PM}_{2.5}$.

- Un sitio cumple con el límite de 24 horas cuando el promedio aritmético, calculado como se indica en el punto 5.3.1.1, de esta Norma, es menor o igual que $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Un sitio cumple con el límite anual cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en el punto 5.3.2.1, de esta Norma, es menor o igual que $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las características granulométricas del jal que se produce en la unidad de acuerdo con la norma **ASTM-D422** se encuentra entre áreas medias y finas como se ilustra a continuación.

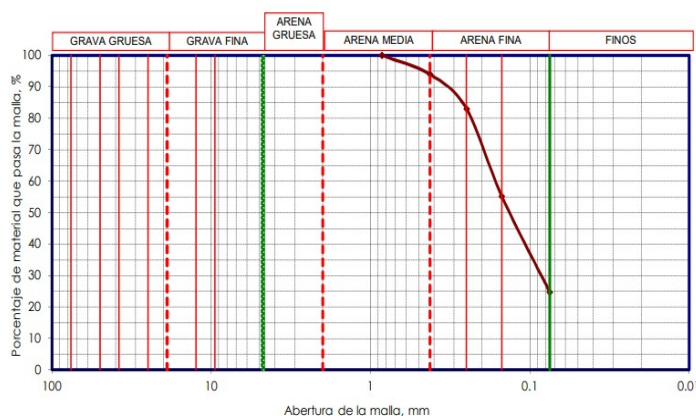


Figura II-16. Granulometría de los jales de la Unidad Minera Mexicana el Rosario

En conclusión, los resultados indican que los jales están conformados por un 50.07% de partículas arenosas y el 48.70% por partículas finas; cabe la posibilidad de que dichas partículas sean dispersadas sobre todo en la época de estiaje, por lo que se proponen las medidas de mitigación siguientes:

- Durante la época de estiaje se humectará el jal para evitar su dispersión por la acción del viento.
- Se cubrirán las bermas con geomembrana durante la etapa de deposición del jal.
- Cuando una berma llegue a su máxima capacidad, inmediatamente debe ser cubierta por tepetate para evitar su dispersión por acción del viento.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

La descripción de las obras y actividades de *post - operación* son las siguientes.

II.2.7.1 Retiro de los residuos de manejo especial

Esta actividad consiste en recolectar todos los desperdicios de construcción (pedazos de metal, mangueras o plásticos, madera, etc.) que se han generado durante la etapa de construcción – operación. Los residuos de metal y plástico serán enviados al almacén general del complejo minero para su reciclado y disposición final. También se han identificado algunos residuos de concreto, estos serán utilizados en las obras de restauración a través de la construcción presas de gaviones para retención de sólidos (ial) aguas abajo del talud.

II.2.7.2 Recubrimiento del talud con tepetate

El objetivo de cubrir el jal con tepetate consiste en evitar que el jal quede expuesto al impacto directo de la lluvia y evitar su pérdida por la acción de los escurrimientos superficiales sobre el talud. Para evitar la formación de grietas o canales de erosión sobre el talud se aplicará una capa de tepetate con diferentes tamaños de aproximadamente **20 cm** de grosor en las terrazas o bermas que se han conformado. Las partículas más finas de tepetate se dispondrán en la parte más elevada del talud y las partículas más gruesas se dispondrán en la base del talud para que sirvan de barrera para atrapar los sólidos (jal) que pueda ser arrastrados por el escurrimiento superficial. Dado que la configuración del talud está dispuesta en bermas o terrazas una vez dispuesto el tepetate se pasará por el centro de la terraza con un rodillo vibrador para su incrustación y compactación con el jal.

II.2.7.3 Recubrimiento del talud con suelo fértil

Una vez colocado el tepetate sobre el cuerpo del talud, posteriormente se deberá cubrir con suelo orgánico para dar cumplimiento a lo establecido a los criterios de post-operación de los **numerales 5.7.1, 5.7.2, 5.7.4, 5.7.5 NOM-141**, el suelo podrá ser aquel desplantado de la base del vaso y que fue colocado en un banco

establecido para este fin. En caso de no ser suficiente el suelo orgánico disponible para cubrir todo el talud será necesario comprar o acarrear este material de otra zona, siempre y cuando se tengan los permisos necesarios por parte de SEMARNAT. El objetivo de esta actividad es ayudar a que se establezca la vegetación herbácea y arbórea lo antes posible, así mismo, asegurar un mayor porcentaje de sobrevivencia de la reforestación. Se deberá considerar el reforzar y suavizar la pendiente del talud, con la finalidad de evitar la erosión de este material fuera del depósito.

II.2.7.4 Revegetar el talud con especies nativas

Para dar cumplimiento a lo establecido a los criterios de post-operación en los [numerales 5.7.1, 5.7.2, 5.7.4, 5.7.5 NOM 141](#), se ha considerado un programa de revegetación del talud del depósito. La fijación de especies vegetales en el talud tiene como objetivo principal su estabilización y protección sobre los efectos erosivos del viento y la lluvia, al inicio se permitirá el establecimiento del pasto *Eragrotis mexicana*, por ser una especie primaria de la sucesión ecológica, y ayudará a estabilizar el suelo para el establecimiento de las especies de las siguientes etapas sucesionales. La vegetación ayuda a la incorporación de materia orgánica en el talud que a su vez asegura tener una mayor estabilización del talud del depósito. Se recomienda que el esparcimiento de la semilla se realice a finales del mes abril y dar riegos de auxilio hasta el establecimiento de la temporada de lluvias. Después de aplicar la semilla de pasto sobre el talud del depósito es importante pasar una barrida del suelo con ramas para cubrirla y evitar que las aves se la coman.

Posteriormente a que se establezca el pasto y las primeras herbáceas en el cuerpo del talud se deberá aplicar un **programa de reforestación** con el objetivo de restaurar más rápidamente el sitio del impacto visual y estabilizar el depósito de jal. Las actividades que desarrollar dentro de este programa son:

1. Cercado del depósito para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo de ganado. Se recomienda colocar un alambrado de tres hilos en el perímetro del depósito de jales.
2. Permitir la revegetación de especies vegetales herbáceas y de pastos de la zona a través de riegos esporádicos después cubrir con suelo rico en materia orgánica.
3. Acomodar las rocas de mayor dimensión siguiendo el contorno de las curvas de nivel en las bermas formadas, para evitar el arrastre de las partículas del suelo y jal por la acción de los escurrimientos superficiales.
4. Plantar los árboles seleccionados para la reforestación del sitio (árboles originarios del tipo de vegetación del sitio), siguiendo el contorno de las curvas de nivel en los taludes de las terrazas formadas.

El programa de reforestación se detalla en los apartados subsecuentes respecto a las medidas de mitigación y restauración.

II.2.7.5 Programa de control de la erosión

La conservación del jal dentro del depósito es el objetivo a largo plazo de la etapa de post-operación, sin embargo, existen factores como la ocurrencia de precipitaciones extraordinarias que pueden arrastrar partículas de jal aguas abajo, por tanto, es necesario implementar obras tendientes a atrapar esos sedimentos como lo es las **presas de gaviones**. Estas obras sirven para el control de la erosión hídrica ya sea en forma de cárcavas o canalillos y, consisten en estructuras de distintos materiales colocadas transversalmente al flujo de la escorrentía. Existen presas de distintos materiales y se debe buscar la más adecuada de acuerdo con las características de las cárcavas, los costos de construcción y el material disponible en la región o sitio. Por lo anterior expuesto se

ha contemplado desarrollar un programa de control de azolves tanto en el talud como en los cauces aguas abajo del depósito buscando cumplir los objetivos siguientes:

- i. Disminuir la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo sobre las bermas y terrazas del talud.
- ii. Reducir la erosión hídrica.
- iii. Retener azolves.
- iv. Estabilizar el fondo de la cárcava ya que evita su crecimiento en profundidad y anchura.
- v. Evitar el azolvamiento de los vasos de almacenamiento, canales y otras obras hidráulicas ubicadas aguas abajo de la presa.
- vi. Favorecer la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos.

Considerando las características del sitio (pendientes, topografía, exposición, etc.), condiciones meteorológicas y tipo de depósito de jal que se pretende proteger lo más recomendable es establecer las obras siguientes:

- a) **Presas de control de azolves de piedra en gaviones.** Estas obras se ubicarán estratégicamente en las laterales de los canales de concentración de las aguas pluviales de cada berma o terraza con el objetivo de reducir la velocidad de los escurrimientos hacia las partes bajas del talud. Estas obras serán permanentes una vez cubierto y protegido el jal con suelo mineral y, consistirá en colocar piedras de 20 hasta 40 centímetros de diámetro acomodadas de manera que permita el paso del agua (permeables) en forma de prismas rectangulares dentro de una malla de alambre galvanizado. Las dimensiones pueden ser variables dependiendo del sitio.

El programa de restauración con estas obras se detalla en los apartados subsecuentes respecto a su localización y dimensiones.

II.2.7.6 Limpieza y desazolve del sistema de drenaje

Con el objetivo de mantener los canales de captación y desvío de los escurrimientos superficiales en óptimas condiciones y asegurar el rendimiento y preservación a largo tiempo se tendrá un programa de mantenimiento que incluye la reparación de grietas y baches, así como su limpieza y desazolve. Las actividades por desarrollar son las siguientes.

- Limpieza y desazolve de los canales.
- Mantenimiento a sangrías de ser el caso.

Se establecerá una bitácora mensual para las revisiones de seguridad y sus reparaciones; es decir, que al menos una vez cada mes se estarán realizando los recorridos por los canales de desvío.

II.2.7.7 Señalización

Esta actividad consiste en la colocación y/o reemplazo de los señalamientos que estén dañados o que hayan removidos del lugar donde fueron colocados, los trabajos de revisión y reemplazo se realizarán semestralmente con el fin de mantener en óptimas condiciones todos los letreros. Las señales serán letreros alusivos a los temas siguientes.

- Seguridad industrial
- Restricción de áreas
- Cuidado del medio ambiente.

II.2.7.8 Monitoreo de la estabilidad de talud

Una vez que el talud del depósito sea reforestado, se aplicará un programa de monitoreo para detectar posibles fallas o deslizamientos de jal, grietas, formación de cárcavas y hundimientos, etc. Este programa será anual

principalmente antes del inicio de la temporada de lluvias (mayo) a través de recorridos y observaciones visuales que se estarán registrando en una bitácora por cota de elevación.

Los objetivos buscados con las revisiones en la estabilidad del talud serán los siguientes:

- Evitar deslaves y pérdida del suelo que cubre el cuerpo depósito.
- Prevenir deslizamiento de jal (corrimientos del talud).
- Mantener en buen estado los canales de desvío de aguas pluviales.
- Evitar la formación de cárcavas y hundimientos del cuerpo de la presa.

El talud será revisado por lo menos una vez al mes, dichas revisiones quedarán asentadas en una bitácora de seguimiento. Para medir si se presentan movimientos del talud, se establecerán **siete testigos de movimiento** (sitios debidamente georreferenciados) en la parte central y se registrarán las coordenadas X, Y, Z con aparatos de alta precisión como lo es la estación total y GPS. Además, se instalarán **seis piezómetros** (tipo Casagrande) para medir el nivel del agua freática del depósito. Finalmente, se instalará un inclinómetro en la parte central del talud. Las coordenadas geográficas de su localización son las siguientes.

Cuadro II-22. Sistema de monitoreo del talud

Tipo	ID	Coordenadas geográficas UTM		Profundidad
		X	Y	m
Piezómetro	P-1	342017.2	2788767.61	7.5
	P-2	342008.49	2788790.44	15
	P-3	342023.87	2788827.73	25
	P-4	342013.77	2788851.49	35
	P-5	342007.55	2788875.48	46
	P-6	341997.95	2788917.28	51
Testigos de movimiento	TM-1	342052.44	2788730.49	Variable
	TM-2	342013.61	2788765.84	
	TM-3	342004.72	2788788.6	
	TM-4	342019.8	2788825.79	
	TM-5	342010.24	2788849.27	
	TM-6	342004.21	2788874	
	TM-7	342002.28	2788917.19	
Inclinómetro	IN-1	342006.42	2788880.41	45
	IN-2	341998.94	2788922.34	50

II.2.8 Uso de explosivos

Por naturaleza de las obras y actividades a desarrollar no se requiere del uso de explosivos.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La generación de los residuos sólidos, líquidos, así como las emisiones a la atmósfera, estará determinada en función de la presencia o ausencia de trabajadores en las diferentes etapas; identificándose una mayor presencia de personal durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento, siendo eventual la presencia humana durante la etapa de mantenimiento.

II.2.9.1 Residuos sólidos urbanos

Los residuos que se pronostica serán generados en las diferentes etapas teniendo en consideración un total de 38 trabajadores como máximo, según los alcances y necesidades de las obras y actividades a desarrollar son los siguientes.

Cuadro II-23. Estimación de los residuos sólidos por etapa

Etapa	Servicio asistencial				Comedor		Consumo instantáneo			Sanitarios	
	Bolsas de plástico	Papel	Botella de plástico	Bote de aluminio	Residuos de comida	Envoltura de productos (varios)	Utensilios de unicel	Utensilios de plástico	Botella de vidrio	Papel higiénico	
	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	kg /año	
	1.09	0.73	1.82	0	1.09	1.09	0	1.09	1.46	3.65	
	38 personas				10 personas						
Preparación del sitio	52.01	34.68	86.68	0	52.01	52.01	0	52.01	69.35	173.37	
Construcción - Operación	104.03	69.35	173.37	0	104.02	104.02	0	104.02	138.70	346.75	
Mantenimiento											
Abandono	52.01	34.68	86.68	0	52.01	52.01	0	52.012	69.35	173.37	
Kg/total	208.05	138.70	346.75	0	208.05	208.05	0	208.05	277.4	693.50	

II.2.9.2 Residuos peligrosos

La recolección de los residuos peligrosos será en los talleres habilitados para este en la unidad minera y en ocasiones especiales será directamente en el sitio donde se encuentra la maquinaria (cambio de refracciones y mantenimiento menor). El manejo y disposición será a través de contenedores metálicos de 200 litros de capacidad y transportados a los almacenes temporales hasta el momento de su transporte a la ciudad de Durango para su confinamiento final. La cantidad para cada tipo de residuo fue estimada considerando la maquinaria que se utilizará y se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-24. Residuos peligrosos generados en la etapa de construcción – mantenimiento

Descripción del residuo	Código de peligrosidad						Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I	B		
Aceites gastados (lubricantes)				X	X		500	litros
Aceites gastados (hidráulicos)				X	X		150	litros
Acumuladores usados	X			X			10	unidades
Materiales sólidos impregnados con hidrocarburos:								
Filtros de aceite, trapos y estopas				X	X		30	kg
Hules, mangueras, tapas, plásticos y cubetas				X	X		75	kg

Descripción del residuo	Código de peligrosidad						Cantidad mensual	Unidad
	C	R	E	T	I	B		
Envases vacíos de anticongelante y aceite de frenos	X			X	X		50	kg
Cartón, papel, bolsas, polietileno				X	X		80	kg
Lodos aceitosos				X	X		100	kg

II.2.9.3 Sustancias a utilizarse

Las sustancias y productos por emplearse por etapa se refieren únicamente a los combustibles utilizados por la maquinaria, vehículos, además de grasas y aceites. En general la descripción de las sustancias que se emplearán es la siguiente.

Cuadro II-25. Sustancias para utilizar.

Sustancia	Descripción	Uso en las etapas
Diésel	Combustible hidrocarburo líquido. Producto obtenido de la destilación del petróleo crudo, destinado para motores de ciclo diésel. Las características físicas y químicas son: Nombre químico: Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, ciclo parafínicos y aromáticos con No. de átomos de carbono en el rango C14-C20 Estado físico: Líquido amarillo, de olor característico e inflamable. Punto de ebullición: 150 a 370 °C Punto de inflamación: 54 °C Temperatura de autoignición: > 250 °C Presión de vapor (mmHg): 2,6 Peso específico del líquido (agua=1): < 1 Peso específico del vapor (aire=1): >> 1 Solubilidad en agua: Insoluble	Este producto es utilizado como combustible para motores de porte mediano, como la maquinaria utilizada en el transporte del jal. Se adquirirán en las estaciones de servicio más cercanas. Se prevé que la mayor cantidad utilizada de este combustible será en la etapa de construcción – operación en el acarreo y depósito del jal.
Gasolina	La gasolina es una mezcla de hidrocarburos líquidos, inflamables y volátiles logrados tras la destilación del petróleo crudo. La características físicas y químicas son: Nombre químico: Tetraetilo de plomo Estado físico: Es líquido y transparente, apariencia y olor característico parafínica aromático inflamable. Punto de inflamación: - 43 °C. Temperatura de autoignición: 280 °C a 456 °C. Propiedades explosivas: el límite inferior de explosividad es de 1.2%, y superior es de 7.6%. Presión de vapor: a 38 °C 8 a 10PS1 Densidad de vapor: 3 a 4 veces más pesado que el aire va	Tradicionalmente se le emplea como combustible en los motores de explosión interna con encendido de chispa convencional, o en su defecto, por compresión y como disolvente. Este combustible se utilizará en la preparación del sitio y en el transporte de equipos, personal obrero, equipos, etc. Su abasto será en las estaciones de servicio más cercanas. Se prevé que la mayor cantidad utilizada será en la etapa de construcción – operación en el

Sustancia	Descripción	Uso en las etapas
	a $736 < 768 \text{ kg/m}^3$	acarreo y depósito del jal.
Grasas	Por lo general la grasa consiste en un jabón emulsionado con aceite mineral o vegetal. La característica distintiva de la grasa es que tienen una muy elevada viscosidad inicial, la cual, al aplicar un esfuerzo de corte, disminuye dando el efecto de un rodamiento lubricado por aceite con aproximadamente la misma viscosidad del aceite base usado en la formulación de la grasa. Este cambio en la viscosidad es denominado adelgazamiento por cizalladura. A veces la grasa es utilizada para describir materiales lubricantes que son sólidos blandos o líquidos con muy elevada viscosidad, pero estos materiales no presentan las propiedades de adelgazamiento por cizalladura de la grasa convencional. Por ejemplo, la vaselina por lo general no es clasificada como grasa.	Esta sustancia se utilizará en todas las etapas, como parte del mantenimiento a los vehículos y maquinaria. Típicamente, esta sustancia se emplea como una medida para reducir la fricción y proporcionar una protección contra la corrosión. Su abasto será en las estaciones de servicio más cercanas. Se prevé que la mayor cantidad utilizada será en la etapa de construcción – operación.
Aceite	Son una variedad de mezclas líquidas provenientes del petróleo crudo, o de sustancias vegetales (biodiésel/biocombustibles). Ciertas sustancias químicas que se encuentran en ellos pueden evaporarse fácilmente, en cambio otras pueden disolverse más fácilmente en agua.	Son producidos por diferentes procesos de refinación, dependiendo de los usos a que se designan. Pueden ser usados como combustibles para motores, lámparas, calentadores, hornos y estufa, también como solventes. Su abasto será en las estaciones de servicio más cercanas. Se prevé que la mayor cantidad utilizada será en la etapa de construcción – operación.

II.2.9.4 Manejo de las sustancias a utilizarse

Aunque, tanto el diésel como la gasolina no representan riesgo alguno, ya que, estos combustibles se estarán abasteciendo de manera sistemática, de acuerdo con la capacidad de los vehículos o maquinaria que lo requieran, y que el abastecimiento será en centros comerciales autorizados y no representa riesgo, sin embargo, deberán tomarse medidas de prevención de accidentes laborales y ambientales, como las siguientes:

- Abastecimiento en centros comerciales y autorizados.
- No realizar mantenimiento o cambios de combustible en el sitio.
- En casos fortuitos, aplicar el manejo adecuado de los residuos que entren en contacto con la gasolina, diésel y/o aceites.

En el sitio no podrá realizar labores de mantenimiento, y en caso fortuito los residuos peligrosos que se generen en las áreas serán recolectados en recipientes adecuados, para posteriormente ser transportados hasta el almacén de la unidad minera, en donde se llevará un registro de control por medio de bitácoras y posteriormente serán enviados para su confinamiento final por las empresas debidamente autorizadas para su transporte. Se cuenta con un almacén especial para los residuos peligrosos en las instalaciones del complejo para su almacenamiento temporal, el cual cumple con lo establecido en la [NOM-052-SEMARNAT-2005](#) (con piso de

concreto, muros de contención para derrames, techo de lámina, malla ciclónica alrededor y puerta de control de acceso). Se tiene bitácoras para el registro diario de los residuos generados y transferidos a las empresas prestadoras de servicios.

II.2.9.5 Descargas líquidas

Durante esta etapa no se prevé la generación de descargas líquidas que tengan que entrar en contacto con el medio ambiente. Las necesidades de aseo personal y de alimentación serán cubiertas en los campamentos debidamente establecidos en la unidad minera y solo se instalarán algunos baños portátiles durante las jornadas diarias de trabajo para cubrir las necesidades fisiológicas de los obreros.

II.2.9.6 Residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Ahora bien, de acuerdo a la clasificación de los residuos y sus fuentes generadoras para el estado de Durango (R-LPGIR-DGO, 2016) se tienen las categorías siguientes.

POR SU NATURALEZA U ORIGEN EN:

1. Residuos sólidos urbanos
 - a. Orgánicos
 - b. Inorgánicos
2. Residuos de manejo especial
 - a. Residuos de procesos
 - b. Residuos de consumo

POR LA CANTIDAD DE GENERACIÓN:

1. **Gran generador** ($\Rightarrow$ 10 ton < 1 00 ton anuales)

Actualmente se cuenta con áreas específicas en dónde se almacenan en recipientes *ex profeso* los residuos de manejo especial generados (patios), para posteriormente ser transportados (transferencia) y reciclados en la ciudad de Durango. La cuantificación de los residuos de manejo especial se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro II-26. Estimación de los residuos de manejo especial a remover en la etapa de abandono de sitio

Tipo de residuo	Cantidad estimada (kg)	Reciclado (%)
Residuos de madera	100	70
Residuos de construcción (concretos, piedras, etc.)	400	90
Residuos metálicos	250	100
Residuos de plástico (mangueras, conexiones, llantas usadas, etc.)	100	100
Total	850	

II.2.9.7 Emisiones de ruido

La fuente principal de emisión del ruido serán el equipo y/o maquinaria, no es factible la cuantificación de los ruidos generados; sin embargo, se plantea mitigar los impactos (al personal) con el uso de protección auditiva (cabinas de la maquinaria). Las actividades generadoras de ruido están programadas para horarios de la mañana y tarde, por lo que la gran mayoría de la fauna se encuentra activa, y al generarse el ruido tenderán a alejarse a un sitio más tranquilo. Por tanto, en cuanto a las emisiones de ruido estimadas será de la manera siguiente.

a) Intensidad en decibeles (Db) y duración del ruido en cada una de las etapas

La principal fuente de emisiones de ruido a la atmósfera será la maquinaria utilizada en la preparación del sitio y construcción. Por lo que los ruidos emitidos no podrán rebasar los niveles que se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro II-27. Fuentes y niveles de ruido según la Ley Federal de Protección al Ambiente

Fuente	Nivel de ruido pico dB(A)	A 15 m de la fuente dB(A)	A 60 m de la fuente dB(A)	A 120 m de la fuente dB(A)
Pick up	92	72	66	50
Camión de volteo	108	88	82	70
Mezcladora de concreto	105	85	79	67
Cargador	104	73-86	67-80	55-68
Tractor	107	87-102	81-96	69-84
Motoconformadora	108	88-91	82-85	70-73
Niveles máximos permitidos dB(A) por peso vehicular a 15 m de distancia de la fuente emisora*	Hasta 3000 kg 79	Más de 300 Kg y hasta 1000 Kg 81	Más de 10000 Kg 84	-

*Fuente: Ley Federal de Protección al Ambiente. Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido.

Para dar cumplimiento con lo anterior será necesario el mantenimiento y verificar que toda la maquinaria y vehículos empleados durante la preparación del sitio, construcción-mantenimiento y abandono de sitio estén en condiciones adecuadas. En general todos los equipos cuentan con silenciadores para minimizar el ruido que este se produce cuando están en operación.

Fuentes principales emisoras de ruido

Las fuentes principales emisoras de ruido serán las siguientes:

- Maquinaria pesada. Cuenta con silenciadores de fábrica.
- Camiones de volteo. Cuenta con silenciadores de fábrica.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

II.2.10.1 Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos que se generen en las diferentes etapas se almacenarán semanalmente, para luego ser transportada hasta el relleno sanitario de la cabecera municipal de **Topia** para su tratamiento y confinamiento final. Se utilizará el sistema de separación de los residuos orgánicos e inorgánicos con contenedores dispuestos en diferentes sitios que tendrán las características que se muestran en la figura siguiente.



Figura II-17. Ejemplo de contenedores para los residuos sólidos generados

II.2.10.2 Residuos peligrosos

El manejo de los residuos peligrosos se realizará por una empresa especializada y con los permisos ambientales vigentes, actualmente la empresa Minera Mexicana El Rosario S.A. de C.V., cuenta con los servicios que brinda la empresa SERVICIOS ECOLÓGICOS Y RECICLADOS, S. DE R.L. MI., ubicada en la ciudad de Chihuahua con número de registro ambiental SER0803200003.

Los residuos peligrosos que se generen durante las diferentes etapas serán trasladados a la ciudad de Chihuahua por prestadores de servicios para este fin, quienes serán los responsables de su confinamiento y disposición final. Para tal fin se tendrá una bitácora donde se registrará semanalmente el volumen generado y el nombre de la empresa responsable de su recolección.

II.2.10.3 Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial tales como; pedazos de madera, piezas de acero, concreto, cables, llantas usadas, etc., generados por las actividades relacionadas con el depósito de jales serán transportados a los almacenes de la unidad minera para su posterior reciclado o reutilización.

Los residuos serán recolectados en base a su generación y serán enviados a los centros de acopio por prestadores de servicios debidamente autorizados por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del estado de Durango.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS EN MATERIA AMBIENTAL Y DE SUELO

La obra propuesta es congruente con el [Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024](#), que permitirá el desarrollo y expansión de la infraestructura minera para mejorar las condiciones de vida de los estados y municipios mineros, la promoción y desarrollo de actividades productivas, la modernización y fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región.

De acuerdo con los objetivos del [Programa Forestal y de Suelos](#) del estado de Durango, en lo referente, creación de la infraestructura para el desarrollo e integración territorial, se señala que el progreso de los pueblos requiere de la modernización de la infraestructura para el usufructo sustentable de los recursos naturales a través de la creación de fuentes de empleos para promover el desarrollo económico y social de la nación.

En lo referente a las áreas naturales protegidas establecidas en el estado de Durango, las actividades propuestas no interfieren en sus planes y políticas de manejo. Asimismo, basándose en los recorridos realizados en la zona no se observaron zonas arqueológicas reconocidas que pudiesen ser modificadas. Por su parte respecto a la

regulación sobre el uso del suelo, se realizaron las consultas en los planes de ordenamiento ecológico estatal donde no se restringe la actividad minera. Por su parte, el [Plan Estatal de Desarrollo](#), tiene como objetivo impulsar la minería sustentable en las comunidades alejadas de los centros de población es una prioridad para abatir el grado de marginación y pobreza extrema en la región de las quebradas. En este por la naturaleza de las obras y actividades se analizaron los instrumentos normativos siguientes.

III.1 Plan de desarrollo nacional

El desarrollo sustentable debe regir todas las actividades de la administración pública federal, por lo que los programas y estrategias de las distintas dependencias y organismos serán diseñados tomando en cuenta los tres elementos indispensables para alcanzar el desarrollo sustentable, esto es, el *beneficio social*, el *desarrollo económico* y el *cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales* dentro del territorio nacional.

Las obras y actividades propuestas son congruentes con el [Plan Nacional de Desarrollo](#), que permitirá el desarrollo regional de las zonas rurales, integrando la **minería** en la promoción y desarrollo de las actividades productivas, el fortalecimiento de las instituciones locales y la ampliación de la base tecnológica de la región, contribuyendo a un crecimiento económico sostenido y sustentable a través de la creación de fuentes de empleo, preservando el medio ambiente y los recursos naturales de la región del noroeste del estado de Durango.

Las obras y actividades se vinculan directamente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en su meta de *impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo*, siendo su objetivo principal, **impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables**. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. **En este sentido las actividades mineras generan empleos bien remunerados, contribuyendo al desarrollo regional y mejorando la calidad de vida de los habitantes.**

III.2 Plan de desarrollo estatal

El plan de desarrollo estatal para el estado de Durango (2023-2029) en su eje segundo (**Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades**), menciona que el gobierno de Durango impulsa la inversión pública y privada, la infraestructura estratégica y la productividad regional, para la generación de empleos y mayores oportunidades de crecimiento económico. En cuanto al desarrollo económico competitivo su objetivo 2.1 es potenciar el crecimiento sostenido y la creación de empleos, para lo cual es necesario identificar las vocaciones y ventajas competitivas de las regiones del Estado.

Derivado del análisis y procesamiento de las propuestas recabadas se lograron identificar las temáticas y acciones prioritarias para nuestra sociedad, las cuales fueron consideradas en el plan Estatal de Desarrollo, a través de estrategias y líneas de acción en cada uno de los cuatro ejes rectores, que sin duda serán la pauta para el diseño e implementación de las políticas públicas en este Gobierno, marcando como algunas de las prioridades la educación, **empleo**, recursos naturales, turismo, infraestructura, salud, arte y cultura.

En cuanto a **minería** se refiere, el objetivo 2.10 busca promover la minería como detonante económico de las regiones, para lo cual es necesario promover de manera integral el potencial geológico y minero del estado a través de líneas de acción concretas, lo que marca la necesidad de crear políticas públicas sostenibles que además de generar empleos para beneficio de los duranguenses, cuide los recursos mineros, la biodiversidad en donde están insertos, así como a los pequeños y medianos empresarios que trabajan en el ramo. Algunas de las estrategias y líneas de acción vinculables con las obras y actividades son:

- Impulsar inversiones que consoliden el desarrollo sostenido del sector.
- Apoyar a la pequeña minería para la identificación de lotes viables de exploración y la cubicación de reservas explotables.

- Generar programas de capacitación a favor de la pequeña y gran minería.
- Brindar acompañamiento a las empresas mineras y comunidades para el cumplimiento de normas y regulaciones en la materia.
- Establecer una vinculación permanente con las autoridades competentes para la exploración y explotación de la minería metálica y no metálica.
- Crear programas para la generación de valor agregado en el sector.
- Generar alianzas con las empresas para fortalecer el desarrollo de las comunidades mineras.

III.3 Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales

Las obras y actividades propuestas son compatibles con las políticas y estrategias establecidas en el [Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el estado de Durango](#), donde se establece que la importancia de un verdadero desarrollo radica en la protección y la conservación del medio ambiente porque el cuidado del patrimonio natural es una responsabilidad compartida con la humanidad y, ante todo, un compromiso con la sociedad actual y futura. La correcta utilización de las riquezas naturales es en sí misma una vía de desarrollo gracias a las innumerables oportunidades productivas que se abren con el aprovechamiento sustentable de recursos renovables y no renovables, del patrimonio biológico, el ecoturismo y muchas otras actividades compatibles entre propósitos ambientales y sociales.

III.4 Programa de desarrollo municipal

La política para el desarrollo del municipio de **Topia** pretende crear las condiciones para impulsar las actividades productivas en las regiones rurales y, con ello fortalecer las relaciones comerciales y de servicios para sus habitantes a través del apoyo en la creación de fuentes de empleo; además de administrar los recursos naturales renovables y no renovables existentes, con base en una adecuada y oportuna planeación; instrumentar y operar adecuadamente el desarrollo sustentable con la participación coordinada de los sectores públicos y privados de la sociedad. Por lo cual las obras y actividades propuestas impulsan la creación de empleos para mejorar la calidad de vida de los habitantes locales.

III.5 Modelo de Ordenamiento Ecológico Estatal [MOEE]

El ordenamiento ecológico se define jurídicamente como; *un instrumento técnico y legal que regula los usos del suelo, el manejo de los recursos naturales y las actividades humanas*. Busca lograr un balance entre las actividades productivas y la protección de la naturaleza. Se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. De acuerdo con la LGEEPA se define como; *el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir de los análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismo (artículo 3 Fracción XXIII)*. Por su parte, la [Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos](#), en sus [artículos 25, 26 y 27](#), establece los principios de planeación y ordenamiento de los recursos naturales con el fin de impulsar y fomentar el desarrollo productivo con la consigna de proteger y conservar el medio ambiente. En ellos se establece la participación de los diversos sectores de la sociedad y la incorporación de sus demandas en el plan y los programas de desarrollo.

La LGEEPA es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable. El [artículo 1, 2 y 3 de la LGEEPA](#) definen y establecen las bases para la

formulación del ordenamiento ecológico considerándolo de interés y utilidad pública y social. Por lo antes mencionado, la LGEEPA establece claramente el vínculo jurídico entre el ordenamiento ecológico y la planeación nacional, pues su artículo 17 indica la obligatoriedad de la observancia de este instrumento en el esquema de planeación nacional para el desarrollo sustentable.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación: General (país), Marino, Regional (1 o más de 2 estados) y Local (municipal). Según la actualización del MOEE para **Durango** publicada en el Diario Oficial del estado el 08 de septiembre de 2016.

- El modelo de ocupación territorial es el principal producto del Ordenamiento Estatal. El modelo representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental, siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular. Debe entenderse como una herramienta para **orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes.**
- El MOEE considera para la delimitación de sus UGAs: **i) la geomorfología, ii) el uso de suelo y vegetación y iii) las aptitudes sectoriales.** Sin embargo, dados los objetivos de este, la delimitación está orientada a la dirección del uso, manejo y potencialidad de los recursos naturales.

De acuerdo con el MOEE el sistema ambiental se encuentra en la UGA **Topia (250)**, con las características siguientes.

UGA: Topia [Clave: 250]

Política ambiental: Restricción

Usos que promover: Sin definir

Lineamiento ambiental: Cumplir con las metas ambientales definidas por el programa de desarrollo urbano municipal y las demás disposiciones jurídicas aplicables.

Criterios de regulación ecológica: URB01; URB02; URB03; URB04 URB05; URB06; URB07; URB08; URB12; URB13; URB14; URB15; URB16.

La vinculación de las obras y actividades con los criterios de regulación para la UGA, se detallan a continuación.

Cuadro III-28. Vinculación de los criterios de regulación ecológica estatal con las obras y actividades

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
URB01	El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá ser acorde a la disponibilidad de servicios que garanticen la calidad de vida de los pobladores y la exclusión de riesgos al medio ambiente.	La obra no se considera como obra urbana.
URB02	No se deberán fomentar nuevos centros de población en áreas de protección y conservación y sus zonas aledañas, conforme al presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	La obra no se considera como obra urbana.
URB03	Se deberá promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos.	La obra no se considera como obra urbana.
URB04	Los asentamientos urbanos y las zonas naturales deberán protegerse de la contaminación y riesgo industrial, incorporando barreras naturales que conformen corredores con franjas anchas de especies vegetales nativas de amplia cobertura de copa y de tallas considerables, que funjan como filtros naturales de la contaminación urbana.	La obra no se considera como obra urbana.

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	VINCULACIÓN
URB05	Con el fin de evitar procesos de erosión del suelo y riesgos a la vivienda y espacios públicos, la construcción se deberá desarrollar preferentemente en terrenos con pendientes menores al 30%.	La obra no se considera como obra urbana.
URB06	Para la definición de nuevas reservas territoriales para los asentamientos humanos, se deberá tomar en cuenta los proyectos de desarrollo urbano y el presente Programa de Ordenamiento Ecológico, así como la infraestructura existente.	La obra no se considera como obra urbana.
URB07	No se fomentará el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas aledañas a parques industriales o zonas potencialmente expuestas a catástrofes naturales.	No se tiene registro de catástrofes en el área donde se encuentra el proyecto
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales	Las poblaciones de la UGA no tienen más de 1000 habitantes, sin embargo, cuentan con sistema de saneamiento de agua.
URB11	En el área urbana deberá contemplarse espacios verdes en una relación de superficie mínima de 9.0 m ² /habitante	La obra no se considera como obra urbana.
URB12	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos tales como estiércol, humus de lombriz, turba, composta, entre otros para su incorporación a las áreas verdes de parques, camellones y jardines urbanos.	La obra no se considera como obra urbana.
URB13	Los camellones, banquetas y áreas verdes públicas deberán contar preferentemente con vegetación nativa de la región, y considerando la biología y fenología de las especies para su correcta ubicación en áreas públicas.	La obra no se considera como obra urbana.
URB14	Se deberá de respetar la vegetación arbustiva y arbórea que existe en los cauces, márgenes y zona federal de los ríos y arroyos que existan dentro de las áreas urbanas y asentamientos humanos.	El área para el desarrollo del depósito de jal no interfiere con alguna corriente superficial perenne.
URB15	Se deberá proteger, restaurar y mantener la infraestructura asociada a las corrientes de agua que circulan en los asentamientos urbanos, de acuerdo con las necesidades de esta.	El área para el desarrollo del depósito de jal no interfiere con alguna corriente superficial intermitente.
URB16	En todos los asentamientos humanos deberán contarse con equipamiento e infraestructura adecuados a las condiciones topográficas y de accesibilidad a la zona para la recolección, acopio y manejo de los residuos sólidos urbanos que sean generados.	La obra no se considera como obra urbana

En resumen, los criterios de regulación son de carácter preventivo más no limitativo y tienen una política de lograr un desarrollo urbano. Para la preparación del sitio no será necesario remover la vegetación, sin embargo, se tendrá un programa de **reforestación** de especies nativas, además, será necesario aplicar medidas de mitigación sobre el agua, suelo y biodiversidad.

En conclusión, uso propuesto del sitio es compatible con los criterios de regulación ecológica estatal, siempre y cuando se apliquen las medidas de prevención, restauración y mitigación.

Adicional, se anexa constancia de uso de suelo autorizada por parte del municipio, ya que es éste organismo quién de acuerdo con su Plan de Ordenamiento Territorial, determina el uso y destino que se le puede dar a cada una de las zonas.

III.6 Análisis de los instrumentos normativos

III.6.1 Leyes

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Referencias a los supuestos del artículo 31 de la LGEEPA

La necesidad de contar con un depósito de jal provenientes del beneficio de los minerales que sea amigable con el medio ambiente (sustentable ambientalmente), por lo que se ha seleccionado un sitio para su disposición final y se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 28, 30 y 31 de la LGEEPA. Tomando como referencia lo establecido en el artículo 5° inciso L, fracción III del R-LGEEPA-EIA *las presas o depósitos de residuos minero – metalúrgico (jales) son uno de los sistemas para la disposición final de los residuos sólidos generados durante el beneficio de los minerales metálicos y no metálicos y, debiendo cumplir condiciones de máxima seguridad con el objeto de garantizar la protección al medio ambiente, a la población y a las actividades económicas y sociales en general.*

Por su parte los jales, por sus características tóxicas (determinadas por su composición u oxidación y por su forma de manejo) pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico y la salud de la población en general, motivo por el cual, es necesario establecer medidas de seguridad para el acondicionamiento de los sitios de depósito, procedimientos para su correcta disposición, manejo y confinamiento final.

Ahora bien, considerando lo establecido en el artículo 30 de la LGEEPA que a la letra dice: *para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

El diseño propuesto en este estudio fue resultado de los estudios de la **caracterización del jal y del sitio**. Entonces el proceso constructivo, la operación y post – operación de las obras y actividades se vinculan directamente a lo establecido en la [fracción I del artículo 31](#) antes citado, debido a que la [NOM-141](#) regula las condiciones de protección ambiental para la selección del sitio, operación y post – operación. Además, el **artículo 12** del reglamento de la LGEEPA presenta los requisitos que debe contener la Manifestación de Impacto Ambiental para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Por encontrarse en una zona con recursos forestales maderables y no maderables, el **CUSTF** estará supeditado por la LGDFS, sin embargo, dado el uso actual del sitio no será necesario realizar el cambio de uso de suelo de forestal a infraestructura minera, como lo establecen sus artículos [68 Fracción I](#), [93](#) y [98](#).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

En las etapas de construcción y operación, se producirán residuos de diversas características, como: residuos vegetales, padecería de concreto, papel, cartón, vidrio, metal, colillas de soldadura, residuos de pintura, material impregnado con grasas y aceites, etc. Por tanto, éstos serán almacenados temporalmente en los patios de la unidad minera y, serán gestionados por empresas prestadoras de servicios autorizadas por la SEMARNAT. La Promovente cumplirá con los [artículos 18 y 20](#) de esta Ley, para clasificar los residuos sólidos urbanos, y con el objeto de prevenir y reducir riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar algunos de los factores enmarcados en el [artículo 21](#), asimismo se cumplirá con los demás artículos ambientales de esta ley.

Ley General de la Vida Silvestre

El [artículo 60](#) menciona que la Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de actividades de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para

proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.

Se han establecido actividades para rescate de especies de fauna silvestre para asegurar su supervivencia en cumplimiento de esta ley, el cual solo se pondrá en marcha si se llega a encontrar algún espécimen lo cual resulta poco probable, debido a las condiciones del sitio, el cual ya sufrió cambios por actividades antrópicas. Además, dentro del monitoreo se establecerán estrategias para cuantificar la abundancia y diversidad de la fauna silvestre local.

Ley de Aguas Nacionales

Las obras y actividades no consideran en el aprovechamiento de los cuerpos de agua existentes. Es aplicable el Título Séptimo Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental; Capítulo I Prevención y Control de la Contaminación del Agua, que señala que las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de implementar las medidas prioritarias siguientes:

- Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y
- Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

Ley Minera

Las obras y actividades propuestas son vinculantes al segundo párrafo del **artículo 20** de la Ley de Minería que a la letra dice; *Quedan prohibidas las obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio minero dentro de las áreas naturales protegidas, en cauces o vasos de aguas nacionales y sus zonas federales, en los zócalos submarinos de islas, cayos y arrecifes, el lecho marino, el subsuelo de la zona económica exclusiva, en la zona federal marítimo terrestre y en los terrenos ganados al mar.* En este sentido las obras propuestas no se encuentran dentro de los supuestos del párrafo anterior.

Además, las obras de restauración y mitigación de impactos ambientales son vinculantes con el **artículo 39** de esta Ley que a la letra dice; *En las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales o sustancias, las personas concesionarias o asignatarias deben preservar, restaurar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, y respetar los derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de conformidad con las disposiciones aplicables a la materia.*

III.6.2 Reglamentos

Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, las obras y actividades se vinculan con el [artículo 5](#).

L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN:

III. Beneficio de minerales y **disposición final** de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas.

Por lo anterior expuesto las obras y actividades son vinculantes con lo establecido al [artículo 5 inciso L\) fracción III](#).

III.6.3 Normas oficiales mexicanas aplicables [NOM]

La vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables se realiza en el cuadro siguiente.

Cuadro III-29. Vinculación de las obras y actividades con las NOM aplicables

NOM	Contenido	Cumplimiento
Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fija		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Se deberá realizar un mantenimiento periódico de la vehículos, maquinaria y equipo a emplear. También se deberán vigilar los niveles de emisiones por la maquinaria empleada, así como las plantas de energía que empleen gasolina como combustible durante todas las etapas.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	
NOM-086-SEMARNAT-2005	Contaminación atmosférica. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en las fuentes fijas y móviles.	Se utilizará, maquinaria y vehículos de combustión interna a base de combustibles fósiles, se deberán tener un programa de mantenimiento preventivo.
Para la emisión de ruido por vehículos y fuentes fijas		
NOM-011-STPS-2001	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se trabajará con maquinaria pesada, la cual emite niveles sonoros, estos deben estar determinados a lo que establece la norma, para preservar la salud contra el daño auditivo del trabajador.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se dará mantenimiento periódico de la maquinaria y el equipo utilizados, así como dotar al personal que labore, de equipo de protección contra el ruido.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	
Para la protección del personal		
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos dentro de la obra.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.	Se deberán identificar los riesgos potenciales de sustancias químicas peligrosas presentes en la obra. Se deberá proceder un manual para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, en las cuales se debe incluir la identificación de recipientes.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de manejo.	Los trabajadores deberán usar el equipo necesario para proteger y prevenir riesgos en los centros de trabajo
NOM-019-STPS-1993	Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Se deberá tener brigadas de atención a emergencias, por parte de la Promovente y la Contratista.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Se deberán establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad, higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	Se deberán ubicar señalamientos adecuados de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observados e interpretados por los trabajadores.
NOM-027-STPS-	Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.	Al trabajar con maquinaria pesada se podría

NOM	Contenido	Cumplimiento
2008		fracturar algún metal constituyente de la máquina, el cual pudiera ser pegado por medio de la soldadura, el mantenimiento debe darse en lugares exprofeso.
NOM-100-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de polvo químico seco con presión contenida.	Al manejar gasolina y diésel, el primero que es de alta volatilidad se pudiera generar un incendio, por lo que se deberá considerar la seguridad de los extintores a base de polvo químico. Se deberá garantizarse el mantenimiento adecuado a los extintores y su facilitar su disposición.
NOM-102-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de bióxido de carbono.	
NOM-103-STPS-1994	Seguridad-extintores contra incendios a base de agua con presión contenida.	
NOM-113-STPS-1994	Calzado de protección.	El personal deberá contar con el calzado adecuado para las actividades que realice.

Para el control, manejo y transporte de residuos peligrosos generados

NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hace a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los vehículos y maquinarias a utilizarse pueden generar residuos peligrosos derivados del aceites, grasas, gasolina y diésel, por lo que deberá caracterizarse los residuos peligrosos a generarse.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.	El manejo de los residuos peligrosos deberá estar basado en la incompatibilidad de éstos, para evitar reacciones no deseadas o contaminación al ambiente.

Protección a la flora y a la fauna

NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	No se deberá permitir la remoción o captura, cacería o comercialización de especies de flora y fauna de la zona. Se establecerá un programa de rescate y reforestación de especies de flora.
-----------------------	--	--

III.7 Norma Oficial Mexicana que regula la actividad

El 17 de septiembre de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la [Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003](#), *procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales* y, en el Apartado 5 establece las especificaciones técnicas para que los jales se puedan almacenar de manera segura en el lugar en el que sean generados, aplicando los criterios de protección al ambiente.

La vinculación de las obras y actividades con los numerales de la NOM-141 se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro III-30. Lista de cotejo de la vinculación de las obras y actividades con la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
5.1	Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, y utilización de cauces y zonas federales		
5.1.1	Cambio de utilización en terrenos forestales.	No existe vegetación en el sitio, su uso corresponde a infraestructura minera libre de vegetación forestal.	Página 14 MIA-P
	El generador debe obtener la autorización por el cambio de utilización en terrenos forestales de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.	El sitio a ocupar no tiene un uso de suelo con aptitud forestal, no aplica la solicitud de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.	No aplica.
5.1.2	Utilización de cauces y zonas federales.		
	De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales.	El sitio NO ocupa cauces y zona federal de acuerdo con el SIATL v4 de INEGI [https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/].	No aplica.
5.2	Caracterización del jal		
	Las muestras de jal se tomarán de conformidad al Anexo Normativo 1 de la NOM-141. Para determinar la peligrosidad de los jales se procederá de la manera siguiente:	Las reservas minerales en la veta son entre 101,147 y 191,277 ton (1.00E+05), por lo que se tomaron 8 muestras de jal para la caracterización de este, de acuerdo con la Figura 1 de la NOM-141.	Página 16 MIA-P
5.2.1	Aplicar la prueba de extracción de los constituyentes tóxicos (Anexos Normativos 1 y 5). Si la concentración en el extracto	Se realizó la prueba de extracción de los constituyentes tóxicos, la concentración en el extracto de los elementos	Página 16 - 17 MIP-P y Anexo

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
	de uno o más elementos listados en la Tabla de Referencia de la NOM-052-SEMARNAT-2005 es superior a los límites permisibles señalados en la misma, los jales son peligrosos por su toxicidad.	fue menor a los límites máximos permisibles, por lo tanto, se deduce que EL JAL NO ES PELIGROSO POR SU TOXICIDAD.	6.1.
5.2.2	Para determinar si los jales son generadores potenciales de ácido, se debe aplicar la prueba modificada de balance ácido base (Anexos Normativos 1 y 5). Si la relación PN/PA es menor a 1.2, los jales se consideran generadores potenciales de ácido.	Se realizó la prueba modificada balance Ácido-Base, el cociente entre PN/PA fue igual a 0.2725. Por lo tanto, EL JAL ES POTENCIAL GENERADOR DE DRENAJE ÁCIDO.	Página 17 MIA-P y Anexo 6.1.
5.3	Caracterización del sitio		
5.3.1	Aspectos climáticos		
a)	Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana)	El sitio se localiza en la zona ciclónica.	Página 20 MIA-P
b)	Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.	Los datos se obtuvieron del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA), estación climatológica 10086 "Topia" con influencia en el sitio.	Páginas 80 y 81 MIA-P
c)	Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas.	El sitio no cuenta con corrientes superficiales de acuerdo con las cartas temáticas de INEGI, por lo que no es posible estimar la tormenta máxima.	Estudio hidrológico e hidráulico como capítulo 4 del informe final.
d)	Tormenta de diseño para un periodo de retorno establecido de acuerdo con la clasificación del jal, la zona hidrológica y la topografía del sitio.	El sitio no cuenta con corrientes superficiales de acuerdo con las cartas temáticas de INEGI, por lo que no es posible estimar la tormenta de diseño.	No aplica.
e)	Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.	Se presentan las características de los vientos en el sitio.	Página 81 MIA-P
5.3.1.1	El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo con la clasificación Topográfica de la República Mexicana (Tabla 2: Clasificación topográfica en la República Mexicana).	El sitio muestra un terreno de tipo lomerío, de acuerdo con la pendiente.	Página 89 y 90 MIA-P
5.3.1.2	Cuando para la cuenca en estudio no exista información hidrométrica y pluviométrica suficiente, los datos podrán determinarse indirectamente, transfiriendo la información de cuencas vecinas a la región.	La información de precipitación se obtuvo de la estación "Topia".	Página 80 y 81 MIA-P
5.3.2	Aspectos edafológicos		
	Se deben determinar en el sitio la textura, conductividad eléctrica y pH del suelo. Estos parámetros físicos permiten describir el tipo de suelo para la caracterización del sitio.	La determinación de los parámetros representativos del suelo (pH, textura y conductividad eléctrica) fueron realizados por un laboratorio en la Unidad Académica de Ciencias Químicas.	Página 15 y 91 MIA-P
5.3.3	Aspectos geotécnicos		
5.3.3.1	Describir la estructura geológica general y a detalle, las propiedades mecánicas de las formaciones rocosas, especialmente las relativas a su permeabilidad y resistencia; las condiciones de fisuramiento y orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras; el grado de profundidad actual de la roca intemperizada y posibilidades de alteración futura, por los agentes del intemperismo.	Se realizó la caracterización tectónica del área que incluyó también la litología del sitio y su descripción, además de la geología estructural (fallas y fracturamiento), exploración con barrenos y geofísica, así como la caracterización geológico-geofísica.	Se incluye estudio geotécnico como capítulo 2 del informe final.
5.3.3.2	Determinar las propiedades mecánicas de los depósitos de suelo, en lo que se refiere a su estratigrafía, haciendo resaltar la homogeneidad de los mismos, el tipo de suelo de acuerdo al SUCS (Anexo Normativo 4), así como su permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte.	La litología predominante al Bajo es un Intrusivo Monzonítico y al Alto la Andesita.	Se incluye estudio geohidrológico como capítulo 5 del informe final
5.3.3.3	Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 1: Regiones Sísmicas en la República Mexicana.	El sitio se ubica en la región penisísmica.	Páginas 86 MIA-P
5.3.4	Aspectos hidrológicos		
5.3.4.1	Superficial		
a)	Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales.	El sitio no cuenta con corrientes superficiales de acuerdo con las cartas temáticas de INEGI, por lo que no es posible estimar la tormenta máxima.	Se incluye estudio hidrológico e hidráulico como capítulo 4 del informe final.

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
b)	Determinar el volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000.	El sitio se encuentra en la parte alta de la cuenca, por lo tanto, no existen corrientes superficiales en el lugar.	Se incluye estudio hidrológico e hidráulico como capítulo 4 del informe final.
c)	Cuando tenga que utilizarse algún cauce de cualquier tipo de corriente para ubicar el depósito, determinar el gasto correspondiente al sitio de interés.	El sitio se encuentra en la parte alta de la cuenca, por lo tanto, no existen corrientes superficiales en el lugar.	Se incluye estudio hidrológico e hidráulico como capítulo 4 del informe final.
d)	Determinar el área de inundación de la subcuenca, representándola en cartas topográficas de INEGI a escala 1: 50,000 o a una adecuada, si la zona de estudio es pequeña.	El proyecto se encuentra en la parte alta de la subcuenca.	No aplica.
e)	Determinar la calidad del agua de los cuerpos superficiales, tanto aguas arriba como aguas abajo, con base en las concentraciones de parámetros físicos y químicos: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, sólidos disueltos totales, cianuro total, coliformes fecales y metales como plomo, cadmio, cobre, zinc o cualquier otro que pueda en un momento dado derivarse del depósito de jales.	Se presentan los análisis de aguas de los cuerpos de agua superficiales que serán monitoreados durante la etapa operativa y de abandono del depósito de jales.	Monitoreo de aguas superficiales (anexo 6.2)
5.3.4.2	Subterránea		
5.3.4.2.1	Cuando en el sitio seleccionado para establecer una presa de jale exista un acuífero, se debe evaluar la vulnerabilidad de éste de acuerdo con el Anexo Normativo 2.	El sitio se ubica en el acuífero Río Culiacán que no se clasifica como no vulnerable.	Se incluye estudio de vulnerabilidad de acuífero en el capítulo 5 de informe final (estudio geohidrológico)
5.3.4.2.2	Cuando en el sitio seleccionado para la construcción de la presa de jales exista un acuífero se debe:		
a)	Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 500 metros alrededor de los límites de la presa colmada. Esta condición no se aplicará en los casos de aprovechamientos ubicados aguas arriba y cuyo radio máximo de influencia se localice a una distancia mínima de 100 metros en dirección del sitio de depósito. En caso de que existan parteaguas de la subcuenca a menos de 500 m, se tomarán éstos como límites.	No se detectaron aprovechamientos hidráulicos cercanos al depósito.	Análisis de aguas subterráneas (anexo 6.2)
b)	Efectuar la caracterización física y química del agua subterránea nativa, seleccionando aquellos parámetros directamente asociados a la generación de lixiviados derivados de la presa de jales. La caracterización se debe realizar directamente en el sitio de interés o a través del muestreo en aprovechamientos hidráulicos subterráneos aledaños a la presa de jales.	El análisis se realizó en una pileta ubicada aguas debajo de depósito, ya que no se encuentran poso de aprovechamientos hidráulicos dentro del radio de afectación del proyecto, los parámetros medidos fueron pH, conductividad, sólidos disueltos y metales que pudieran lixiviarse.	Análisis de aguas subterráneas (anexo 6.2).
5.3.5	Biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos		
5.3.5.1	El manejo de las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre.	Se propone un programa de rescate y reubicación de Fauna Silvestre, que cumple con la legislación en la materia.	Páginas 153 - 161 MIA-P
5.3.5.2	El sitio seleccionado debe corresponder a un área que no represente riesgo a las especies definidas en la Norma de referencia bajo cualquier categoría de riesgo, y aquella que produzca el mínimo impacto ambiental sobre los recursos naturales.	El sitio seleccionado se ubica dentro del Unidad Minera, por lo que la fauna ya ha sido desplazada en su mayoría, no se encontraron especies en categoría de riesgo.	Plano de infraestructura física a desarrollar
5.3.5.3	Definir los tipos de vegetación que serían afectados, especificando la superficie por cada tipo de vegetación, así como la densidad y abundancia relativa por especie con	No se afectará vegetación.	Página 21 MIA-P. (Plano 2.3 Localización

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
	nombres comunes y científicos.		Física)
5.3.6	Potencial de daño		
5.3.6.1	Identificar centros de población, cuerpos de agua superficiales, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios que puedan ser afectados en caso de derrame o fuga por falla parcial o total de la cortina contenedora y proceder de la siguiente manera:	Cerca del área propuesta para la construcción-operación del depósito de jales se ubica la localidad de Topia.	Plano de localización física.
5.3.6.1.1	Si existe posibilidad de afectación a un centro de población o de daño a un cuerpo de agua superficial, se deben aplicar las medidas de proyecto, construcción-operación y monitoreo clasificadas con el número 1 en el Anexo Normativo 3: Clasificación de Presas en la República Mexicana. También se aplicarán las medidas señaladas en el punto 5.7 relativas a la etapa de postoperación.	El método constructivo será aguas abajo con enrocamiento, el monitoreo se realizará con referencias superficiales y piezómetros. Se tomaron en cuenta las especificaciones del numeral 5.7.	Informe final capítulo 1 numeral 9.4 de (sistema de monitoreo).
5.3.6.1.2	Cuando la posibilidad de daño no implique cuerpos de agua superficiales, pero se pueden afectar ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios vulnerables, se deben aplicar las medidas recomendadas como 1 o 2 en el Anexo Normativo 3 de la NOM-141.	No se afectarán ecosistemas frágiles, especies en riesgo o suelos agropecuarios.	No aplica.
5.3.6.2	Cuando no exista potencial de daño, se pueden aplicar libremente las disposiciones del Anexo Normativo 3 de la NOM-141.	No aplica.	No aplica.
5.3.6.3	Analizar si los polvos fugitivos del depósito pueden llegar a algún centro de población y alterar la calidad del aire; en este caso, se tienen que implementar las medidas descritas en los criterios de construcción-operación y de la etapa de postoperación, enfocadas a mitigar estas emisiones.	Los jales por depositar se considera que pudieran sean fugitivos, por lo que se aplicarán las medidas de mitigación y prevención necesarias, además se realizará el monitoreo de partículas mediante un laboratorio acreditado ante la EMA.	Páginas 51 y 52 MIA-P
5.4	Criterios preparación del sitio		
5.4.1	La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso, y	De acuerdo con el análisis de jal realizado, se encontró que es peligroso por su potencial para generar drenaje ácido, de igual manera se incluyen las medidas correspondientes a llevar a cabo durante la preparación del sitio para minimizar los impactos.	No aplica.
a)	El acuífero no es vulnerable, o		
b)	Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localizan más allá de 500 metros del perímetro de la presa colmada, o		
c)	El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto las especificaciones para su uso.		
5.4.2	La preparación del sitio de la presa de jales debe incluir medidas de prevención o control a la contaminación, a través de las obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos cuando:	El Manifiesto de Impacto Ambiental incluye medidas de prevención, mitigación y control para asegurar que no se afecten los acuíferos o aprovechamientos subterráneos.	Páginas 41 MIA-P
a)	Exista un acuífero vulnerable de acuerdo a la evaluación del Anexo Normativo 2;	El acuífero donde se ubica el sitio no se clasifica como vulnerable.	No aplica.
b)	El jal sea peligroso, o	El jal no es peligroso por su toxicidad, pero si es potencial generador de drenaje ácido.	Páginas 16 y 17 MIA-P y anexo 6.1
c)	Existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada.	No se tienen aprovechamientos hidráulicos registrados en los perímetros del depósito.	No aplica
5.4.3	Cuando el agua de la presa de jales recircule al proceso de beneficio, debe evitarse que entre en contacto con los cuerpos de agua naturales de aguas superficiales.	Se instalará un canal de desvío de aguas, que incluirá un canal colector, alcantarillado pluvial, sangrías y una pileta de contingencias, con el objetivo principal de desviar los escurrimientos pluviales generados en el área de operación de la presa de jales.	Páginas 43 - 46 MIA-P
5.4.4	De los resultados obtenidos en el punto 5.3.5.3, las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo que se localicen en el área del proyecto deben ser protegidas mediante programas o acciones encaminadas a su reubicación, salvamento o enriquecimiento mediante viveros y criaderos, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y apegándose a la normatividad de referencia.	Se incluye un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.	Páginas 153 - 161 MIA-P
5.4.4.1	Identificar previamente a las actividades de desmonte, las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integrarán	No se afectará vegetación.	Página 21 MIA-P. (Plano 2.3

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
	al diseño de áreas verdes, así como, especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, entre otras, susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico.		Localización Física)
5.4.4.2	Definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar y proteger el germoplasma nativo en una proporción de especies similar a la original.	No habrá afectación de vegetación.	No aplica.
5.4.4.3	Realizar las labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia.	No habrá afectación de vegetación.	No aplica.
5.4.4.4	El desmonte y despalle se deben realizar de forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.	No habrá afectación de vegetación.	No aplica.
5.4.4.5	Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada.	No habrá afectación de vegetación.	No aplica.
5.4.5	Cuando la capa de suelo sea retirada para preservar el germoplasma, y utilizarse para forestar o restituir la cubierta vegetal, el sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado deberá contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial.	No aplica.	No aplica.
5.4.6	Debe asegurarse que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado.	Se incluye el proyecto técnico donde se establece el volumen de jal a almacenar, así como el análisis de estabilidad del depósito.	Se incluye informe final que en su capítulo 1 describe la capacidad nominal de depósito, así como el análisis de estabilidad
5.4.7	Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de preparación, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario.	La documentación técnica se mantendrá disponible para la autoridad competente.	No aplica.
5.5	Criterios de proyecto		
5.5.1	Estimar el volumen de almacenamiento, utilizando el método de las áreas medias y la vida útil del depósito, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico de los jales.	El sitio corresponde a una ampliación del depósito de jales en operación.	Proyecto técnico (capítulo 1 del informe final).
5.5.2	La sección propuesta de la cortina contenedora debe cumplir con los análisis de estabilidad indicados en el Anexo Normativo 3 de la NOM-141.	El sitio corresponde a una ampliación para el depósito de jales.	Análisis de estabilidad (capítulo 1 del informe final).
5.5.3	El manejo de los escurrimientos superficiales se debe proyectar de tal manera que cumpla con los métodos establecidos en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE o CONAGUA.	No existen corrientes superficiales en el sitio, sin embargo, se tomó el área de influencia para estimar los escurrimientos que pudieran caer sobre el depósito y en base a dichos resultados se estimaron las dimensiones de la infraestructura para desalojo de aguas pluviales.	Se manejarán los escurrimientos conforme a lo especificado en las páginas 40 - 43 MIA-P
5.5.4	Los sistemas de recuperación deben contemplar los escurrimientos pluviales que aportan carga hidráulica causados por la precipitación máxima probable, estimada de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE.	No existen corrientes superficiales en el sitio, sin embargo, se tomó el área de influencia para estimar los escurrimientos que pudieran caer sobre el depósito y en base a dichos resultados se estimaron las dimensiones de la infraestructura para desalojo de aguas pluviales.	Se manejarán los escurrimientos conforme a lo especificado en las páginas 43 - 46 MIA-P
5.5.5	La cortina contenedora de la presa de jales se debe formar por suelos y materiales definidos según el SUCS (Anexo Normativo 4) o con fragmentos de roca. El procedimiento constructivo será el indicado en el Anexo Normativo 3 de la NOM-141.	Ya se cuenta con un bordo iniciador que da estabilidad al depósito.	No aplica
5.5.6	En el caso de la derivación del curso de los escurrimientos en donde se construye una presa de jales, se deben considerar:		
a)	Obras de retención y derivación de los escurrimientos	No existen corrientes superficiales en el sitio, sin	Se manejarán



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

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
	normales y extremos, desde aguas arriba de la zona de almacenamiento de jales, por medio de canales o túneles de derivación, como obras de excedencias que deben calcularse para recibir la avenida del proyecto y construirse para resistir fallas, en caso de inundación.	embargo, se tomó el área de influencia para estimar los escurrimientos que pudieran caer sobre el depósito y en base a dichos resultados se estimaron las dimensiones de la infraestructura para desalojo de aguas pluviales.	los escurrimientos conforme a lo especificado en las páginas 43 – 46 MIA-P
b)	El escurrimiento generado por la tormenta de diseño puede derivarse por debajo de la cortina de la presa, a través de un túnel de concreto reforzado, con base en la avenida de diseño.	No aplica.	Se manejarán los escurrimientos conforme a lo especificado en las páginas 43 - 46 MIA-P
5.5.7	El proyecto de la presa de jales debe contemplar sistemas de recuperación de agua para su recirculación al proceso o las medidas de tratamiento para su descarga a cuerpos receptores y bienes nacionales de acuerdo con la normatividad aplicable.	El jal por disponer se encuentra en estado semiseco, con un contenido de humedad máximo del 18%. No se recupera agua en el depósito.	No aplica
5.6	Criterios de construcción-operación		
5.6.1	En la construcción y operación de la presa de jales se debe evitar la degradación de la calidad del agua subterránea y la afectación a las fuentes de abastecimiento subterráneas, de acuerdo a lo establecido en el punto 5.4.2.	Se incluyen medidas tendientes a prevenir el impacto sobre las aguas subterráneas.	Página 43 MIA-P
5.6.2	Para obtener un buen contacto entre la base de la cortina contenedora y la superficie del terreno natural, se debe realizar una excavación de limpia para eliminar toda la materia vegetal, suelos y/o fragmentos de roca sueltos en el área de cimentación de la misma.	El sitio corresponde a una ampliación para el depósito de jales, por lo cual se carece de vegetación y solo se construirán terrazas.	Página 46 y 47 MIA-P
5.6.3	Los defectos que se encuentren en el área de desplante de la cortina contenedora o del bordo iniciador, tales como arcillas agrietadas, grietas abiertas en la roca, depósitos de materiales de derrumbe incrustados y suelos permeables, deben corregirse y mejorarse retirando los materiales sueltos y frágiles y sellando las grietas abiertas para evitar tubificación debajo de la cortina contenedora o del bordo iniciador.	Ya se cuenta con un bordo iniciador con las dimensiones y diseño para evitar fugas de lixiviados.	No aplica
5.6.4	Cuando la cortina contenedora o el bordo iniciador se desplante sobre una superficie rocosa inclinada, que tiende a ser lisa, se debe excavar un dentellón para anclarlos.	El talud estará formado por terrazas con jal filtrado, por lo que el bordo iniciador ya se encuentra en operación, sin embargo, se actuará como lo indica el presente numeral en caso de presentarse defectos en el bordo iniciador.	No aplica
5.6.5	La conformación del cuerpo de la cortina contenedora se debe realizar verificando que la distribución y colocación de los materiales en el terraplén de la misma se efectúe de acuerdo a las condiciones especificadas en el proyecto. Para la colocación de los materiales debe alcanzarse el grado de compactación y humedad que se estipulen en cada proyecto en particular.	El talud estará conformado con terrazas de jal compactado.	No aplica
5.6.6	La construcción de los elementos y las obras complementarias se deben realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para asegurar un buen manejo del agua superficial.	Se procederá conforme a lo establecido en las características establecidas para las estructuras hidráulicas.	Páginas 43 - 46 MIA-P
5.6.7	Cuando el envío de los jales a la presa se realice por gravedad a través de canales o conductos abiertos, se debe asegurar que no habrá derrames e infiltraciones. En este caso se deben colocar avisos de advertencia ubicados en forma apropiada a las condiciones de la topografía y visibilidad del sitio.	No aplica.	
5.6.8	En el caso del método constructivo aguas arriba, la distribución de los jales sobre la cortina contenedora debe iniciarse por la parte inferior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior de la misma y favoreciendo el sellado del vaso	El sistema constructivo de acuerdo con el anexo Normativo 3 de la NOM-141 corresponde a aguas abajo con enrocamiento.	Página 20 MIA-P



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

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
	del depósito con los finos de los jales.		
5.6.9	Los primeros jales depositados deben retenerse para que el agua contenida en ellos se clarifique y se pueda extraer para su posterior reutilización mediante alguno de los métodos establecidos en el Anexo Normativo 3 de la NOM-141.	Se procederá conforme a las indicaciones de este numeral en la etapa donde se depositará jal. Los jales son filtrados y compactados.	Página 15 MIA-P
5.6.10	Los jales se pueden utilizar en la construcción de la cortina contenedora, siempre y cuando su contenido de arenas mayores a 76 µm (malla 200) sea igual o mayor a 15% y su contenido de sólidos sea igual o mayor a 50%; en caso de ser generadores potenciales de drenaje ácido, de acuerdo a los criterios del punto 5.2.2, su uso está supeditado a la aplicación de un método de estabilización química o por cubierta de material de préstamo.	El jal será dispuesto en terrazas con un grado de compactación superior al 90%	No aplica.
5.6.11	De acuerdo con el método seleccionado para su construcción y en apego a lo establecido en el punto 5.5.5 de la NOM-141, la cortina contenedora se debe formar paulatinamente y como resultado del depósito de jales en la presa.	El talud se formará aguas abajo del depósito.	Página 46 y 47 MIA-P
5.6.12	El vaso de almacenamiento debe tener el área suficiente para permitir la clarificación del agua contenida en los jales, para facilitar la extracción de la misma ya clarificada a través de las tomas del depósito o de las torres decantadoras. Se debe dejar la playa amplia con el nivel de agua alejado del talud, de tal manera que la longitud de la misma sea igual o mayor a la altura de la cortina, o se demuestre técnicamente que la cortina contenedora es estable. Debe consultarse en Anexo Normativo 3, en lo relativo al sistema decantador drenante.	No se verá jal hidráulico en el depósito.	Página 46 y 47 MIA-P
5.6.13	El vaso de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente para mantener un bordo libre (BL) de 3 metros en zonas ciclónicas, 2 metros en zonas húmedas y 1 metro en zonas secas.	No se tendrá un espejo de agua en el depósito.	No aplica
5.6.14	El agua clarificada que se recupere se debe conducir hasta las piletas o tanques de asentamiento, donde se retienen los sólidos que hayan sido arrastrados, para enviar el agua recuperada al cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio.	Actualmente se cuenta con un sistema de conducción de aguas recuperadas de los escurrimientos superficiales de las precipitaciones.	Página 46 MIA-P
5.6.15	Según el método constructivo que sea utilizado, se deben llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que la cortina contenedora del depósito se convierta en una fuente de emisión de partículas a la atmósfera de acuerdo a los puntos 5.7.1 a), 5.7.2.1 y 5.7.4.	Se llevarán a cabo las acciones pertinentes sugeridas en este numeral.	Páginas 53 - 55 MIA-P
5.6.16	Los estudios, los planos y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de construcción, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario.	La documentación técnica se mantendrá disponible para la autoridad competente.	No aplica.
5.7	Criterios de postoperación		
5.7.1	Una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil, se deben implementar medidas que aseguren que:		
a)	Nos emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras;	El talud del depósito se cubrirá de material estéril y suelo fértil para su revegetación.	Página 53 MIA-P
b)	No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.	Las obras de captación y desvío de aguas pluviales serán permanentes.	Página 54 MIA-P
c)	No falle la presa de jales.	Se cuenta con un programa de monitoreo del talud.	Página 53 MIA-P
5.7.2	Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se deben cumplir los siguientes aspectos:		
5.7.2.1	Cubrir con un material mineral o con agua, para evitar la formación de drenaje ácido del jal, cuidando de no solubilizar otros elementos tóxicos. También se podrán utilizar materiales que impidan la acidificación.	Se depositará material estéril sobre el jal para evitar la formación de drenaje ácido.	Página 53 MIA-P
5.7.2.2	No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.	Se utilizarán especies nativas en la restitución del sitio.	Página 53 MIA-P
5.7.2.3	Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la	No aplica.	No aplica.

Numeral	Descripción	Vinculación	Referencia
	formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos.		
5.7.3	El cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, solo se permite cuando el depósito cumpla con las especificaciones de proyecto y construcción de presas para el almacenamiento de agua.	No aplica.	No aplica.
5.7.4	La superficie del depósito debe ser cubierta con suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.	Se colocará suelo fértil sobre el material estéril para propiciar el establecimiento de las especies a plantar.	Página 53 MIA-P
5.7.5	Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originales de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.	Se utilizarán especies nativas en la restitución del sitio.	Página 53 MIA-P
5.7.6	Cuando sea necesario, los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad y dinámica de la misma.	De ser necesario se ajustarán las pendientes del talud para garantizar su estabilidad.	Página 52 y 53 MIA-P

III.8 Ubicación del sitio respecto a las regiones prioritarias para la conservación

III.8.1 Áreas naturales protegidas [ANP]

Para el estado de Durango se encuentran **2 ANP**, consideradas como “zonas de protección forestal y reserva integral de la biosfera” las cuales se denominan:

1. **Bolsón de Mapimí** localizada en los municipios de Tlahualilo y Mapimí.
2. **La Michilia** localizada en los municipios de Súchil y Mezquital.

Vinculación ANP: El sitio **no se ubica** en estas dos **ANP** establecidas para el estado de Durango, su localización respecto a las ANP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.1**.

III.8.2 Áreas de importancia para la conservación de las aves [AICAS]

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 (CONABIO, AICAS).

Vinculación AICAS: El sitio **no se ubica** dentro de algún **AICA** establecida para el estado de Durango, su localización respecto a las AICA del estado de Durango se muestra en el plano del **Anexo 5.1**.

III.8.3 Regiones hidrológicas prioritarias [RHP]

En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la CONABIO inició el programa de RHP, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El sitio se ubica dentro de la siguiente RHP establecida en el estado de Durango.

1. **Cuenca alta de los ríos Culiacán y Humaya (Número 20).** Tiene una extensión de 10 367.54 km² con afluentes a los ríos Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato

Vinculación RHP: La principal problemática en la RHP es la contaminación por actividades mineras y forestales (caminos e incendios). Sin embargo, cabe mencionar que las obras y actividades se localizan en un sitio muy

puntual respecto a las cuencas hidrológicas, una de las ventajas es que el jal no contiene sustancias tóxicas y se dispondrá en forma de terrazas compactadas lo que reduce significativamente el riesgo de derrame. La localización del sitio referente a las RHP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.2**.

III.8.4 Regiones terrestres prioritarias [RTP]

Las RTP tienen como objetivo general, la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. En este contexto, el programa RTP para la conservación de la biodiversidad de la CONABIO se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Vinculación RTP: El sitio **no se ubica** dentro de alguna **RTP** establecida para el estado de Durango. La ubicación del sitio referente a las RTP en el contexto estatal se muestra en el plano del **Anexo 5.3**.

Vinculación general: Respecto al presente apartado, las obras y actividades no están limitadas dentro de los criterios y objetivos de las áreas prioritarias de la CONABIO. Además, **estás zonas no presentan instrumentos legales como lo es un Decreto y/o Programa de Manejo que regule los usos de suelo y las actividades económicas**. Únicamente son programas para la Conservación de la Biodiversidad que orientan a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. No obstante, se proponen acciones para mitigar, prevenir y compensar los impactos ambientales adversos de manera permanente durante las diferentes etapas.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

IV.1.1 Delimitación del área de influencia y su justificación

El criterio fundamental para delimitar el área de influencia (AI) de un proyecto que requiere ser avaluado en materia de impacto ambiental, es la identificación de los componentes ambientales y sociales que pueden resultar afectados por las obras y actividades que se desarrollarán en las etapas de preparación del sitio, construcción –operación, mantenimiento y abandono del sitio.

En general la determinación del **AI** directa e indirecta para el desarrollo de las obras y actividades consideró los aspectos siguientes:

- Identificar la ubicación de las diferentes obras a desarrollar (dimensiones físicas).
- Identificar la totalidad de los componentes ambientales y sociales que podrían ser afectados por las obras y actividades.
- Identificación y evaluación de manera preliminar de los impactos ambientales (rango de manifestación y alcance de los impactos significativos).
- Alinear las obras y actividades a los instrumentos normativos sobre el **ordenamiento ecológico del territorio**.

Con el propósito de identificar de manera más específica los efectos (positivos y negativos) que se esperan con el desarrollo de las obras y actividades, se delimitó el **AI** de manera físico - geográfica, puesto que dentro de este espacio se pueden apreciar de manera directa las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (acción del ambiente). Una superficie mayor no evidencia esta relación de forma tan estrecha y evidente, por lo que se considera que el **AI** será la unidad adecuada para definir los impactos que se verán reflejados tanto a nivel regional como a nivel sitio (**proyecto**), puesto que, es dentro de esta área donde ocurren interacciones individuales entre los aspectos

sociales, económicos y ambientales. En general la justificación técnica que define el **área de influencia** se fundamentó en los criterios siguientes.

- i) **Regional también referido como el Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI)**
- ii) **Puntual (local) o sitio**

IV.1.2 Delimitación a nivel regional

El sitio se ubica dentro de la **UGA 250 "Topia"** con política ambiental de **restricción** y con el lineamiento ambiental no definido, cuyos usos a promover no están definidos.

Otro aspecto que se consideró en la delimitación del **SA** fueron los elementos tales como; el clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y subterránea, así como aspectos socioeconómicos de la zona, pero sin llegar a establecer límites, simplemente la predominancia de los ecosistemas vegetales en la región. A nivel UGA se pudieron identificar diferentes tipos de ecosistemas, los cuales van de bosques de pino - encino (en las zonas más altas), se tienen también algunas áreas de selva baja caducifolia, pero éstas se encuentran más al oeste; en las zonas con pendientes suaves (5%) con disponibilidad de agua subterránea o superficial se practica la agricultura. El uso de suelo prevaleciente en la zona que incide directamente con el sitio es **pastizal inducido**.

Con estas descripciones fue posible analizar los impactos que se pueden generar durante las diferentes etapas en los elementos bióticos y abióticos que se encuentran en el **AI**, como el espacio donde interactúan los recursos agua, suelo, flora, fauna y paisaje. Los criterios técnicos que se usaron para definir el **AI** fueron los siguientes.

- i. Se generó un modelo digital de elevación para identificar los escurrimientos superficiales y las cotas de elevación (relieve). Con esta información se pudo apreciar que las obras y actividades que generan impactos significativos (relevantes) se ubican en la parte alta del vaso de escurrimientos superficiales.
- ii. Con el uso de las herramientas de los SIG se pudo establecer que la red de flujo está compuesta por cauces intermitentes, quedando una superficie de amortiguamiento suficiente aguas arriba y aguas abajo del vaso de escurrimiento.

Las representaciones gráficas del área de influencia regional se pueden observar en los planos anexos sobre la descripción de las características físicas y bióticas (**Anexo 3 y 4**).

IV.1.3 Delimitación a nivel sitio (puntual o local)

Aquí se incluye sólo a la superficie que tendrá mayor presencia con las obras y actividades a desarrollar en las etapas de *construcción y operación*, en donde se describen básicamente las características principales de la vegetación local y los posibles impactos directos (de carácter significativo) que pudiesen presentarse al suelo, agua, flora y fauna. Además, se realizó una completa caracterización del sitio en términos de la mecánica de suelos, geología local e hidrología en función de sus rasgos topográficos. La representación gráfica del sitio se puede observar en los planos de los **Anexo 2.2, 2.3 y 2.4** (ubicación predial, física e infraestructura, respectivamente) y la justificación para la delimitación a nivel puntual se fundamentó en los criterios siguientes.

a) Dimensiones

Una de las necesidades primordiales para continuar con el desarrollo de la minería sustentable en cualquier región es la disposición de sitios para el depósito de los residuos mineros-metalúrgicos que se generan durante el beneficio de los minerales, éstos depósitos deberán cumplir con las medidas de seguridad ambiental establecidas en la **NOM-141**, por tanto, para el presente estudio el sitio propuesto está muy cercano a la planta de beneficio (lugar de generación de los residuos) lo que hace rentable su operación. El depósito ocupará un sitio que no

requiere CUSTF debido a que tiene uso de infraestructura minera. Además, no requiere de obras asociadas la operación y construcción de la infraestructura. Por las dimensiones, el personal será contratado de la misma región por lo que no será necesario establecer campamentos o comedores complementarios.

b) Distribución espacial de las obras

La infraestructura por desarrollar ocupará un único polígono que se encuentra ya impactado por actividades mineras. Una de las ventajas de la distribución espacial homogénea de las obras y actividades son los costos y beneficios que habitualmente acompañan a las actividades mineras, además se disminuye la presión antrópica sobre los componentes ambientales en la región de las quebradas.

Las obras y/o infraestructura propuesta no interfieren en las actividades productivas, usos y costumbres de los habitantes de los poblados cercanos, por el contrario, beneficiaria con la generación de empleos. Además, cabe destacar que toda la infraestructura se encuentra dentro de un radio no mayor a los 1,000 metros. En los planos anexos se puede observar su distribución respecto a los rasgos fisiográficos más sobresalientes de la región.

c) Actividades por desarrollar

La obras y actividades por desarrollar consisten en la construcción y operación de un **depósito de jales** que estará conformando por un talud con bermas o terrazas de jal compactado. El acceso al sitio se dará por los caminos de servidumbre y vecinales. Las actividades de mantenimiento serán mínimas y se concentrarán únicamente al monitoreo de la estabilidad del talud y del sistema de drenaje superficial.

d) Radios de afectación

El depósito tendrá un radio de afectación muy localizado (puntual), únicamente en la zona donde se albergará el jal, ocasionada principalmente por uso de la maquinaria utilizada para la compactación y acarreo del residuo. La principal afectación o impacto significativo puede ocurrir con la infiltración de lixiviación o fuga de los residuos fuera del depósito; sin embargo, con el proceso constructivo diseñado se tiene un factor de seguridad que garantiza su estabilidad a largo plazo. El radio estimado de afectación por los posibles incidentes y/o impactos adversos será no mayor a los 1 000 metros.

e) Ubicación y características de obras y actividades complementarias

No se requiere de otro tipo de servicios para el desarrollo de las actividades tales como, servicios de transporte de personal, hotelería, etc., pues con la proximidad al poblado de Topia, así como a la unidad minera será suficiente para su operatividad.

f) Factores sociales (poblados cercanos)

Los poblados más cercanos que tienen interacción directa con las actividades a desarrollar es la comunidad Topia, identificado por su cercanía al sitio y la cantidad de habitantes; se busca que los habitantes se vean beneficiados a través de las interacciones comerciales y empleos eventuales. La tenencia de la tierra corresponde a bienes comunes ejidales, por lo que la asamblea ha dado su consentimiento para la ocupación y desarrollo de las actividades propuestas.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Clima

Por las condiciones fisiográficas el **SA** presenta distintos tipos climáticos; en las partes más altas se tienen climas de tipo **semifrío**, en las partes medias los climas de tipo **templado subhúmedo** y en las partes bajas hay climas **semicálidos y cálidos**. Los tipos de clima en el **SA** de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García (2004) se presentan en el cuadro siguiente (INEGI, 2000).

Cuadro IV-31. Tipos de clima del Sistema Ambiental

Clave	Tipo-subtipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo	2.17	98.88
C(w2)(x')	Templado subhúmedo	190.96	1.12
Total		193.12	100.00

Fuente: Diccionario de datos climáticos, escalas 1: 250 000 (INEGI, 2000).

Dado que se identificaron dos tipos de clima en el SA, se realizó un análisis de los tipos de clima a nivel AI, teniendo así una mejor representatividad, la descripción de los tipos de clima es la siguiente.

Cuadro IV-32. Tipos de clima a nivel AI

Clave	Tipo	Descripción	Superficie (ha)	%
(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo	Clima semicálido húmedo, la temperatura media del mes más frío es entre -3° y 18°C y la media anual mayor de 18°C; con lluvias de verano, y sequía en invierno, la lluvia invernal es entre 5 y 10.2% respecto a la anual. Es el clima más húmedo de los subhúmedos, con un cociente P/T (precipitación total anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 55.0.	20.06	98.85
C(w2)(x')	Templado subhúmedo	Clima templado húmedo, la temperatura media del mes más frío es entre -3° y 18°C y la media anual entre 12° y 18°C; con lluvias de verano, y sequía en invierno, la lluvia invernal es mayor al 10.2% respecto a la anual. Es el clima más húmedo de los subhúmedos, con un cociente P/T (precipitación total anual en mm / temperatura media anual en °C) mayor de 55.0.	0.23	1.15
Total			20.30	100

En cuanto al clima local, este corresponde a **C(W₂)(x')** en el plano del **Anexo 3.8** se presentan los climas para el SA, AI y sitio a una escala legible.

IV.2.1.1.1 Normales climatológicas

La normal climatológica o valor normal (promedio), se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de datos considerables (mínimo 20 años) (Díaz, 2016). A razón de tener datos representativos Ruiz *et al.* (2006) proponen utilizar los parámetros estadísticos meteorológicos siguientes.

- La temperatura máxima mensual, es el valor normal o promedio histórico de la temperatura máxima por mes.
- La temperatura mínima mensual, es el valor normal o promedio histórico de temperatura mínima por mes.
- La temperatura promedio mensual, constituye el valor normal o promedio histórico de temperatura media.
- La precipitación mensual, es el valor normal de la precipitación acumulada promedio en un mes.

Para representar las variables climáticas anteriores se consultaron los registros de las estaciones meteorológicas que tienen influencia en el **SA** (SMN, 2010). Las coordenadas geográficas de la localización de las estaciones climatológicas se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-33. Estaciones climatológicas con influencia en el SA

Clave	Nombre	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)
		X	Y	
10086	Topia	342100	2788054	1,770

a). Temperatura

Las temperaturas máximas, mínimas y promedio de las estaciones climatológicas presentan registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-34. Registros de temperatura de las estaciones climatológicas del SA

TEMPERATURA MEDIA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10086	13	13.8	15.4	18.2	20.5	21.7	20	20	20.1	18.8	16.3	14.1	17.7
TEMPERATURA MÍNIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10086	7.5	7.7	8.9	11.4	13.7	15.6	15.4	15.4	15.4	13.4	10.5	8.6	12
TEMPERATURA MÁXIMA													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10086	18.4	19.9	22	25.1	27.3	27.8	24.7	24.7	24.7	24.1	22	19.7	23.4

Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

b). Precipitación

La precipitación es uno de los principales descriptores del clima local y regional, es un término genérico para describir algún tipo de condensación atmosférica de vapor de agua, que posteriormente se precipita en forma de agua, nieve, granizo, escarcha, etc. Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, juntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización del clima local.

En la región se presentan los fenómenos climatológicos denominados *Nortes* y *Frentes fríos* procedentes del Noroeste de los Estados Unidos de Norte América, que se caracterizan por producir lluvias de invierno conocidas localmente como **aguas nieves**, sin embargo, la mayor parte de la precipitación que se capta en esta zona es debido a la influencia de tormentas tropicales y huracanes que se originan en el Océano Pacífico durante los meses de julio a septiembre.

La precipitación máxima, mínima y promedio de las estaciones climatológicas que tienen influencia en el **SA** presenta registros de más de 20 años y los valores se resumen en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-35. Registros de precipitación de las estaciones climatológicas del SA

PRECIPITACIÓN MEDIA													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10086	110.7	40.3	26.8	11.7	14.8	106.2	277.2	228	160.4	95.2	47.7	104.5	1,223.5
PRECIPITACIÓN MÍNIMA													
Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10086	17.5	21	21.5	25.5	27.5	28	23	22.5	24.5	22	22	20	198
PRECIPITACIÓN MÁXIMA													

Clave	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10018	29.5	30.5	37.5	35.5	34.5	38.5	35	32	38	31.5	30.5	29.5	372

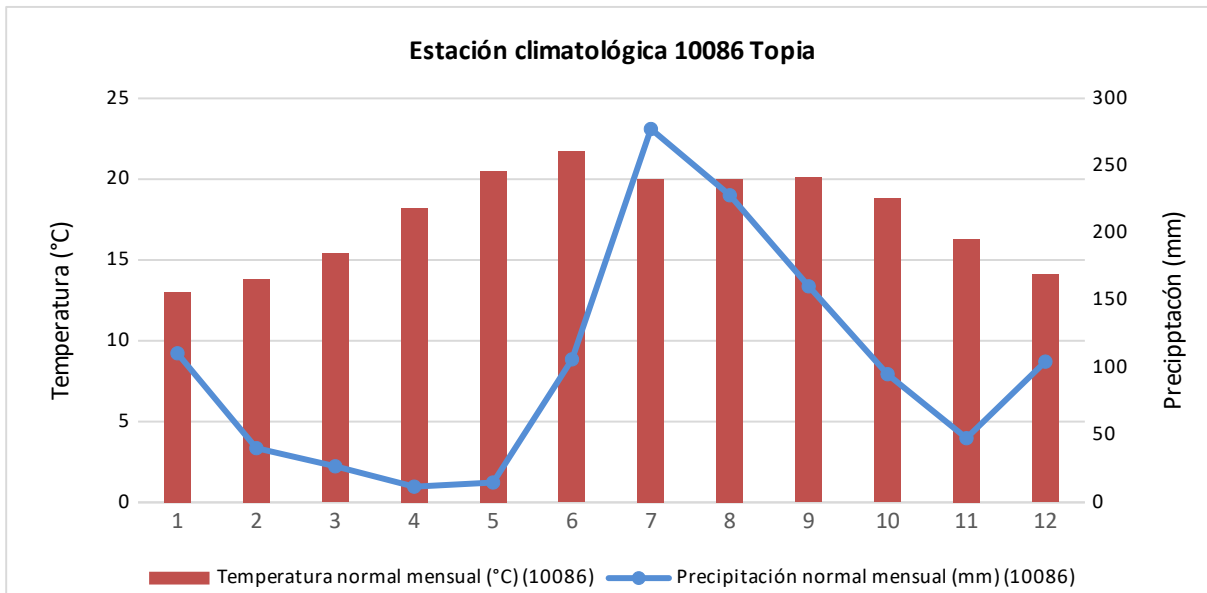


Figura IV-18. Representación de la precipitación y temperatura media anual en el SA

c). Vientos

Tomando como referencia el sitio más cercano (Cosalá) el cual cuenta con datos disponibles sobre los periodos mas ventosos en la región; el periodo más ventoso del año dura 6.1 meses (del 01 de enero al 03 de julio de cada año aproximadamente) con velocidad promedio de 7.4 km/h [Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/3248/Clima-promedio-en-Cosal%C3%A1-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>].

d). Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos que se presentan en la región se resumen de la manera siguiente:

Periodo de lluvias:	Junio - Septiembre
Heladas:	Desde el 19 de septiembre hasta el 20 de abril
Vientos dominantes:	NW con una velocidad promedio anual entre los 7.4 km/hora
Huracanes:	Solo se presentan altas precipitaciones cuando éstos ocurren en el Océano Pacífico, su probabilidad de ocurrencia es baja

e). Evapotranspiración potencial

La evaporación potencial anual en el estado de **Durango** oscila entre los 1,300 milímetros como mínima y los 2,600 como máxima, en el cuadro siguiente se presenta la evapotranspiración potencial anual para el SA.

Cuadro IV-36. Evaporación potencial anual (mm) registrada en la estación meteorológica "10086 Topia (SMN)"

EVAPORACIÓN POTENCIAL													
CLAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10086	68.7	84.7	122.7	142.5	157	129.6	90.4	92.4	88.5	94.6	74.2	64	1209

f). Posibilidad de fenómenos naturales

El SA **NO** es susceptible a los fenómenos naturales siguientes.

- Terremotos (sismicidad)
- Derrumbes por hundimientos
- Inundaciones
- Pérdidas de suelo debido a erosión
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos
- Riesgos radiactivos

IV.2.1.2 Geología

La geología tiene principalmente una relevancia indirecta dentro de la caracterización y manejo de la cuenca, primero a través de sus efectos como material parental del suelo y, segundo a través de su influencia sobre la hidrología subterránea. De acuerdo con las cartas temáticas escala 1: 250 000 la geología regional y local se describe de la manera siguiente.

IV.2.1.2.1 Geología regional

La geología del estado de Durango se caracteriza por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias Mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento Paleozoico. Durante el Triásico tuvo lugar una tectónica distensiva en la parte este y noreste, originando la formación de fosas y rellenos sedimentarios continentales. En el Jurásico Superior ocurren la transgresión marina por la apertura del Golfo de México y durante el Cretácico inferior continuo con el depósito de calizas arcillosas de la Formación Taraises y el lineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey. Es en el Eoceno Superior al Oligoceno que tienen lugar los primeros episodios volcánicos que constituyen la **SMO**, a la que se le denomina serie Andesítica o Serie Volcánica inferior, la cual está deformada, afallada y alterada, debido en parte a las intrusiones ígneas que las afectaron. Esta serie es la principal encajonante de la mineralización aurífera y auroargentífera en las Subprovincias de Barrancas y Llanuras Altas, las que afloran principalmente como ventanas geológico-estructurales.

La actividad volcánica ignimbrítica termina durante el Oligoceno y sobreyace a la Serie Andesítica, estas funcionan como rocas encajonantes de yacimientos de estaño, fierro, fluorita, bentonita y caolín y en menor proporción de plata y oro. Durante las últimas etapas se presentan coladas de basalto de edad Plioceno y finalmente se forman conglomerados, gravas, arenas y limos. El emplazamiento de rocas graníticas se inicia a partir del Jurásico Superior hasta el Oligoceno, intrusionando rocas metamórficas del Paleozoico, rocas calcáreas del Cretácico y rocas volcánicas del Terciario.

IV.2.1.2.2 Geología local

Los estratos sedimentarios en que se encuentra la cuenca del **Río de Culiacán** están constituidos por una secuencia meta-volcanosedimentaria conformada por pizarras, esquistos, cuarcitas, metaandesitas y filitas que por su correlación y similitud litológica con la Formación San José de Gracia (Malpica, 1974) al norte de Sinaloa, se le ubicó en el Paleozoico Superior. Subyace discordantemente a las unidades de la cubierta mesozoica y terciaria y cabalga a rocas más jóvenes en algunas zonas.

El Jurásico Superior está representado por el Conglomerado Guanaceví, compuesto por fragmentos de cuarzo y metaandesitas, que por posición estratigráfica se les ha asignado una edad correspondiente al Tithoniano, ya que subyace concordante y transicionalmente a la unidad de limolitas y tobas andesíticas del Cretácico Inferior, ubicada bioestratigráficamente en el Berriasiano (López, 1998).

El Cretácico Inferior está integrado por una secuencia vulcanosedimentaria representada por limolitas y tobas andesíticas del Berriasiano Medio (López, 1998 op. cit.); al Aptiano corresponden las lavas almohadilladas, relacionadas al piso oceánico y las andesitas de medios continentales; el Albiano está integrado por dos

secuencias sedimentarias representadas por caliza-lutita y lutita-arenisca, cuya edad se asignó al Albino, de acuerdo con su contenido fósil de amonitas mal preservadas (Ortega, 1979).

Las rocas intrusivas están representadas principalmente por un cuerpo dunítico considerado del Cretácico Inferior, que flota al poniente de El Palmar de Los Sepúlveda. Del Cretácico Superior es el batolito granodiorítico de Sinaloa que aflora principalmente hacia el pie de la sierra, zona de costa y partes bajas; ambas unidades se encuentran afectando a las rocas más antiguas.

Terciario-Paleógeno descansa en discordancia sobre el Cretácico Inferior y está integrado por andesitas y tobas andesíticas correlacionables con la Formación San Blas, que por su posición estratigráfica se les asigna al Paleoceno-Eoceno (Ledezma, 1971). Al vulcanismo del Paleógeno Temprano le prosigue un periodo sin magmatismo, en donde la erosión rellenó con materiales clásticos algunas cuencas continentales, constituidas por unidades sedimentarias conglomeráticas consolidadas, una compuesta principalmente por fragmentos de arenisca, caliza y cuarzo; otra de fragmentos de arenisca, lutita, caliza y limolita. En el Terciario Paleógeno-Neógeno se presenta un intenso vulcanismo de tipo explosivo caracterizado por tobas riolíticas e ignimbritas que coronan las partes altas de la **Sierra Madre Occidental**. Su edad se determinó por correlación con rocas similares datadas al suroeste del distrito minero Tayoltita, ubicándolas en el Oligoceno-Mioceno (Smith y Hall, 1974). Este paquete descansa en discordancia sobre los depósitos continentales de relleno de fosa de finales del Terciario-Paleógeno y está cubierto discordantemente por una secuencia sedimentaria constituida por una alternancia de areniscas y limolitas de estratificación delgada, denominada Formación San Ignacio; Fredrikson (1974), define que estos depósitos son post-ignimbritas desarrollados en fosas formadas por fallas gravitatorias, ocurridas con mayor frecuencia en la planicie costera y al pie de las montañas. En los últimos eventos volcánicos neogénicos se definen gruesas coladas de andesitas basálticas que cubren, en discordancia, a las rocas riolíticas en la porción sureste. El final de este periodo se define por un depósito continental formado por un conglomerado polimítico consolidado a semiconsolidado, constituido por clastos de las rocas preexistentes que cubren parcialmente en discordancia a la secuencia vulcanoclástica y a las secuencias volcánicas descritas anteriormente.

También del Terciario se presenta un intrusivo post-batolítico (Eoceno) que varía en su composición de granodiorita, diorita a cuarzomonzonita; este intrusivo se encuentra afectando a la granodiorita del Cretácico Superior y a todas las rocas preexistentes. Existen también algunos afloramientos de gabro en el área de Bacubirito y de kimberlita en el área de Surutato. Los cuerpos intrusivos están afectados por generaciones de diques andesíticos, así como de cuerpos subvolcánicos representados por pórfidos de composición andesítica y riolítica, los cuales están ligados íntimamente a la mineralización polimetálica de la región.

Finalmente, el Cuaternario está constituido por andesitas basálticas, brechas de la misma composición, derrames basálticos, depósitos aluviales, fluviales, litorales y lacustres. En general la conformación de la geología del SA se encuentra compuesta por los tipos de rocas siguientes.

Cuadro IV-37. Clase de rocas a nivel SA y AI

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema
Ti (Igei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Paleógeno

A nivel sitio, el tipo de geología presente corresponde a **ígnea extrusiva ácida Ti (Igea)**.

Cuadro IV-38. Superficies de las clases de rocas en sitio

Clave	Superficie SA (ha)	Superficie SA (%)	Superficie AI (ha)	Superficie AI (%)
Ti (Igei)	193.12	100.0	20.30	100.0
Total	193.12	100.0	20.30	100.0

Las rocas **ígneas extrusivas** son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos son producto de las erupciones

volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños. Las rocas ígneas dentro de los dos grandes grupos se subdividen en diferentes familias tomando en cuenta la textura y los minerales esenciales (presencia básica para un determinado tipo), siendo entre sí equivalentes mutuos.

Una clasificación de las rocas ígneas se basa en la cantidad de sílice (SiO_2) presente; así, las rocas ácidas tienen más del 65% de SiO_2 ; rocas intermedias tienen entre el 65 al 52% de SiO_2 , las rocas básicas tienen del 52-45% de SiO_2 ; y las rocas ultra básicas tienen menos del 45% de SiO_2 .

Las **rocas ígneas intrusivas** son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, la hipoabisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

IV.2.1.2.3 Geología del subsuelo

El **SA** se encuentra dentro de la zona de captación del acuífero **Río Culiacán** (clave 2504). Para este acuífero se determinaron dos áreas bien definidas; la primera comprende la superficie total de la cuenca hidrológica del Río Culiacán, mientras que la segunda se encuentra conformada por un grupo de corrientes independientes.

En cuanto a la descripción de la cuenca, podemos mencionar que el Río San Lorenzo, nace en el estado de Durango, en la **SMO**, en altitudes cercanas a los 3,000 msnm y tiene su origen en varios arroyos que unidos reciben el nombre de Río de Los Remedios. Se desarrolla con una trayectoria de oriente a poniente y recibe la aportación de varios afluentes (la mayoría por la margen derecha), como el arroyo Quebrada de San Juan. Después de esta confluencia toma un rumbo suroeste para entrar al estado de Sinaloa recibiendo el nombre de Río San Lorenzo. En este estado aumenta su caudal con la aportación de los arroyos Mesillas, Tecolotes y Tabaco, entre los más importantes, hasta que finalmente desemboca en el Océano Pacífico en la bahía de Quevedo.

La región está formada por un paisaje compuesto de lomas bajas con pendientes suaves y formas positivas estrechamente relacionadas con el origen y naturaleza de las rocas que lo forman. Las rocas más antiguas que constituyen el basamento geológico están formadas por esquistos y pizarras pertenecientes a la formación conocida regionalmente como complejo Sonobari, que son rocas compactas e impermeables. Sobre estas rocas descansan formaciones de tobas, areniscas y conglomerados estratificados y cementados, con buzamiento regional, hacia el suroeste, que constituyen la formación Baucarit de origen continental del terciario, donde la mayoría de sus componentes provienen de la erosión e intemperismo de las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental.

a) Niveles de agua subterránea

La profundidad al nivel de saturación medida desde la superficie del terreno en el año 2010 variaba de menos de un metro en la zona de la costa, hasta valores superiores a 18 metros en la zona oriente, al suroeste de la Ciudad de Culiacán de Rosales. La elevación del nivel de saturación con respecto al nivel del mar registró valores de 3 a 70 metros sobre el nivel del mar; las mayores elevaciones se presentan en las zonas topográficamente más altas, hacia las localidades de Santiago de Comanito y La Noria; y desciende gradualmente hacia la zona costera, debido al efecto de la topografía; en localidades como La Bandera, Aguapepito, Laguna de Bataoto.

Iraguato se registran elevaciones del nivel de saturación de 3 metros sobre el nivel del mar. La dirección preferencial del flujo subterráneo es del noreste hacia el suroeste, hacia las bahías Altata y Dautillos. Al norte del

poblado El Bolsón se observa un domo de niveles de saturación con elevaciones de hasta 12 metros sobre el nivel del mar, y otro domo con elevación de 6 metros sobre el nivel del mar, se observa al sur del poblado Las Trancas; en ambos casos como resultado de la recarga inducida producida por los excedentes de riego y debido a la baja extracción de aguas subterráneas en la zona.

Para el periodo comprendido del año 2005 al 2010, la evolución del nivel de saturación del agua subterránea muestra diferente comportamiento en tres zonas; en la primera zona se observan recuperaciones de hasta 4 metros al oriente del poblado Bachoco y Lo de Reyes; la segunda zona, es un área acotada al poniente de la Ciudad de Culiacán de Rosales y las localidades La Curva, Lo de Jesús y San Manuel, con recuperaciones desde medio metro hasta 2 metros; en medio de estas dos zonas de clara recuperación, sólo en una pequeña porción del acuífero, en los alrededores de las ciudades de Navolato y Bariometo, se registran abatimientos máximos de 2 metros; con lo cual se concluye que en general el nivel estático ha tenido recuperaciones en este periodo de tiempo, por lo que se considera un cambio de almacenamiento positivo en el acuífero.

b) Flujo de las corrientes subterráneas

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al **Río Culiacán** como un **acuífero libre**, que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la **SMO**, que comprende la zona de recarga, hacia el Golfo de California, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa. Localmente (valle-costa) el sitio donde se localiza el acuífero descansa sobre un basamento impermeable, el cual está cubierto por rocas poco permeables, que a su vez subyacen a conglomerados del terciario y en proceso de compactación de baja permeabilidad. Todo este conjunto de materiales, están parcialmente cubiertos por materiales aluviales y depósitos fluviales del cuaternario, que ocupan el subsuelo de toda la planicie con espesores variables.

En el plano del **Anexo 3.6** se muestra la distribución de la geología en el **SA**.

IV.2.1.2.4 Geología estructural

FALLAS Y FRACTURAS

Las fallas son trazas del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa. Los tipos de fallas se definen como: de rumbo, donde la componente principal del movimiento relativo de los bloques es lateral horizontal respecto a la traza de la falla; inversa, donde la componente principal del movimiento relativo de los bloques es subvertical con acortamiento de los bloques; y la normal, donde la componente principal es subvertical con extensión de los bloques. Mientras que las fracturas son trazas del plano de ruptura de la roca sin desplazamiento de los bloques que separa.

De acuerdo con la carta conjunto de datos vectoriales geológicos “fallas y fracturas”, escala 1: 1 000 000 editada por INEGI (2002), en el SA y AI no cuentan con fallas o fracturas de acuerdo con la carta geológica en mención. Las Fracturas más cercana se sitúa a 29.35 km al este y 36.16 km al oeste de acuerdo con la carta geológica en mención.

SISMICIDAD

En las múltiples investigaciones que se han desarrollado sobre la actividad sísmica, se ha logrado localizar con precisión las zonas donde se han originado los últimos temblores destructivos ocurridos en este siglo. Se ha observado que, en la gran mayoría, su origen se localiza en el fondo del mar, en una franja paralela a la costa del Océano Pacífico a todo lo largo del país, aunque también se han localizado algunos dentro del territorio. Con base en extensos estudios se han podido definir zonas o regiones del país, en las cuales es probable que ocurran temblores de cierta magnitud. Aunque, en algunos lugares, nunca se hayan registrado temblores, o no exista memoria de ellos, existe una probabilidad mínima de que ocurran, por lo que prácticamente todo el territorio nacional está dividido en cuatro regiones sísmicas:

Sismicidad muy alta (D). La ocurrencia de temblores es muy frecuente por estar cerca de su origen, los sismos son intensos. Es necesario tener una buena calidad en los materiales y en la construcción, así como planear la distribución arquitectónica de la vivienda de forma tal que la cantidad de muros y la longitud total resistan sismos de gran magnitud.

Sismicidad alta (C). Por su cercanía con las zonas donde se originan la mayoría de los temblores, sus características son muy similares a las de la zona de sismicidad muy alta, con la diferencia de que la intensidad de los temblores es menor. Se recomienda que el material de construcción, la cantidad y el tipo de los muros a utilizar sean los mismos que para la zona de sismicidad muy alta.

Sismicidad media (B). Cubre casi la totalidad de la península de Baja California, la zona costera de los estados del noroeste, y casi la totalidad de los estados del centro del país. La intensidad de los sismos que ocurren en la costa del Pacífico es menor en esta zona, a excepción de zonas donde se presentan amplificaciones locales.

Sismicidad baja (A). En la gran mayoría de los lugares de esta zona nunca se ha registrado un sismo; sin embargo, hay probabilidades mínimas de que algún día se presente. Puede emplearse en los muros cualquier tipo de material de construcción, aunque los más recomendables siguen siendo los semi - industrializados debido al control de calidad (Fuente: Manual de autoconstrucción, manos a la obra de IMCYC).

El SA se encuentra en su totalidad dentro de la **Zona B**, que es aquella donde ocurren sismos de menor frecuencia, cuyas aceleraciones del terreno se esperan menores al 70% del valor de la gravedad (g) (CENAPRED, 2001).

ZONAS POTENCIALES DE DESLIZAMIENTO

El 70.5% de la superficie del SA (180 688.5 ha) se encuentra dentro de las regiones potenciales de deslizamiento denominada Golfo de California- Chihuahua- Durango, el AI y sitio del proyecto también se ubican en dicha zona (CENAPRED, 2012). Por otro lado, de acuerdo con la cartografía analizada, el AI y sitio no muestra fallas o fracturas.

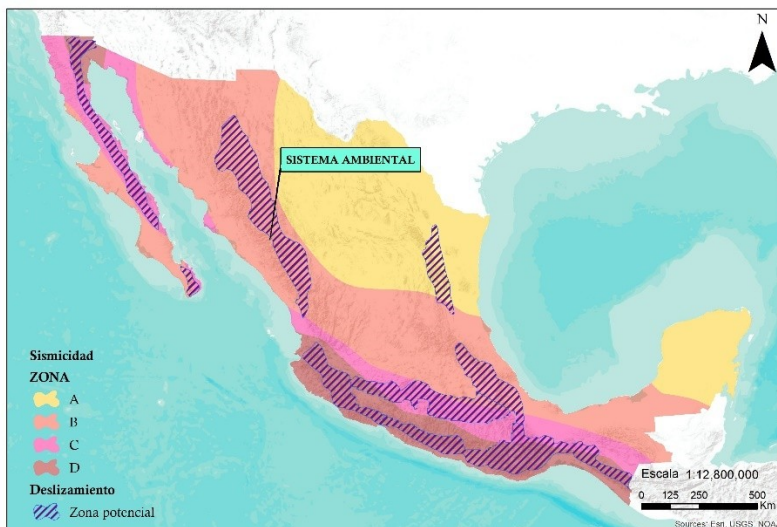


Figura IV-19. Ubicación del SA respecto a la Regionalización Sísmica

IV.2.1.3 Fisiografía

Fisiográficamente, el estado de Durango ha sido dividido en tres grandes provincias; Mesa Central, Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, en esta última se localiza el **SA**, y corresponde a una región montañosa con

orientación noroeste-sureste, ocupa aproximadamente el 60% de la entidad y abarca toda la porción occidental. Al trazar un eje transversal en la SMO, tomando como lugar de partida la ciudad de Durango hasta el Puerto de Mazatlán, se puede apreciar que su borde oriental asciende lentamente hasta llegar al parteaguas sin observar un cambio brusco en la topografía, este aspecto es un tanto diferente a lo que se espera de una sierra, sin embargo, al descender por el borde occidental de este complejo montañoso el paisaje se torna abrupto, se aprecian fallas, grandes desplazamientos y profundas barrancas.

Este elemento es de gran importancia ya que representa la visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes provincias y subprovincias en las que se ha dividido al país, de acuerdo con su geología y topografía.

IV.2.1.3.1 Clasificación de acuerdo con el INEGI

El estado de Durango está compuesto por 4 provincias fisiográficas (INEGI, 2017)

Sierra Madre Occidental (71.3%)	Sierra Madre Oriental (5.24%)
Sierras y Llanuras del Norte (15.10%)	Mesa del Centro (8.36%)

A su vez estas provincias fisiográficas se encuentran dividida en nueve subprovincias:

Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (2.98%)	Sierra de la Paila (1.25%)
Sierras y Llanuras de Durango (24.18%)	Sierras Transversales (3.99%)
Gran Meseta y Cañones Duranguenses (33.93%)	Sierras y Lomeríos de Aldama y Río Grande (3.79%)
Mesetas y Cañadas del Sur (10.24%)	Sierras y Llanuras del Norte (4.54%)
Del Bolsón de Mapimí (15.1%)	

Al mismo tiempo estas subprovincias están divididas por siete clases de toposformas:

Bajada (8.49%)	Meseta (29.35%)
Cañón (2.5%)	Sierra (23.77%)
Llanura (39.97%)	Valle (4.48%)
Lomerío (0.36%)	

De acuerdo con la clasificación anterior, el SA se ubica en la provincia fisiográfica **Sierra Madre Occidental**, subprovincia fisiográfica **Gran Meseta y Cañones Duranguenses** y en el sistema de toposformas presenta 1 clases: **Sierra** (100%).

Para tener un panorama descriptivo de cada una de las unidades fisiográficas se detalla sus componentes más sobresalientes en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-39. Descripción de los componentes fisiográficos del SA

Provincia	
Sierra Madre Occidental	Este es el más largo y el más continuo de los sistemas montañosos de México. Corre más o menos paralelo a la costa del Pacífico desde un poco más al sur de la frontera con Estados Unidos, en los límites de Chihuahua y Sonora, hasta la altura de Nayarit y Jalisco, donde converge con el Eje Volcánico Transversal. En muchos sitios su anchura es de más de 200 km y está surcada por numerosas barrancas profundas que excavaron los ríos que fluyen hacia el Pacífico. Sus altitudes más pronunciadas pasan ligeramente de 3 000 metros, el nivel promedio de las partes altas varía entre 2 000 y 2 500 msnm. La sierra separa la Planicie Costera Noroccidental del Altiplano Mexicano (Rzedowski, 2006). El SA y el AI están inmersos en su totalidad en esta provincia.
Subprovincia	
Gran Meseta y Cañones	Ocupa una extensa zona, el 33.94% del estado de Durango que corre de noroeste a sureste por la parte central. Es una meseta con una gran disección donde fluyen ríos encañonados. Municipios que abarca esta subprovincia: Canatlán, Canelas, Durango, Guanaceví, Mezquital, Nuevo Ideal, El Oro, Otáez,

Duranguense	Pueblo Nuevo, San Bernardo, San Dimas, Santiago Papasquiaro, Tamazula, Tepehuanes y Topia (INEGI, 2000). El SA y el AI están inmersos en su totalidad en esta Subprovincia.
-------------	---

Topografía

Sierra	Término que se aplica a una montaña alargada, generalmente de más de 5 km de longitud, o a un conjunto de montañas con una divisoria de aguas principal que delimita dos vertientes opuestas (Lugo-Hubp, 2011). Las Sierras componen la mayor parte del sistema ambiental y AI.
--------	---

A nivel sitio, la topografía corresponde a **Sierra Alta con Cañones**, perteneciente a la subprovincia **Gran Meseta y Cañones Duranguenses**. Los detalles se muestran en el plano del **Anexo 3.2**. En general las unidades fisiográficas están compuestas por cerros y profundos cañones, donde ocasionalmente se encuentran pequeñas mesetas, valles, llanos generalmente menores de 100 hectáreas. La sierra constituye toda la zona del **SA** y **AI**, de donde nacen los cañones y cañadas que dan vida a arroyos y ríos que desembocan en el estado de Sinaloa particularmente dan origen al cauce del **Río Culiacán**.

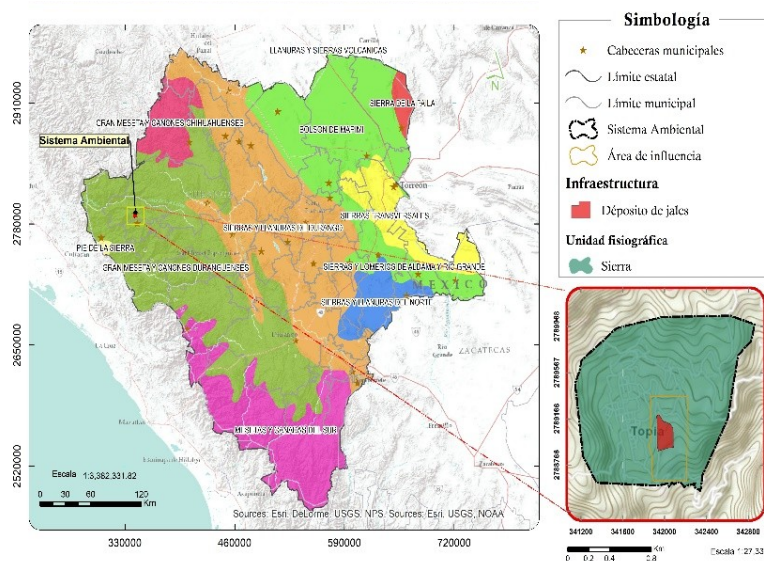


Figura IV-20. Fisiografía a nivel estatal y en el Sistema Ambiental

IV.2.1.3.2 Modelo digital de elevación

Los MDE son ampliamente utilizados en aplicaciones relacionadas con el uso y manejo de recursos naturales, de las cuales pueden distinguirse grandes categorías de aplicaciones que utilizan los modelos como son geodesia y fotogrametría, ingeniería civil, planeación y manejo de recursos naturales, ciencias de la tierra, en aplicaciones militares, cartografía especializada, prevención y atención a desastres naturales, entre otras.

Hoy en día con los sistemas de información geográfica el modelo digital de elevación tiene un abanico de representaciones que permiten al usuario desarrollar mejores análisis de estos datos del relieve ya que permiten visualizar los mismos mediante tintas hipsométricas, realizar perfiles longitudinales, obtener vistas en 3D, modelamiento dinámico en 3D, gamas tradicionales de color, intervalos de color de acuerdo a la variación y rangos de la elevación, sobreposición de datos o información en formato vectorial o ráster de diferentes ámbitos, temas y aplicaciones (INEGI, 2000). Con el MDT que proporciona el INEGI se realizó el análisis espacial del SA y el AI, pudiendo determinar aspectos más particulares como elevación, pendiente y exposición de laderas.

a). Relieve

Los parámetros representativos que caracterizan el relieve del **SA** son: i) elevación mínima de 1,576 msnm; ii) elevación máxima de 1,973 msnm; iii) elevación media de 1,802 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 70.94 m. Las alturas máximas se encuentran en la parte norte, las alturas mínimas en la parte sur, las alturas medias se encuentran en la parte central y sur.

En el **AI** los parámetros característicos son: i) elevación mínima de 1620 msnm; ii) elevación máxima de 1,764 msnm; iii) elevación media de 1,705 msnm, y iv) se presenta una desviación estándar de 29.89 m. Las alturas máximas se encuentran al norte, mientras que las alturas mínimas en el sur. El detalle de la distribución altitudinal se puede observar en el plano del Anexo 3.3.

En el sitio, las elevaciones mínima, media y máxima son 1,704, 1,725 y 1,742 msnm respectivamente.

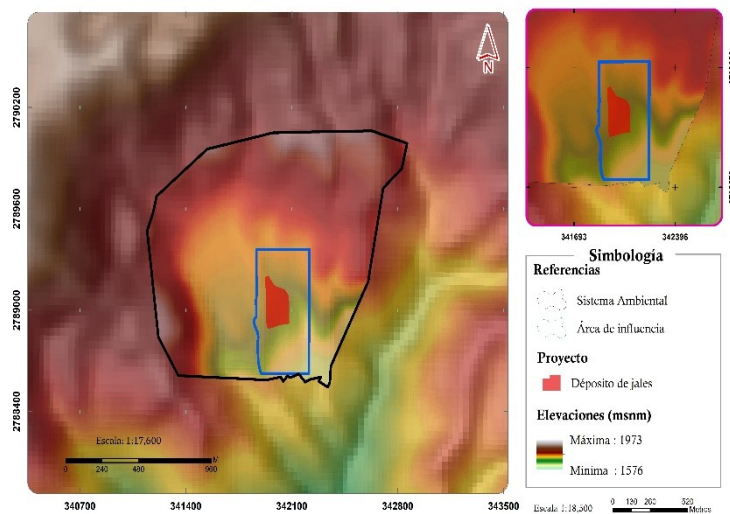


Figura IV-21. Elevaciones presentes en el Sistema Ambiental (DEM)

b). Pendiente

Con la información contenida en el **DEM** del **SA** y con la ayuda de la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Surface/Slope](#)] de **ArcGIS** se desarrolló el plano de pendientes (relieve). Ahora bien, considerando la clasificación propuesta por la FAO (2009) para caracterizar el relieve de una cuenca, la pendiente del DEM se reclasifico con la ayuda de la herramienta [[Spatial Analyst Tools/Reclass/Reclassify](#)] de **ArcGIS** en función de las categorías del cuadro siguiente.

Cuadro IV-40. Clasificación de la pendiente del SA (FAO, 2009)

Categoría	Pendiente (%)	Tipo de relieve	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	0 a 2	Plano	1 030.8	0.4
2	2 a 5	Ligeramente inclinado	3 981.3	1.6
3	5 a 10	Inclinado	7 202.6	2.8
4	10 a 15	Fuertemente inclinado	8 494.6	3.3
5	15 a 30	Moderadamente escarpado	31 451.7	12.3
6	30 a 60	Escarpado	95 441.4	37.2
7	> 60	Muy escarpado	108 695.9	42.4
Total			256 298.3	

La pendiente que presenta un sitio en conjunto con otros factores como el tipo de suelo y cobertura vegetal, están íntimamente ligados. La pendiente media del **SA** es de 5%, las pendientes más pronunciadas se encuentran en el centro, mientras que las pendientes bajas se encuentran distribuidas indiscriminadamente en todo el terreno. En el **AI** la pendiente media es de 3.94%, la distribución de las pendientes pronunciadas obedece al patrón altitudinal. El comportamiento de las pendientes puede observarse a detalle en el plano del Anexo 3.4. **La pendiente del sitio es en promedio de 3.22%.**

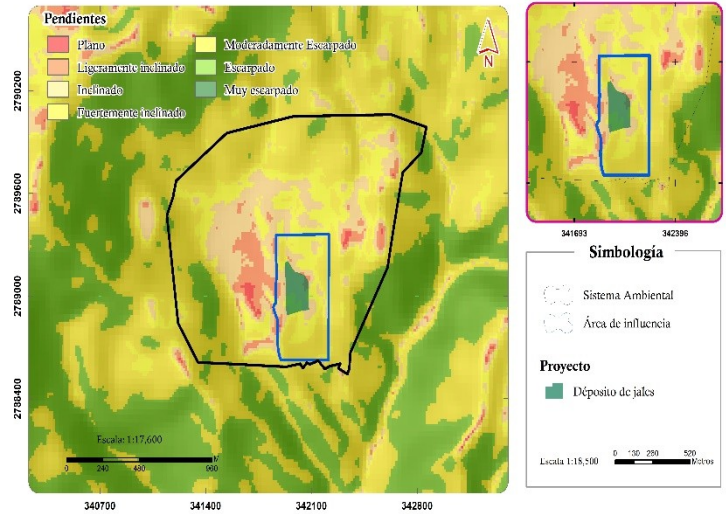


Figura IV-22. Pendiente del SA

c). Exposición de las laderas

A partir del **DEM** del **SA** y con la ayuda de la herramienta [[Spatial Analyst Tools > Surface > Aspect](#)] de **ArcGIS** se desarrolló el plano de la exposición de la ladera o terreno y, posteriormente se reclasificó la exposición con la herramienta [[Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify](#)] de **ArcGIS** en 10 categorías (como se muestra en el cuadro siguiente).

Cuadro IV-41. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental

Categoría	Exposición	Superficie (%)
1	Plano	10.3
2	Norte	10.5
3	Noreste	8.6
4	Este	8.2
5	Sureste	8.5
6	Sur	11.6
7	Suroeste	13.7
8	Oeste	10.8
9	Noroeste	9.3
10	Norte	8.5
Total		100.0

Existen evidencias documentadas de que la orientación de las laderas modifica las condiciones microclimáticas de los sitios; por ejemplo, en el hemisferio norte, las laderas con exposición sur reciben mayor radiación solar (casi seis veces más) que sus contrapartes con orientación norte; siendo las laderas con exposición norte más húmedas en comparación con aquellas con orientación sur.

Se ha generado un plano de la exposición de las laderas del SAR, donde se puede observar que las exposiciones son ligeramente más abundantes en sentido norte. A nivel AI, por lo accidentado del relieve se tienen diferentes exposiciones, las cuales se pueden analizar a detalle en el plano del **Anexo 3.5. La exposición del sitio es mayormente hacia el sur, sureste y oeste.**

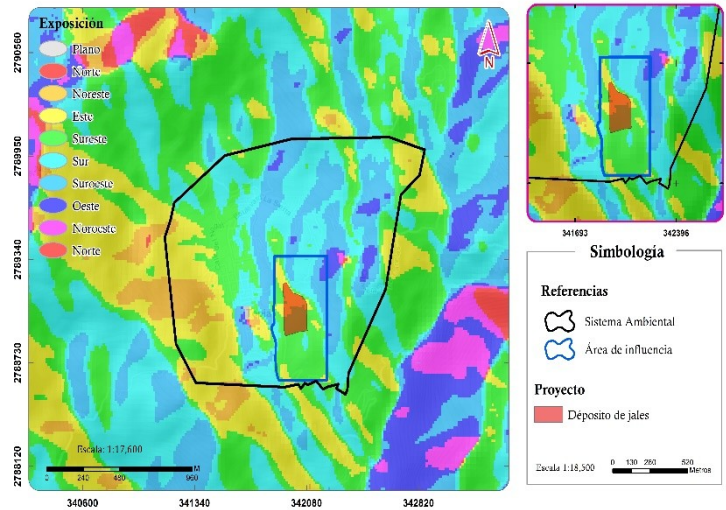


Figura IV-23. Distribución de la exposición en el Sistema Ambiental

IV.2.1.4 Suelos

IV.2.1.4.1 Tipos de suelo

De acuerdo con la información contenida en las cartas temáticas edafológicas escala 1:1,000,000, los suelos dominantes en el SA corresponden a suelos Luvisoles, Regosoles y Phaeozems. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-42. Principales grupos de suelo presentes en el SA

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Luvisol	154.82	80.2
Phaeozem	23.1	12.0
Regosol	15.2	7.9
Total	193.12	100

A nivel AI, los suelos más abundantes corresponden a Luvisol, en menor proporción a Phaeozem. Las distribuciones de los suelos dominantes se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-43. Principales grupos de suelo presentes en el AI

Suelo principal (G1)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Luvisol	17.6	86.7
Phaeozem	2.7	13.3
Total	20.3	100.0

Se identificaron 2 tipos de suelo para el SA, de los cuales 2 de ellos se encuentran en el AI, mismos que se describen en los cuadros IV-14 y IV-15 respectivamente. En el plano del **Anexo 3.7** se muestran la distribución de los tipos de suelo presentes en el **SA**. Por otro lado, el tipo de suelo presente en el sitio corresponde CMhulep+RGdylep/2R, **CMSklen/2R CMSklen+PHsklen/2R**, **misimos que se encuentra distribuidos a nivel AI y SA**. Los parámetros representativos de los suelos en la unidad minera son los siguientes.

Cuadro IV-44. Caracterización física del suelo

Parámetro	MMR-PJ-01	MMR-PJ-02	Unidades
pH	4.61	5.63	-
Conductividad eléctrica	0.199	0.938	ms/ms
Textura	Arenoso	Franco-arcilloso	

Cuadro IV-45. Tipos de suelos presentes en el SA

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3	Textura	Límite Física Superficial
CMhulep+RGdylep/2R	LUVISOL	Hémico	Úmbrico	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	N	N	N	Media	Gravosa
CMSklen/2R	PHAEZEM	Lúvico	Vértico	LUVISOL	Hémico	Vértico	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético	Media	Pedregosa
CMSklen+PHsklen/2R	REGOSOL	Rutrico	Epiesquelético	CAMBISOL	Crómico	Esquelético	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	Media	N

Mientras que a nivel AI solo se encuentran 2 tipos de suelo:

Cuadro IV-46. Tipos de suelo presentes en el AI

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3	Textura	Límite Física Superficial
LVhuum+LPskli/2r	LUVISOL	Hémico	Úmbrico	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	N	N	N	Media	Gravosa
PHlvvr+LVhuvr+LPmosk/2R	PHAEZEM	Lúvico	Vértico	LUVISOL	Hémico	Vértico	LEPTOSOL	Mólico	Esquelético	Media	Pedregosa

Respecto al sitio del proyecto, se encontraron 1 tipos de suelo, mismos que se describen a continuación:

Cuadro IV-47. Tipos de suelo presentes en el sitio

Clave (WRB)	Suelo Dominante (G1)	Calificador Secundario del G1	Calificador Primario del G1	Suelo Secundario (G2)	Calificador Secundario del G2	Calificador Primario del G2	Suelo Terciario (G3)	Calificador Secundario del G3	Calificador Primario del G3	Textura	Límite Física Superficial
LVhuum+LPskli/2r	LUVISOL	Hémico	Úmbrico	LEPTOSOL	Esquelético	Lítico	N	N	N	Media	Gravosa

A continuación, se describen los tipos de suelo que se presentan en el **SA**, utilizando la clasificación del sistema internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS Working Group WRB, 2006). Dicha información geográfica digital fue analizada de acuerdo con el Diccionario de Datos Edafológico Escala 1:250 000 Serie II (INEGI, 2002).

La descripción de la nomenclatura de los tipos de suelo se rige por los atributos siguientes:

Suelo dominante: Grupo de suelo que ocupa el 60% o más de extensión en la unidad edafológica.

Calificador Secundario del Suelo Dominante: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Dominante: Indican la cualidad dominante del suelo.

Suelo secundario: Grupo de suelo, que se estima, ocupa entre un 20 y 40% de extensión de la unidad edafológica.

Calificador Secundario del Suelo Secundario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Secundario: Indican la cualidad dominante del suelo.

Suelo terciario: Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20 % como máximo de extensión de la unidad edafológica.

Calificador Secundario del suelo terciario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Calificador Primario del Suelo Terciario: Indican la segunda cualidad del suelo.

Textura del Suelo: Valor que se refiere a la proporción relativa a los diferentes tamaños individuales de partículas minerales del suelo menores a 2 mm de diámetro. Se divide en: 1 - Gruesa; 2 - Media; y 3 - Fina.

Limitante física superficial: Indica la presencia estimada de fragmentos de roca u otros minerales, en más del 30% del área. Se clasifica en: R - Pedregosa y r - Gravosa.

DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS PRINCIPALES

LUVISOLES. Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Connotación: 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. Material parental: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales. Ambiente: Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas. Desarrollo del perfil: 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 albico entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial árgico, pero no tienen las lenguas albelúvicas de los Albeluvisoles. **Suelo que tiene un incremento de acumulación de arcilla en el subsuelo (horizonte Árgico) y una capacidad de intercambio catiónico mayor de 24 cmol/kg de arcilla en todo su espesor.**

PHAEZEMS. Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems, pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra. Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros. Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras

altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque. Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico. **Suelo que presenta una capa superficial de color oscuro (horizonte Mólico) y una saturación con bases del 50% o mayor y una matriz libre de carbonato de calcio por lo menos hasta una profundidad de 100 cm o hasta el límite con una capa contrastante (roca, cementación).**

REGOSOLES. Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos. Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhegos, manta. Material parental: material no consolidado de grano fino. Ambiente: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez. **Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen.**

DESCRIPCIÓN DE LOS CALIFICADORES

1. **Crómico (cr):** que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.
2. **Esquelético (sk):** que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.
Epiesquelético (skp): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo.
3. **Hémico (hu):** que tiene, después de frotado, entre dos tercios y un sexto (en volumen) del material orgánico que consiste en restos reconocibles de tejido vegetal dentro de 100 cm de la superficie del suelo (sólo en Histosoles).
4. **Lítico (li):** que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
5. **Lúvico (lv):** que tiene un horizonte árgico que tiene una CIC (por NH_4OAc 1 M) de 24 cmolc kg^{-1} arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo, si el horizonte árgico tiene por encima textura de arenoso franco o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.
6. **Mólico (mo):** que después de mezclar los primeros 20 cm del suelo mineral o, si hay presente roca continua, un horizonte críico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico o petroplíntico dentro de los 20 cm de la superficie del suelo mineral, todo el suelo mineral por encima.
7. **Rúbico (ru):** que tiene dentro de 100 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial de 30 cm o más de espesor, con un hue Munsell más rojo que 10 YR o un croma, húmedo, de 5 o más (sólo en Arenosoles).

8. **Úmbrico (um):** que tiene un horizonte úmbrico: el horizonte úmbrico (del latín umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, de color oscuro, con baja saturación con bases y contenido moderado a alto de materia orgánica.
9. **Vértico (vr):** que tiene un horizonte vértico o propiedades vérticas que comienzan dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

IV.2.1.5 Hidrología

De acuerdo a la clasificación hidrológica del Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA, 2017), el área de influencia se ubica dentro del contexto hidrológico que se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-48. Ubicación del AI en el sistema hidrológico nacional

Región hidrológica	(10) Sinaloa
Cuenca	(C) Río Culiacán
Subcuenca	(c) Palmarito - Tomazura
Microcuenca	Topia

El sitio se encuentra dentro del sistema hidrológico del AI. En la figura siguiente se muestra la ubicación del SA en el contexto hidrológico y con mayor detalle se muestran en el plano del **Anexo 3.1 a**.

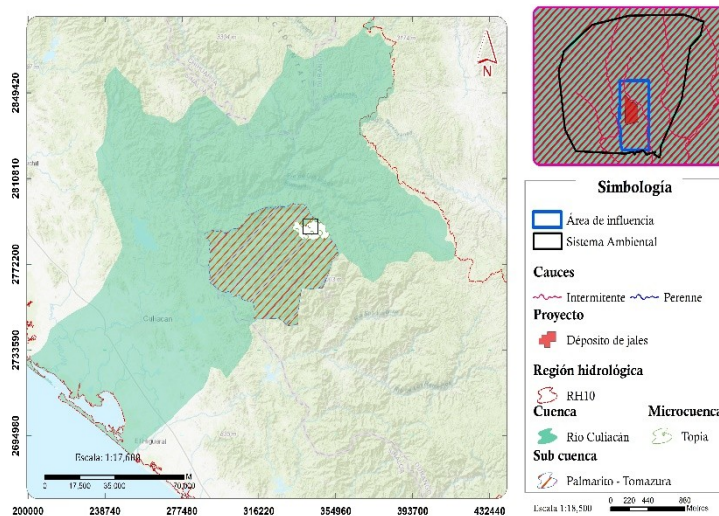


Figura IV-24. Ubicación del SA en el contexto hidrológico

IV.2.1.5.1 Superficial

IV.2.1.5.1.1 Corrientes superficiales

De acuerdo con la delimitación hidrológica administrativa de la CONAGUA, el SA pertenece a la Región III Pacífico Norte. Los principales escurrimientos dentro del SA por subcuenca se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-49. Descripción de los principales ríos y arroyos en el SA por subcuenca

Subcuenca	Principales ríos y arroyos		
Palmarito - Tomazura	Arroyo El Salto	Arroyo Los Laureles	Arroyo San Juan
Arroyo Vinata		Arroyo Escolera	Arroyo Ramperes
Arroyo Rincón De Las Gallinas		Arroyo Infiernito	Arroyo San Jorge
		Arroyo Ramperes	Arroyo Los Otates
		Arroyo Quebrada De Topia	Arroyo Las Higueras
		Arroyo Buenavista	Arroyo Grande

Arroyo El Aguaje
Arroyo Grande
Arroyo El Rodeo
Arroyo Chacala
Arroyo El Guayabo
Rlo Tamazula
Arroyo La Tinajita
Arroyo La Pinta
Arroyo San Lorenzo
Arroyo El Aguaje
Arroyo Las Aguamas
Arroyo Milpillas
Arroyo El Potrerito
Arroyo Los Gavilanes
Arroyo Quebrada De Pascuas
Arroyo De Meraz
Arroyo Los Laureles
Arroyo Del Derrumbe
Arroyo Grande
Arroyo El Sauz
Arroyo Chocotita
Arroyo La Trinidad
Arroyo La Lagunilla
Arroyo Almhrez
Arroyo Del Pando
Arroyo Quebrada De Topia
Arroyo El Barranco
Arroyo El Muerto
Arroyo Palmito
Arroyo El Bledal
Arroyo El Bledal
Arroyo La Rinconada
Arroyo Monte Negro
Arroyo El Destierro
Arroyo Palmillas
Arroyo Potrerillo
Arroyo De Las Quebradas
Arroyo De La Calavera
Arroyo Chacala
Arroyo El Remudadero
Arroyo El Aguaje De La Tierra
Arroyo El Destierro
Arroyo El Destierro
Arroyo La Vinater
Arroyo El Carrizo
Arroyo Santa Lucra
Arroyo El Ventoso
Arroyo Grande
Arroyo Grande
Arroyo Potrerillo
Arroyo El Salto
Rlo Tamazula
Arroyo El Palmarejo
Arroyo Platanar
Arroyo Del Potrero
Arroyo El Naranjito
Arroyo Los Parajes
Arroyo El Palmarejo
Arroyo Palmito
Rlo Tamazula
Arroyo La Ventana
Arroyo El Vainillo
Arroyo Quebrada De Topia
Arroyo Quebrada De Guadalupe De Urrea

Arroyo Chiqueritos
Arroyo La Ventana
Arroyo El Calvario
Arroyo Pe A
Arroyo La Gallardo
Arroyo Joyitas
Arroyo El Destierro
Arroyo Potrerillo
Arroyo Guasimal
Arroyo Vasitos
Arroyo El Norotal
Arroyo Quebrada De Sianori
Arroyo El Norotal
Arroyo El Oro
Arroyo Rincan De Las Cruces
Arroyo El Roblar
Arroyo Pando
Arroyo De La Vainilla
Arroyo Bebelamas
Arroyo Quebrada De Sianori
Arroyo Acachuane
Arroyo Agua Blanca
Arroyo Lajas
Arroyo Calaveras
Arroyo De La Cresta
Arroyo Mendias
Arroyo Colorado
Arroyo Sianori
Arroyo El Norotal
Arroyo El Martillo
Arroyo Las Juntas
Arroyo Quebrada De Sianori
Arroyo Lajas
Arroyo Calaveras
Arroyo Milpilla
Arroyo Sianori
Arroyo Las Trojes
Arroyo El Pino
Arroyo San Juan
Arroyo Potrerillos
Arroyo El Chilar
Arroyo Joyitas
Arroyo Vallecillos
Arroyo Colorado
Arroyo Sianori
Arroyo Sianori
Arroyo Las Trojes
Arroyo Sianori
Arroyo Palmarejo
Arroyo Sianori
Arroyo Galancita
Arroyo Calavera
Arroyo De La Cresta

A nivel **AI** las corrientes superficiales de inferencia son: Río Culiacán y corrientes intermitentes que desembocan en el mismo que no cuentan con nomenclatura. En el Anexo 3.1b se muestra el análisis de los rasgos hidrológicos a nivel AI a escala mayor.

En el sitio No se identificaron corrientes de tipo intermitente; sin embargo, dentro de la ingeniería de la obra, se contempla la construcción de obras hidráulicas que permitirán desalojar las aguas pluviales en caso de venidas extraordinarias.

IV.2.1.5.1.2 Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua intermitentes que se encuentran en el SA están compuestos por lagunas y jagüeyes, los cuales en promedio tiene superficies menores de 0.6 ha. **En el AI y sitio no se identificaron cuerpos de agua.**

IV.2.1.5.2 Subterránea

Según las cartas de aguas subterráneas de la CONAGUA, el sitio se localiza en el **acuífero Río Culiacán**, y para la parte alta corresponde a materiales consolidados de posibilidad baja, aunque no se descarta la posibilidad de que en algunas partes se encuentren rocas almacenadoras, donde la mayor parte funciona como zona de recarga de manantiales de agua dulce, **en el sitio no se da uso a las aguas subterráneas**, además no se encuentran pozos perforados para el aprovechamiento del agua, el agua para consumo humano se obtiene de manantiales, en la mayoría de los casos acarreada por gravedad a través de tubería de poliducto y la agricultura que se practica es de temporal.

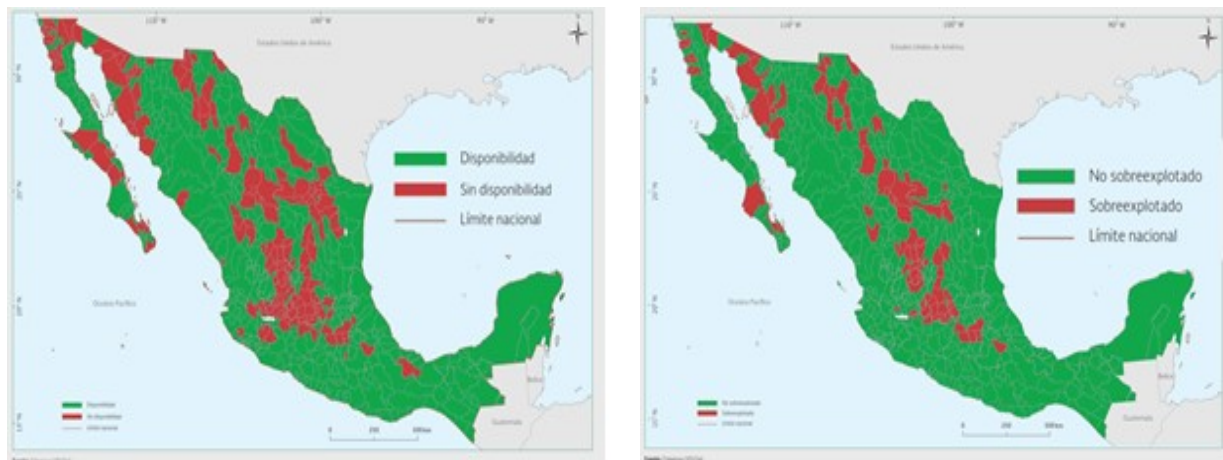


Figura IV-25. Acuíferos con publicación de disponibilidad en el DOF, 2014; Condición de los acuíferos, 2014

Para fines de la administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DOF el 5 de diciembre de 2001. A partir de esa fecha se inició un proceso de delimitación, estudio y determinación de la disponibilidad media anual de los acuíferos.

El SA se encuentra dentro de los límites de los acuíferos Río Culiacán, según la publicación de los acuíferos y su disponibilidad del 31 de diciembre de 2020 (DOF), él cual no figura como acuífero de condiciones de déficit El AI y sitio se encuentran dentro de este mismo acuífero.

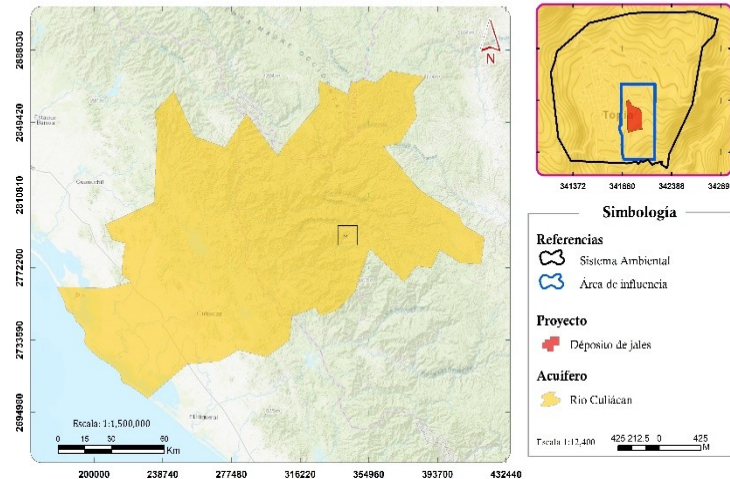


Figura IV-26. Ubicación del SA respecto a la delimitación de los acuíferos

Otro factor importante que considerar es la sobreexplotación de acuíferos; de acuerdo con los resultados de los estudios recientes de la CONAGUA, se define si los acuíferos se consideran sobreexplotados o no, en función de la relación extracción/recarga; en este sentido, el aprovechamiento del agua se da a nivel superficial, por lo que se puede establecer que no existe extracción que afecte directamente la recarga de los mantos acuíferos.

IV.2.1.5.3 Calidad del recurso hídrico

Un aumento en la **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)** indica una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro (mg O₂/l), indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Los valores más altos de DBO₅ se encuentran en zonas altamente pobladas. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DBO₅ son: excelente (DBO₅≤3), buena calidad (DBO₅>3≤6), aceptable (DBO₅>6≤30), contaminada (DBO₅≥30≤120) y fuertemente contaminada (DBO₅≥120).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable DBO₅ cuya categoría es **excelente**, ya que su valor es 1.

La **demanda química de oxígeno (DQO)** es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios **químicos** que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de **oxígeno** diatómico por litro (mg O₂/l). La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de DQO son: excelente (DQO≤10), buena calidad (DQO>10≤20), aceptable (DQO>20≤40), contaminada (DQO>40≤200) y fuertemente contaminada (DQO>2000).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable DQO cuya categoría es **excelente**, ya que su valor es 5.

Sólidos suspendidos totales o Total de sólidos en suspensión (**SST**), es la cantidad de sólidos que el agua conserva en suspensión después de 10 minutos de asentamiento. La clasificación de la CONAGUA para las diferentes categorías de SST es: excelente (SST ≤25), buena calidad (SST >25≤75), aceptable (SST >75≤150), contaminada (SST >150≤400) y fuertemente contaminada (SST >400).

En el SA se cuenta con un punto de muestreo de la variable SST cuya categoría es **excelente**, ya que su valor es 20.6. En la figura siguiente se muestra la distribución de la calidad del agua en función de los diferentes parámetros con los que cuenta la CONAGUA.

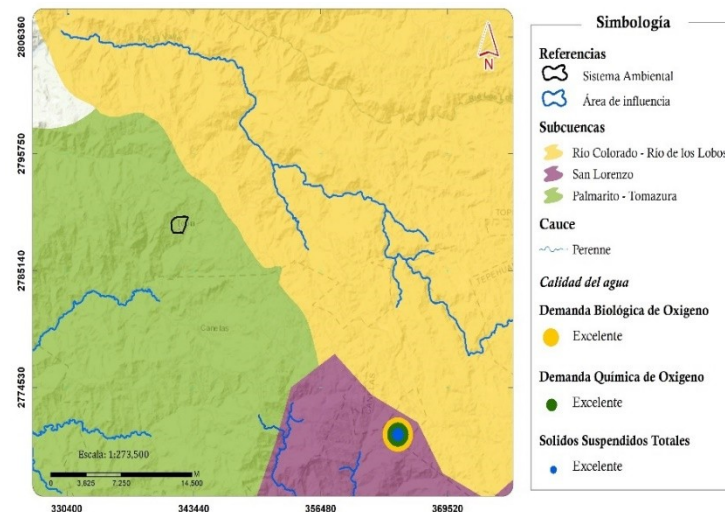


Figura IV-27. Parámetros de calidad del agua del AI y SA

IV.2.1.5.4 Uso del agua

El porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en un país, cuenca o región. Si el porcentaje es mayor al 40%, entonces se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. El SA pertenece a la Región III administrativa y por lo tanto es considerada con un alto grado de presión.

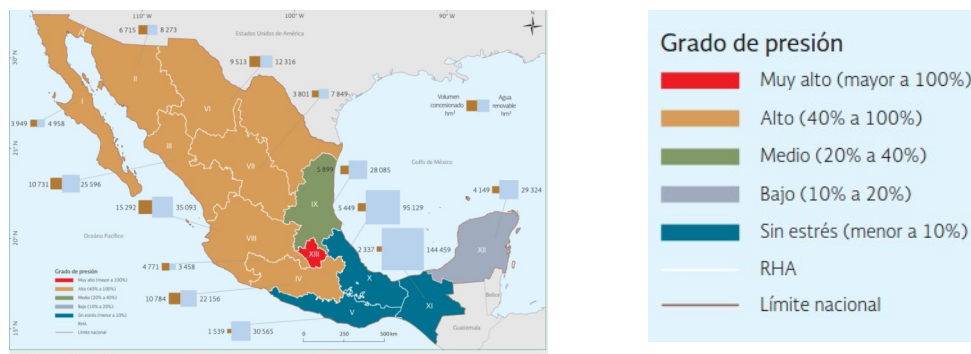


Figura IV-28. Grado de presión por región hidrológico-administrativa, 2014

El uso del agua es para consumo humano y animal, también existen zonas de manantiales y arroyos permanentes, sin embargo, en las partes bajas se aprovecha el agua para la agricultura de riego. No existen obras para el almacenamiento del agua en el SA (presas) a lo largo de su cauce, pues únicamente se realizan diques temporales de retención y desvía para actividades agrícolas. En el plano del Anexo 3.1 se muestra la ubicación SA en el contexto hidrológico.

IV.2.2 Aspectos bióticos

IV.2.2.1 Metodología para el levantamiento del inventario biótico

A fin de cuantificar la flora y fauna en el SA se analizaron técnicas y metodologías que garantizan la veracidad y sustentan los resultados de la biota presente, la identificación y levantamiento de la información referente al estado

actual de la fauna se basó en material de apoyo para la determinación de especies utilizando las guías de campo y literatura disponible propuesta por Sttebsns (1985) y Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2001), Kaufman (2005) para aves; Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981), para mamífero.

Para la medición de la fauna consistió en el recorrido de un transecto de una longitud determinada, durante el cual se observan y registran todas las especies presentes (Ralph et al. 1996). Mediante la información obtenida se generó una lista de especies de manera general en el área del proyecto. Este método no puede usarse para estimar densidades, aunque si provee información en cuanto a la presencia o ausencia de especies en un hábitat. Sin embargo, no fue posible observar la presencia de individuos de aves, mamíferos, anfibios y/o reptiles. Por otro lado, el porte de la fauna en el SA es muy variado, por lo que la información fue analizada con el fin de identificar la fauna que pueda llegar a presentarse de manera intermitente en el AI o en el sitio y los resultados fueron cotejados mediante la plataforma naturalista (<https://www.naturalista.mx>).

El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podría enfrentar en el futuro, se examinó con el fin de cumplir con los objetivos que están comprendidos dentro de un marco científico, donde los registros de los monitoreos permitan evaluar de forma objetiva y cuantitativa, el éxito del Programa de Levantamiento de información. Para cumplir con el objetivo planteado se estimaron abundancia y/o presencia de especies de flora y fauna de las tendencias de las poblaciones por especies de la manera siguiente:

IV.2.2.2 Vegetación

De acuerdo con la clasificación utilizada en la carta de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1: 1 000,000 y a la guía para la interpretación de cartografía (INEGI, 2016), en el **Sistema Ambiental** pueden distinguirse 3 tipos de vegetación, y 1 tipo de agrosistema, además se tiene áreas de uso urbano construido.

Cuadro IV-50. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental

Clave	Tipo de vegetación / uso del suelo	Superficie (ha)	Superficie (%)
AH	Urbano Construido	71.6	36.7
BPQ	Bosque de pino-encino	20.5	10.5
PI	Pastizal inducido	81.5	41.8
TA	Agricultura de temporal anual	0.3	0.2
Vsa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	21.1	10.8
Total		195.05	100

Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. El pastizal inducido se distribuye sobre gran parte del SA, mientras que los bosques de pino-encino se encuentran en las zonas altas, cercanas al parteaguas. La agricultura se practica en una pequeña zona en el área norte del SA. Las selvas bajas caducifolias están distribuidas en las zonas sur y sureste. En el centro del SA se encuentran las áreas urbanas construidas. La distribución de los tipos de vegetación y su uso se muestra en el plano del **Anexo 4.1**, y a continuación se describen sus principales características.

IV.2.2.2.1 Tipos de vegetación y su descripción

Agricultura de Temporal (TA). Son áreas destinadas al cultivo de granos (maíz y frijol) principalmente, pero también se pueden encontrar áreas para el cultivo temporal de avena, alfalfa, etc.

Bosque de Pino-Encino (BPQ). Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. En climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28 °C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Su mayor distribución se localiza entre los 1 200 a 3 200 m, aunque se les puede encontrar a menor altitud. La exposición puede presentarse desde plana hasta aquellas que están orientadas hacia el norte, sur, este y oeste. Se establecen en sustrato ígneo y menor proporción sedimentaria y metamórfica, sobre suelos someros, profundos y

rocosos como cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros. Alcanzan alturas de 8 hasta los 35 m, las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.); pero con dominancia de las primeras. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución.

Pastizal Inducido (PI). Esta comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. **De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez perturbados los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México.**

Selva Baja Caducifolia (SBC). Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta en BS y Cw. 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 la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900 m, rara vez hasta 2 000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo 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 *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. El estrato arbóreo es muy variado y considera copales, ceibas, acacias, entre otras.

Otro concepto importante de la descripción de los tipos de vegetación es la referencia a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera los siguientes:

- **Vegetación primaria:** Es aquella en la que la vegetación no presenta alteración significativa o la degradación no es tan manifiesta.
- **Vegetación secundaria:** Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

A nivel **AI** los tipos de uso de suelo y vegetación que se presentan son los siguientes.

Cuadro IV-51. Tipos de vegetación a nivel AI.

Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie (%)
AH	Urbano construido	5.5	26.7
PI	Pastizal inducido	12.3	60.2
VSA/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	2.7	13.1
Total		20.5	100.0

Para mayor detalle se puede consultar el **Anexo 4.1** en donde se describen a detalle las características de la vegetación, en función del uso de suelo y vegetación para el SA y el AI.

IV.2.2.2.2 Comunidades o asociaciones vegetales registradas en el sitio

Los tipos de vegetación que corresponden a la superficie a ocupar se desglosan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-52. Superficie sujeta a CUS según el tipo de ecosistema.

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Superficie (%)
AH	Urbano construido	2.5	65.6
PI	Pastizal inducido	1.3	34.4
Total		3.8	100.0

IV.2.2.2.3 Especies endémicas y/o en peligro de extinción

Como se indicó en el apartado anterior, no se tiene vegetación en el sitio donde se realizará la obra, por lo tanto, tampoco se tienen especies o individuos enlistados en la [NOM-059](#).

IV.2.2.3 Fauna

En la actualidad en el SA se presenta una gran variedad de fauna silvestre, sin embargo, a nivel AI no se tiene tanta presencia de individuos, ya que, por las actividades mineras, ganaderas, agrícolas y de urbanización de los centros poblacionales la fauna ha sido desplazada hacia zonas menos perturbadas. La fauna reportada en el SA es la siguiente.

Cuadro IV-53. Listado de fauna silvestre reportada en el sistema ambiental.

No.	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus NOM-059
AVES				
1	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	No endémica	Sc
2	<i>Sialia mexicana</i>	Azulejo garganta azul	No endémica	Sc
3	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero Mexicano	No endémica	Sc
4	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	No endémica	Sc
5	<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara copetona	No endémica	Sc
6	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio	No endémica	Sc
7	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	No endémica	Sc
8	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No endémica	Sc
9	Vencejo negro	Vencejo negro	No endémica	Sc
10	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de mooper	No endémica	Pr
11	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	Exótica-Invasora	Sc
12	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojos de lumbre	No endémica	Sc
13	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador	No endémica	Sc
14	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	No endémica	Sc
15	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero enmascarado	No endémica	Sc
16	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blancas	No endémica	Sc
17	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	No endémica	Sc
18	<i>Empidonax oberholseri</i>	Papamoscas matorralero	Semiendémica	Sc
19	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	No endémica	Sc
20	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	No endémica	Sc
21	<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito alas negras	No endémica	Sc
22	<i>Thryomanes bewickii</i>	Saltapared cola larga	No endémica	Sc

No.	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus NOM-059
23	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	No endémica	Sc
24	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	No endémica	Sc
25	<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco	No endémica	Sc
26	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	No endémica	Sc
27	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero corona canela	No endémica	Sc
28	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	No endémica	Sc
MAMÍFEROS				
1	<i>Sciurus aberti</i>	Ardilla de Abert	No endémica	Sc
2	<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla de Nayarit	No endémica	Sc
3	<i>Neotamias durangae</i>	Chichimoco de Durango	Endémica	Sc
4	<i>Nasua narica</i>	Coatí	No endémica	Sc
5	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	Endémica	Sc
6	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	No endémica	Sc
7	<i>Canis latrans</i>	Coyote	No endémica	Sc
8	<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago cola suelta mayor	No endémica	Sc
9	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago Cola Suelta Mexicano	No endémica	Sc
10	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	No endémica	Sc
11	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata cambalachera mexicana	No endémica	Sc
12	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las rocas	Endémica	Sc
13	<i>Peromyscus simulus</i>	Ratón nayarita	Endémica	Pr
14	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	No endémica	Sc
15	<i>Thomomys umbrinus</i>	Tuza mexicana	No endémica	Sc
16	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca	No endémica	Sc
17	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	No endémica	Sc
18	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	No endémica	Sc
19	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	No endémica	Sc
RÉPTILES				
1	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	No endémica	Sc
2	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	Endémica	Sc
3	<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	Endémica	Sc
4	<i>Sceloporus nelsoni</i>	Lagartija espinosa de panza azul	Endémica	Sc
5	<i>Dryophytes arenicolor</i>	Ranita de cañón	No endémica	Sc
6	<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los pinos	No endémica	Sc

SC= Sin categoría de protección; Pr = Sujeta a Protección Especial

a) Especie de importancia económica y/o cinegética

Para el aprovechamiento de la vida silvestre es necesario realizar estudios específicos bajo los lineamientos del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre conforme lo establece el artículo 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 de la Ley General de Vida Silvestre.

A nivel local no se tienen registradas UMAS para el aprovechamiento de alguna especie de fauna silvestre. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en la región se tienen especies con importancia económica o cinegética, como las siguientes:

Cuadro IV-54. Especies de importancia cinegética.

Nombre Científico	Nombre común	Inicia	Termina	Límite de posesión
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	25 de noviembre de 2022	22 de enero de 2023	30
<i>Canis latrans</i>	Coyote	7 de octubre de 2022	5 de febrero de 2023	1
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño	14 de octubre de 2022	11 de diciembre de 2022	1
<i>Nasua narica</i>	Coatí	14 de octubre de 2022	5 de febrero de 2023	1
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	28 de octubre de 2022	19 de marzo de 2023	1

Fuente: Calendario autorizado por la SEMARNAT Durango

b) Especies que encuentran catalogadas en la [NOM-059-SEMARNAT-2010](#).

Las especies de fauna reportadas a nivel SA que se encuentran enlistadas en la [NOM-59](#), son.

Cuadro IV-55. Especies de fauna silvestre identificadas en el SA que se encuentran en la NOM-059

Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059	Distribución
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de cooper	Pr	Amplia
<i>Peromyscus simulus</i>	Ratón nayarita	VU	Amplia

SC= Sin categoría de protección; Pr = Sujeta a Protección Especial; Vulnerable.

IV.2.2.3.1 Inventario de fauna en el sitio

Una vez elaborado el listado de las especies con presencia en el SA, basados en revisiones bibliográficas, bases de datos de colecciones, notas científicas, reportes, etc., se lograron identificar las especies potencialmente presentes en el sitio; así mismo, se consideraron los tipos de vegetación y el grado de fragmentación del hábitat, juntos con la presencia de elementos bióticos y abióticos necesarios para que la fauna habite en el área de influencia, todos estos elementos fueron ratificados con trabajos de campo con el fin de identificar la presencia de individuos de fauna en el sitio. El objetivo principal de realizar levantamientos de campo reside en realizar un listado para conocer la riqueza de especies a nivel local, así como identificar la presencia de especies de la [NOM-059](#), para de esta manera identificar más objetivamente los impactos por las obras y actividades y proponer medidas de mitigación, compensación y/o prevención según sea el caso. Otro punto importante que se tomó como consideración fue la posible presencia de especies que, por sus hábitos y biología pueden ser consideradas de lento desplazamiento llegando a ser objeto de un rescate y reubicación.

IV.2.2.3.1.1 Metodología de muestreo

- Técnicas de observación directa e indirecta

El método de detección en silencio consiste en que el observador se sitúe en una zona alta del sitio y observar en silencio evitando movimientos bruscos que detonen en el ahuyentamiento de la fauna. Este método es ampliamente útil para determinar las especies de aves con presencia en ese momento y con ayuda de una guía de campo identificar de manera correcta los individuos. Aunque este método sirve en la mayoría de los casos para el levantamiento de datos de aves también fue útil para identificar la presencia o ausencia de mamíferos y reptiles.

La técnica de observación indirecta reside en realizar un recorrido por el sitio e identificar las señales para considerar la presencia de individuos en la zona (huellas, excretas, marcar, cadáveres, plumas, etc.). Los recorridos de campo dentro del sitio fueron considerados de manera aleatoria, procurando no realizar levantamientos o recorridos en zonas ya exploradas.

Adicional a estos métodos se utilizó una técnica “alternativa” que consistió en la remoción de piedras y restos vegetales, con el fin de detectar especies de reptiles o anfibios que eventualmente utilizan estos sitios como zonas para resguardarse.

IV.2.2.3.1.2 Resultados

La composición faunística en el sitio es la típica de las zonas con alto grado de perturbación, tal es el caso de la zona destinada para el depósito, las especies que se registraron fueron casi nulas como efecto directo de la fragmentación del hábitat y las actividades antrópicas que obligan a la fauna a residir en zonas con condiciones naturales más adecuadas. Es importante mencionar que, aunque no fue posible identificar gran cantidad de especies en el sitio durante las jornadas de levantamiento de fauna, durante los trabajos pueden llegar a presentarse especies de manera intermitente por lo cual es los apartados subsecuentes se ha considerado un programa de rescate y reubicación de especies el cual solo se pondrá en marcha de ser necesario.

Cuadro IV-56. Especies de fauna silvestre identificadas en el sitio.

No.	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Estatus NOM-059
1	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No endémica	Sc
2	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero Mexicano	No endémica	Sc
3	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleón de montaña	No endémica	Sc
4	<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de las rocas	Endémica	Sc

Es evidente que los resultados de campo son insustanciales, pero son el resultado de horas de trabajo en campo; no se descarta la posibilidad de que debido a las condiciones de continuo movimiento por parte del personal de mina y el constante ruido provocado por la maquinaria la fauna fuera desplazada.

IV.2.3 Paisaje

Según Álvarez *et al.* (1999), el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual. Debido a que, con los rasgos abióticos descritos anteriormente; clima geología, fisiográfica, relieve, suelos, hidrología; y a los rasgos bióticos (fauna y vegetación); se puede llegar a establecer una aproximación total del paisaje, sin embargo, esta aproximación es incompleta si no se valora en función de la apreciación visual.

Considerando la infraestructura a desarrollar, se modificará el paisaje de manera puntual, sin embargo, el uso propuesto dará oportunidad a que los habitantes de la región mejoren su calidad de vida, y el impacto visual que se tendrá será rápidamente adoptado por los habitantes de la región.

Se analizó el paisaje local, como una característica integradora del sistema ambiental, que resume los atributos del medio y su estado actual, donde se incluyen los efectos derivados de la actividad antropogénica. Es importante mencionar que la conceptualización del análisis del paisaje se realizó desde un marco geo-ecológico (relación y condiciones del suelo con respecto al estatus ecológico del sitio), dado que el objetivo principal fue definir la calidad visual a nivel regional como un indicador, para evaluar de manera objetiva el impacto ambiental que las obras y actividades pudiera tener sobre el paisaje. La zona de estudio se dividió en unidades paisajistas de acuerdo con el criterio fisiográfico, de cobertura vegetal (tipos de vegetación) y de uso de suelo. Las variables que se evaluaron para cada unidad fueron.

- Calidad visual
- Fragilidad visual
- Visibilidad

A partir de estas dos últimas, se determinó la **calidad visual**, como el indicador que integra la sensibilidad del proceso de deterioro del sitio producido por actividades humanas principalmente. En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas (Carabelli,

2002), por lo que la importancia que tiene este atributo en la evaluación del impacto ambiental es de orden primario, ya que integra las características de los factores y atributos del ambiente. En el proceso de evaluación del impacto ambiental, la caracterización de este atributo, sumado al diagnóstico y al análisis de la problemática ambiental, brinda a los evaluadores indicadores globales de juicio, que dan una visión del estado en el que se encuentra el **SA**, previo a la construcción y operación-mantenimiento de la infraestructura en el sitio evaluado.

El paisaje del sitio está determinado por sus características físicas y bióticas principalmente, el cual, en nuestro caso, es una zona eminentemente forestal, con actividades silvícolas, agrícolas, ganaderas de autoconsumo y mineras. En su microclima se analizaron los aspectos climáticos que influyen en la zona; en su topografía, se consideran sus pendientes máximas y mínimas, esto con el fin que la infraestructura, resultará funcional y rentable; con respecto a su hidrología, se prevé que la canalización de las pluviales que inciden en el sitio, sea adecuado; ya que el flujo del agua no se verá afectado a nivel área de influencia; en el caso de su geología, al tratarse de rocas ígneas extrusivas que dieron origen a suelos de la clase de **leptosoles, luvisoles, phaeozems y regosoles**, se pudo identificar claramente las características principales de éstos y la estrecha relación e interacción con lo anteriores componentes. Con el análisis de los componentes físico y abióticos se pudieron identificar aquellos umbrales físicos que se han dado de manera natural como barrancas, lomeríos, planicies, arroyos, los tipos de vegetación presentes, los climas que permiten esa estructura y los suelos que dan origen; otro factor en el paisaje son aquellos generados por las actividades del hombre en la región, cuya principal evidencia son: las áreas destinadas a la agricultura y ganadería, así como las brechas de terracerías que han sido abiertas para la comunicación vecinal.

a). Calidad visual

Los criterios estéticos incluidos para definir la calidad visual según Álvarez *et al.* (1999) fueron:

- El agua es un elemento relevante
- Preferencia estética de elementos verdes frente a zonas más secas
- Preferencia por formaciones arbóreas frente a las arbustivas
- Preferencia por zonas de topografía accidentada frente a las superficies llanas
- Diversidad o mosaico paisajístico frente a la monotonía de paisajes homogéneos

Con los criterios anteriores, se puede realizar una valoración cuantitativa la cual estará dada en función de conceptos y percepciones subjetivas, pero que al darle un valor numérico ayudarán a ubicar el paisaje en una valoración a nivel escala; dando un valor mayor (3) a aquel paisaje que cumpla con las expectativas mencionadas anteriormente y un valor menor (1) a aquellos paisajes que no cumplan o no satisfagan el criterio de valoración; derivado de la asignación anterior, tenemos lo siguiente:

Cuadro IV-57. Valoración de los criterios estéticos del paisaje del AI

Criterios estéticos	Valoración	Descripción
a	2	Por la presencia de arroyos y cauces (permanente o efímeros) cercanos al sitio.
b	2	La vegetación presente en el sitio es valorada por la diversidad de especies, pero por su condición tienen un valor estético menor.
c	2	El sitio está compuesto de composiciones arbóreas, arbustivas, cactáceas y herbáceas.
d	1	En todo el sitio se presenta el relieve accidentado.
Promedio	1.7	En términos generales la calidad visual puede considerarse como ALTA

b). La fragilidad

La fragilidad visual es la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él. Está en función de la respuesta del paisaje a gradientes de topografía, vegetación, temperatura, humedad y suelos. Un factor adicional se impone por disturbios, interacciones bióticas y el uso de suelo (Turner *et al.*, 2001). Por lo anterior, la fragilidad visual expresa el grado de deterioro visual que experimentaría el sistema ambiental ante el desarrollo de actividades antrópicas. La fragilidad visual del paisaje, tal y como se plantea en este estudio, consta de dos elementos:

- i). La fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales de la obra que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como: la *altura de la vegetación* y el *relieve de la zona*.
- ii). La fragilidad visual extrínseca, que hace referencia a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual a las zonas observadas.

De acuerdo con lo anterior, los criterios aplicados para dar una valoración cuantitativa fueron:

- Cuanto menor sea el porte o altura de la cobertura vegetal, la fragilidad será mayor por tanto será más difícil encubrir determinados impactos adversos que ocasionan los depósitos de jal.
- Cuanto mayor es el porte de la cobertura vegetal, es menor la fragilidad visual, no se considera el porte de las zonas con pastizal o vegetación ripiaria dadas sus reducidas tallas.
- Las zonas con mayor pendiente son más visibles y, por tanto, poseen un mayor valor de fragilidad.
- Las zonas con menor pendiente son menos visibles y, por tanto, poseen un menor valor de fragilidad.

Considerando los criterios anteriores se pudo realizar una valoración cuantitativa, a partir de la valoración cualitativa, considerándose la fragilidad visual intrínseca y extrínseca, en donde para cada uno de los criterios utilizados se dio un valor numérico, siendo 3 para aquel correspondientes a la más alta valoración y 1 para la menor, dando como resultado lo siguiente:

Cuadro IV-58. Valoración de la fragilidad del paisaje

Fragilidad	Criterios	Valoración	Descripción de la valoración
La fragilidad visual intrínseca	Porte o altura vegetal	3	Debido a que se trata de formaciones vegetales de porte menor (vegetación de selva baja caducifolia) la fragilidad será mayor.
	Pendiente	2	Al desarrollarse la obra en una zona poco accidentada como la SMO, la fragilidad se considera como intermedia.
La fragilidad visual extrínseca	Observación del territorio	1	Al tratarse de la zona eminentemente rural, donde las poblaciones más cercanas no rebasan los 200 habitantes, y en términos, puede considerarse un valor medio para este criterio.
	Promedio	2	En términos generales la calidad visual puede considerarse como Media

c). La visibilidad

La visibilidad es la susceptibilidad de una zona o escena a ser contemplada y se determina a partir de las cuencas visuales, los núcleos urbanos y está en función de la distancia. Se utilizó la visibilidad con el objeto de obtener una valoración del paisaje del **AI** en función del atractivo que posee desde el punto de vista de accesibilidad; además, se incluyeron algunos criterios de evaluación de carácter ecológico con lo que se pretende obtener una valoración del paisaje en el contexto puntual, donde existen atributos ambientales importantes.

El estudio de visibilidad se realizó a partir de las cuencas visuales contempladas desde los núcleos rurales menores de 200 habitantes y de las vías de comunicación que dan acceso al sitio con un radio de acción de 5 km, y utilizando la distancia como factor de ponderación. Los puntos de observación se presentan de la manera siguiente:

1. Corta: de 0 a 1 km de distancia.
2. Media: de 1.1 a 2 km de distancia.
3. Larga: de 2.1 a 3 km de distancia.
4. Muy larga: de 3.1 a 5 km de distancia.

En este caso, el análisis de visibilidad se realizó desde unos lomeríos cercanos a los poblados. Su valoración se puede definir como **media** ya que el **AI** en su mayoría se encuentra en terrenos forestales y cuyas geoformas de un cerro a otro no permiten tener una visibilidad del paisaje.

Conclusiones de la valoración del paisaje

En base a la valoración anterior, se concluye que las características del paisaje en el **AI** son: **calidad visual**

moderadamente alta, como resultado de su localización en una zona eminentemente forestal (con perturbaciones antropogénicas por el desarrollo de la silvicultura y actividades agrícolas, ganaderas y mineras); **fragilidad visual media**, como resultado del relieve accidentado, conformación y estructuración de la vegetación presente en el sitio; y **visibilidad corta o baja** por su ubicación desde las partes altas de la microcuencas hidrográfica. Por tanto, el **AI** no implica un impacto importante y/o trascendente en la composición del paisaje, ya que las condiciones naturales presentes no se verán modificadas en importancia significativa y los impactos adversos serán en una zona muy puntual.

Descripción del sistema ambiental regional del paisaje

Los impactos sobre el paisaje se identifican a través de elementos visuales (que suelen ser de tamaño medio o grande) y de las unidades de paisaje que se perciben (principalmente los tipos de vegetación y uso de suelo). Debido a la magnitud de la obra (muy puntual), el impacto paisajístico producido va a ser **muy poco perceptible** en función las condiciones locales de la zona afectada (por la cantidad de habitantes de la región y/o actividades productivas desarrolladas). El impacto regional que se espera sobre el paisaje está condicionado por varios aspectos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- ✓ La presencia de vehículos traerá más movimiento antropogénico a la zona, por lo tanto, habrá más presión sobre el componente faunístico que lo ahuyentará de manera puntual.
- ✓ La contaminación provocada por el hombre traerá impactos negativos a la calidad visual regional.
- ✓ La vegetación establecida en los márgenes o entorno inmediato del sitio a ocupar podrá mitigar el impacto visual.

Finalmente, a nivel regional no se prevé un impacto visual significativo debido a la conformación topográfica regional y al tipo de vegetación prevaleciente, que solo se alcanzará a percibir desde un radio menor a 2 km de distancia.

IV.2.4 Medio socioeconómico

A continuación, se presentan los rasgos más importantes que ayudarán a la caracterización del medio socioeconómico, y posteriormente identificar los impactos relevantes y medidas de prevención y mitigación sobre este componente.

IV.2.4.1.1 Demografía

Población

Según la información del INEGI correspondiente al censo de población y vivienda del año 2020 [disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Datos_abiertos], para el estado de Durango se reporta una población de aproximadamente 1,832,650 habitantes; el 78% de la población vivían en localidades urbanas y el 22% en rurales, a nivel nacional se reporta que el 79% de la población viven en localidades urbanas y el 21% en rurales.

El municipio de **Topia** se ubica en la zona noroeste del estado de Durango y su cabecera municipal es Topia. Se encuentra aproximadamente a 98 km al noroeste de Durango. Según el Censo de Población y Vivienda de 2020, el municipio cuenta con 2,051 habitantes. Su extensión territorial es de 1630.965 km² y la población se dedica principalmente al sector primario. Se encuentra situado en el centro-oeste del estado, entre las coordenadas 25°05' de latitud norte y 106°10' de longitud oeste; a una altura de 2,950 metros sobre el nivel del mar. La mayor parte del municipio se encuentra dentro de la región conocida como las quebradas, debido a sus montañas altas y depresiones profundas. La población total del municipio según el Censo de Población y Vivienda INEGI 2020 corresponde a 2,051 habitantes de los cuales 1,026 son hombres y 1,025 con mujeres. El 45.6% de la población tiene de 15 a 29 años, mientras que el 5.52% de la población cuenta con 60 o más años. Existen 583 hogares en total.

El tipo de centro de población en los que se clasifican los poblados que existen en la región de las quebradas son las denominadas **rancherías** o **zona rural** por el tamaño de población que sustentan. Se consideró importante analizar aquellos poblados más cercanos al SA, para fines estadísticos y generar un panorama de la tendencia poblacional. Las comunidades consideradas, así como algunos indicadores del desarrollo de la población se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro IV-59. Poblados dentro del área de influencia.

Nombre de la localidad		Topia	Promedio/Totales
Población total		2051.00	2051.00
EDUCACIÓN	Población analfabeta mayor de 15 años (%)	5.12	5.12
	Población primaria incompleta mayor de 15 años (%)	7.02	7.02
	Población con primaria completa mayor de 15 años (%)	1.37	1.37
	Población con secundaria completa mayor de 15 años (%)	6.92	6.92
ECONOMÍA	Población económicamente activa (%)	36.81	36.81
SALUD	Población sin derecho a servicio de salud (%)	29.84	29.84
VIVIENDA	Viviendas totales	587.00	587.00
	Promedio de habitantes por vivienda	4.29	4.29
	Vivienda con piso de tierra (%)	6.64	6.64
SERVICIOS	Vivienda sin servicio eléctrico (%)	1.02	1.02
	Viviendas sin agua entubada (%)	1.70	1.70

Datos generadores a partir del Censo de Población y Vivienda 2020

Es importante tomar en cuenta, que determinar los parámetros de natalidad, mortalidad y migración para el AI, es sumamente complicado, toda vez que por los tamaños de las poblaciones y la disposición de la información es difícil establecer lumbrales de confiabilidad estadística; sin embargo, de la información obtenida por el INEGI, se pudo definir los rubros siguientes.

Natalidad

La natalidad dentro del municipio de Topia, se registra 57 nacimientos (vivos) por año de los cuales 32 nacieron siendo del sexo masculino y 25 nacieron siendo del sexo femenino, cabe mencionar que esta información se modifica cada año (INEGI, 2020). A nivel puntual y en la información del censo de Población y Vivienda no se tienen datos que establezcan el índice de natalidad para las comunidades involucradas, por lo que se toma en cuenta el índice de nacimientos a nivel municipal, como referencia y haciendo una estimación simple, se puede definir que para la población de Topia se pueden llegar a tener 3 nacimientos por año.

Migración

A nivel estatal al igual que en el resto del país el proceso migratorio se ha manifestado de manera significativa en las últimas décadas del siglo XX y se ha mantenido como un flujo constante en las primeras décadas del siglo XXI. Para el estado de Durango en el 2005 se reporta una emigración interna de alrededor de 48 mil personas, siendo los principales destinos Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Baja California y Nuevo León; los procesos de inmigración interna en el 2010 llegaron a 39 mil personas que se mudaron de Durango, principalmente a Chihuahua, Coahuila, Baja California, Sinaloa y Zacatecas; en cuanto a la emigración internacional al 2010, en el estado Durango se estimó que de cada 100 emigrantes internacionales, 95 se fueron a EE.UU. (Cuéntame/INEGI).

Según el Anuario de Migración y Remesas 2020, el grado absoluto de intensidad migratoria para el estado de Durango es de 2.7, lo cual lo posiciona como Alto, además de que se considera como uno de los estados con amplia tradición migratoria a EE.UU.; los municipios con principal emigración son Durango, Canatlán, Santiago Papasquiaro, Gómez Palacio y Guadalupe Victoria, siendo su destino más frecuente los estados estadounidenses de Texas, California, Illinois, Colorado y Kansas. Este proceso migratorio, se presenta de manera intermitente en la región (municipio de Topia), por lo que el proyecto de exploración minera no contribuirá a este fenómeno, sino que lo

frenará debido a que, con la generación de empleos, se propicia residencia de los habitantes de una manera más estable en todos los pueblos más cercanos.

Factores socioculturales

Los habitantes más próximos al área de influencia son los pertenecientes, miembros del poblado de Topia, su principal fuente de ingresos es el trabajo por medio de la minería. Las poblaciones son de reciente creación; la mayoría de los habitantes ejercen la religión católica, los demás son grupos pequeños pertenecientes a la religión Testigos de Jehová y Cristianos Evangélicos. A pesar de sus diferencias religiosas, los habitantes de la región se encuentran abiertos a nuevos proyectos que garanticen el desarrollo de la localidad, puesto que el terreno destinado para la obra no tiene valor histórico o religioso.

Empleo

A nivel estatal el PIB se compone con un 10.10% para las actividades primarias, en 34.75% las actividades secundarias y en 55.15% las actividades terciarias (Cuéntame/INEGI). En la región las principales actividades económicas son las relacionadas al sector primario, destacándose las actividades mineras, y en segundo plano las ganaderas, agrícolas y forestales; mientras que las actividades secundarias y terciarias se desarrollan a nivel mínimo en los núcleos poblacionales más poblados, para este caso en la cabecera municipal (Topia).

Las principales fuentes de empleo en la región son las actividades referentes a la minería, agricultura, ganadería, forestal y de comercio (en los núcleos poblacionales). Para la gran mayoría de los habitantes de la región, las actividades del sector minero representan la fuente principal de empleo e ingreso en las familias, con la apertura y ampliación del **depósito de jales** se espera traer más oportunidades de empleo para invertir en los diferentes sectores de la economía local y regional de las actividades primarias y de sus derivados. La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el DOF del 16 de diciembre de 2020, estableció que a partir del 1 de enero de 2021 se tendrían dos áreas geográficas, el sitio del proyecto la tarifa es de \$141.70 pesos como salario mínimo.

Educación

En Durango, 3 de cada 100 personas de 15 años y más no saben leer ni escribir, mientras que el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.1, lo equivalente a secundaria concluida (Cuéntame/INEGI). A nivel zona, según lo generado a partir de la información del Censo de Población y Vivienda 2020 y presentado en el cuadro IV-26, las características principales de la educación en la población se pueden concretar en los datos siguientes: la población analfabeta representa el 5.12%, la población con primaria incompleta el 7.2%, la población con primaria completa 1.37% y la población con secundaria completa el 6.92%.

En las comunidades a beneficiarse se cuenta con educación preescolar y primaria, aunque la mayoría de los alumnos que concluyen alguno de estos niveles educativos, emigran a núcleos poblacionales mayores de la región con el objetivo de continuar preparándose académicamente como alternativa para mejorar su calidad de vida. El analfabetismo principalmente se concentra en personas que forman parte de grupos de edad avanzada; la mayoría de los jóvenes de estos centros de población son quienes se encuentran cursando estudios en alguna de las instituciones de educación que en estos poblados existen.

Salud

La dinámica de población del estado es de 1.7, teniendo como esperanza de vida 72.9 años para los hombres y 78.5 años para las mujeres. Para el año 2020 se registraron 32,981 nacimientos y 13,881 defunciones, siendo la causa principal las enfermedades del corazón, diabetes mellitus y tumores malignos (Cuéntame/INEGI).

Según la información generada en el cuadro IV-26 en la zona el 29.84% tiene acceso a los servicios de salud, este servicio se cubre por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social, atendándose a los derechohabientes en las clínicas rurales que en las comunidades existen. En casos de enfermedades de urgencias o graves que se presentan

en la región, los habitantes son trasladados a la ciudad de Santiago Papasquiaro o en su caso en la ciudad de Victoria de Durango.

En el poblado de **Topia** se cuenta con una clínica y un médico de cabecera que atiende a las familias de la región los 365 días del año. Las medicinas son proporcionadas por el IMSS y la Secretaría de Salud del gobierno del estado de Durango. Además, le empresa Minera Mexicana El Rosario S.A. de C.V., cuenta con servicio médico disponible tanto para trabajadores como para las personas de la comunidad, los cuales pueden ser empleados en cualquier momento en caso de requerirse.

Servicios públicos

A nivel regional la mayoría de los servicios públicos se ofrecen en localidades cuya población es mayor a 500 habitantes, el poblado localizado en el **SA**, rebasan los 250 habitantes. Aunque en el censo poblacional se reporta que no todas las viviendas cuentan con energía eléctrica y servicio de agua entubada.

Vivienda

En la zona no se alcanzan las 587 viviendas por localidad (INEGI, 2010). Las casas habitación se construyen con recursos propios y en la mayoría de los casos se utiliza como principal componente constructivo la madera, en algunos casos especiales, se usa como componente principal del sistema constructivo el tabique y cemento, además en promedio el 6.64% de las viviendas tienen piso de tierra. Se estima que por cada vivienda se tienen alrededor de 4.29 habitantes.

Medios de comunicación

Los poblados pertenecen al municipio de Topia utilizan como vía de comunicación principal los caminos de terracería creados por la actividad minera y forestal; los cuales la mayor parte del año está en condiciones de ser transitados.

El medio de transporte principal son los vehículos tipo Pick Up y los autobuses de la compañía minera que trasladan a los obreros hasta la ciudad de Durango, Dgo.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

IV.2.5.1 Integración del inventario ambiental

A fin de sintetizar la información de utilidad para interpretar el estado actual del **SA**, se integró la información de cada elemento ambiental y sus características más importantes como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro IV-60. Descripción del inventario ambiental.

Elemento	Integración de la información
Fisiografía	La fisiografía a nivel SA es sumamente variada, ya que se encuentra en la Sierra Madre Occidental, en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses. Sin embargo, se encuentra en la clase de topoforma sierra, con pendientes que llegan hasta el 60%.
Hidrología	El SA se ubica dentro de los límites de la cuenca Río Culiacán perteneciente a la Región Hidrológica 10 "Sinaloa". Se trata de un sistema hidrológico abierto. El SA se encuentra dentro de la subcuenca Palmarito – Tamazula, donde se encuentra el AI del sitio dentro de la microcuenca denominada Topia. El AI y sitio se encuentran en el parte norte de dicha subcuenca, las corrientes del AI son intermitentes en su mayoría, sin embargo, en la parte baja cruza el río Culiacán que es de tipo permanente. Respecto al sitio, solo cuenta con una corriente intermitente. La hidrología subterránea del SA corresponde a 1 acuífero: Río Culiacán de acuerdo con el estudio hidrológico se considera como NO vulnerable, no sobre explotado; el AI y sitio se localizan en el mismo acuífero y no existen aprovechamientos hidráulicos para el sitio en un perímetro de 500 m.
Geología	A nivel SA se identificaron un tipo de roca: ígneas intrusivas. En el AI y a nivel sitio se presenta el mismo tipo de roca y no se aprecian minerales que pudieran tener relación con posibles yacimientos económicos a profundidad, y no se aprecia presencia de minerales no metálicos.
Edafología	A nivel SA se tienen 3 grupos de suelo predominantes: Luvisol, Phaeozem y Regosol. Siendo el más abundantes el Luvisol. Mientras que a nivel AI se tienen se tienen 2 tipos de suelo predominantes: Luvisol y

Elemento	Integración de la información
	Phaeozem. A nivel sitio se tiene 1 tipo de suelo: LVhum+LPskli/2r.
Clima	A nivel SA se tiene climas: Templado subhúmedo y Semicálidos subhúmedos. Siendo el más abundantes los templado subhúmedos. A nivel AI se tienen 1 clase de clima que van del Semicálido, Templado - subhúmedo. A nivel sitio se tiene el clima C(w2) (x') que corresponde a los templado subhúmedo. Conforme a la descripción del tipo de clima del sitio, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.
Vegetación	Los grupos de vegetación se distribuyen en el SA en función de la altitud, temperatura y humedad principalmente. El pastizal inducido se distribuye sobre gran parte del SA, mientras que los bosques de pino-encino se encuentran en las zonas altas, cercanas al parteaguas. La agricultura se practica en una pequeña zona en el área norte del SA. Las selvas bajas caducifolias están distribuidas en las zonas sur y sureste. En el centro del SA se encuentran las áreas urbanas construidas.
Fauna	La fauna a nivel SA es muy variada, de acuerdo con el inventario de fauna a nivel AI se identificaron 27 especies de aves, 19 especies de mamíferos y 6 especies de réptiles. De la fauna identificada 5 especies son de importancia cinegética y solo 1 especies se encuentran en la NOM-059.
Paisaje	A nivel SA es ampliamente variado, sin embargo, en un análisis a nivel AI del sitio, se tiene una composición entre los cerros que dan origen al sistema de topofomas.
Social	Las poblaciones son consideradas como zona rural, por los servicios que se presentan, los empleos son escasos y el fenómeno de migración hacia otros estados y a EE. UU es recurrente. Las actividades principales son la agricultura, silvicultura, ganadería y minería.

IV.2.5.2 Valoración del estado actual

La alteración y/o conservación ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes en el desarrollo de las etapas de la obra.

La metodología de la valoración del inventario ambiental se lleva a cabo conforme a tres aproximaciones:

La primera de ellas **asigna un valor numérico a las distintas unidades**, de modo tal que las diferencias entre ellas son cuantitativas y por lo tanto pueden ser procesadas en forma numérica y estadística. La segunda aproximación se inicia con una **ordenación de las unidades** según una escala jerárquica referida a cada variable del inventario. El grado de alteración se podrá valorar por diferencias ordinales. Por último, la tercera aproximación tiene su origen en una **valoración semicuantitativa** en la cual las unidades se clasifican con adjetivos tales como alto, medio y bajo, o con escalas similares.

Los criterios de valoración utilizados para describir el escenario ambiental, identificar la interrelación de los componentes y de forma particular, detectar los puntos críticos del diagnóstico, que pueden ser considerados son: Diversidad (D), Rareza (R), Naturalidad (N), Grado de Aislamiento (A) y Calidad (C), según la definición de la Guía. La calificación para cada uno de los criterios se da en función de la existencia (1-3) o ausencia (0); posteriormente se hace una sumatoria de todos los criterios (E); para finalmente asignar una valoración. Los elementos con unidades menores de 5 son considerados con un grado de conservación bajo, los elementos con unidades mayores a 5 y menores de 10 se consideran con un grado de conservación medio, y los elementos con unidades mayores a 10 y 15 son considerados con un grado de conservación alto.

Cuadro IV-61. Valoración de estado actual del inventario ambiental.

Elemento	Diversidad			Rareza			Naturalidad			Grado de aislamiento			Calidad			Unidades			Valoración		
	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P	SA	AI	P

Hidrología	2	2	1	0	0	0	3	2	1	3	2	1	3	2	2	11	8	5	Alta	Media	Baja
Fisiografía	2	2	1	0	0	0	3	2	2	3	2	1	3	2	1	11	7	5	Alta	Media	Baja
Geología	2	1	1	0	0	0	3	2	1	3	2	2	2	2	1	9	7	5	Media	Media	Baja
Edafología	2	1	1	2	1	0	3	2	1	2	1	1	2	1	1	11	6	4	Alta	Media	Baja
Clima	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	2	9	9	8	Media	Media	Media
Vegetación	2	1	1	3	1	1	2	1	1	2	2	1	3	2	1	12	7	5	Alta	Media	Baja
Fauna	3	2	0	3	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	12	10	0	Alta	Media	Baja
Paisaje	3	2	1	3	2	1	2	2	1	0	0	0	3	2	1	11	8	4	Alta	Media	Baja
Social	3	2	2	0	0	0	2	1	1	2	1	1	1	2	2	8	6	6	Media	Media	Media

IV.2.5.3 Síntesis

La valoración numérica del cuadro anterior puede describirse de la manera siguiente:

Fisiografía

El SA se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, en la subprovincia fisiográfica gran meseta y cañones Duranguenses; además, el sistema de topoformas presenta una sola clase: Sierra (100%). Por tanto, la **diversidad**: dado que en el SA se no tiene un sistema de topoformas amplio y variado, tanto el AI y sitio cuentan con menor variedad de topoformas **(2, 1, 1)**. **Rareza**: no se tienen elementos que pudieran considerarse con grado de rareza **(0, 0, 0)**. **Naturalidad**: A nivel SA y AI la distribución del relieve no se muestra evidencias notables de modificación **(3, 2, 2)**. Se considera un **grado de aislamiento** alto en el SA y medio en el AI y sitio **(3, 2, 1)**. Por la misma modificación del relieve su **calidad** disminuye en términos de unidad analizada **(3, 2, 1)**. La valoración final de la calidad de la fisiografía se considera alta para el SA y media para el AI y el sitio **(11, 7, 5)**.

Hidrología

Diversidad: El SA considera 1 subcuencas por lo tanto el sistema de drenaje no se considera adecuado y es menos diversificado, a nivel AI y sitio solo se tiene 1 subcuenca y ambos se encuentran en la microcuenca Topia, por lo tanto, el sistema de drenaje hídrico es más reducido, a nivel obra se tienen una corriente intermitente, pero el depósito de jales no se ubicará en su cauce **(2, 2, 1)**. **Rareza**: en ninguno de los niveles fueron detectados corrientes o cuerpos de agua con algunas características particulares que ameritará considerarlos como raros **(0, 0, 0)**. **Naturalidad**: a lo largo del SA y AI puede encontrarse algunas obras hidráulicas, como represas, bordos, pozos, etc., a nivel sitio no se tiene infraestructura de tipo hidráulico que afecten de manera considerable la naturalidad de las corrientes **(3, 2, 1)**. **Grado de aislamiento**: se consideró como la afectación o alejamiento a las poblaciones o relacionado al uso, a nivel SA puede considerarse que su uso de presión es bajo ya que en su mayoría se encuentran solo localidades rurales, en el AI se tienen algunos cuerpos que son utilizados para las diferentes actividades, pero a nivel sitio no se tiene aprovechamiento alguno por lo que su presión es inexistente **(3, 2, 1)**. **Calidad**: debe tenerse en cuenta que los centros poblacionales son poco abundantes y dispersos, en general la calidad es buena **(3, 2, 1)**. Finalmente puede observarse que a nivel SA se tiene una mayor calidad del recurso hídrico, a nivel AI está calidad disminuye hasta un margen medio, por la concentración de las poblaciones, y a nivel sitio puede considerarse como media, por las actividades propias del sitio **(11, 8, 5)**.

Geología

Diversidad: nivel SA, AI y sitio se identificaron 1 tipo de roca; ígneas extrusivas ácidas **(2, 1, 1)**. **Rareza**: en términos generales, se le da un valor de 0, pues por eso se realizará la exploración, para conocer las propiedades geológicas del área **(0, 0, 0)**. La disposición de la geología en las unidades de análisis corresponde 100% a procesos naturales **(3, 2, 1)**. No se considera que se presenta **grado de aislamiento de importancia** **(3, 2, 2)**. La **calidad** está

íntimamente ligada a la conformación de los materiales (2, 2, 1). La calidad del elemento es media para el SA, AI y sitio (9, 7, 5).

Edafología

Diversidad: este recurso registra a nivel SA diferentes composiciones, a nivel AI y sitio su composición se ve reducida (2, 1, 1). Por la complejidad de su formación se ha considerado a nivel SA se consideró con un rango medio de **rareza** el cual se ve disminuido a nivel AI y sitio (2, 1, 0). La **naturalidad** ha sido vinculada con el uso del suelo, mientras a nivel SA se tiene aún áreas que conservan sus características naturales, a nivel AI y sitio se nota más la modificación de este recurso (3, 2, 1); así mismo esta misma valoración fue tomada como referencia para el **grado de aislamiento** (2, 1, 1), y la **calidad** (2, 1, 1), para finalmente determinar que la calidad del recurso edáfico es alta a nivel SA, media en el AI y baja en el sitio (11, 6, 4).

Clima

La **diversidad** de climas en el SA y AI son poco variados ya que solo cuenta con solo 2 tipos que son Templado subhúmedo y Semicálidos subhúmedos, a nivel sitio solo se tiene 1 tipo de clima (1, 1, 1). La **rareza** del clima está íntimamente ligada a la diversidad (1, 1, 1). La **naturalidad** de los climas no se ha visto significativamente modificada (3, 3, 3). Los climas no presentan **grado de aislamiento** pues en general son los climas predominantes de la región (1, 1, 1). La calidad se considera como buena (3, 3, 2). Su calidad ambiental se considera alta en el SA y AI, media en el sitio (9, 9, 8).

Vegetación

A nivel SA se identificaron 4 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI y sitio solo 1 tipo de vegetación, por lo tanto, la **diversidad** se catalogó de alta a media y baja (2, 1, 1). La **rareza** se relacionó a la presencia de especies que pudieran estar en alguna categoría de riesgo y/o endémica, a nivel AI y sitio esta posibilidad se ve reducida (3, 1, 1). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de media a baja (2, 1, 1). No se considera que su grado de **aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por estos sistemas (2, 2, 1). La **calidad** de los ecosistemas del SA es considerada como alta, a nivel AI media y a nivel sitio baja (3, 2, 1). En términos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI es media, y baja en el sitio (12, 7, 5).

Fauna silvestre

Los indicadores de fauna fueron valorados sobre la composición de la vegetación, ya que es un elemento directamente ligado, por lo tanto a nivel SA se identificaron 4 tipos de asociaciones vegetales, a nivel AI solo 2, y a nivel sitio no se tiene vegetación alguna, por lo tanto la **diversidad** se catalogo de alta a media y nula (3, 2, 0). La **rareza** se consideró, dado que en el SA abunda climas del tipo templado subhúmedo, se relaciona a la presencia de especies con alguna categoría de riesgo y/o endémica, a nivel AI esta posibilidad se ve reducida y a nivel sitio no se tiene vegetación (3, 2, 0). Tanto a nivel SA como AI los ecosistemas han sido modificados por las diferentes actividades humanas, por lo cual la **naturalidad** ha sido evaluada de media a nula (2, 2, 0). No se considera que su **grado de aislamiento** sea significativo a nivel SA y AI dado a que toda la región está intercomunicada por éstos sistemas (2, 2, 0). La **calidad** de los esossistemas del SA es considerada como media, a nivel AI media y a nivel sitio, nula, ya que no se tiene vegetación (2, 2, 0). En terminos generales puede considerar que la calidad del SA es alta, en el AI es media, baja en el sitio (12, 10, 0).

Medio Perceptual (paisaje)

A nivel SA, la **diversidad** de paisajes es más clara y notoria, a nivel AI se ve reducida y a nivel sitio se considera baja ya que la apreciación de éste está en función de las actividades antropogénicas (3, 2, 1); sin embargo, a nivel SA se pueden encontrar algunos elementos considerados como raros, a nivel AI y sitio son más escasos (3, 2, 1). La **naturalidad** del paisaje es media a nivel SA, se ve reducida a nivel AI, sin embargo, a nivel sitio el paisaje ha sido modificado (2, 2, 1). El paisaje no se considera en ningún nivel de análisis con algún grado de aislamiento, ya que

pertenece al sistema de la región **(0, 0, 0)**. La calidad en términos paisajísticos es mayor a nivel SA, se reduce a nivel AI y a nivel sitio es baja **(3, 2, 1)**. Finalmente podría catalogarse que la calidad del paisaje se ve disminuida del SA hasta el sitio **(11, 8, 4)**.

Socioeconómico

En este componente la valoración de los criterios fue la siguiente: las poblaciones localizadas en el SA son consideradas como rurales; sin embargo, éstas son abundantes y diversas **(3, 2, 2)**. Las poblaciones cercanas al sitio no se tiene registro de poblaciones de grupos indígenas **(0, 0, 0)**. Los habitantes de las poblaciones se dedican a actividades mineras, agrícolas y ganaderas, y por su ubicación no se encuentran limitados en los servicios más básicos **(2, 1, 1)**. Las poblaciones están establecidas en zonas bien definidas y en general cuentan con accesos a algunos servicios básicos **(2, 1, 1)**. La calidad de las poblaciones en el SA se considera como bajo, a nivel AI se tiene mejores fuentes de empleo, mientras que a nivel sitio no se tiene población alguna pero las actividades serán reflejadas en las poblaciones aledañas **(1, 2, 2)**. En términos generales la calidad del elemento social es considerada como media **(8, 6, 6)**. Respecto a la cultura, los habitantes no se verán afectados de manera significativa en sus usos y costumbres, ya que el Distrito Minero es fuente de empleo para los pobladores de localidades cercanas.

Algún factor que pudiera repercutir de forma negativa en los pobladores, pero sobre todo en los trabajadores, serían algunos relacionados con posibles afectaciones a su salud, provocados por la emisión de ruido, vibraciones y partículas a la atmósfera; por lo que se tendrá que poner cierta atención en estos aspectos para evitar cualquier eventualidad de esta índole.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental se refieren a los enfoques desarrollados para identificar, predecir y valorar las alteraciones de una acción. Consiste en reconocer qué variables y/o procesos físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos pueden ser afectados de manera significativa. La medición puede ser cuantitativa o cualitativa; ambas son igualmente importantes, aun cuando requieren de criterios específicos para su definición adecuada. La predicción implica seleccionar los impactos que efectivamente pueden ocurrir y que merecen una preocupación especial por el comportamiento que pueda presentarse. Es importante contrastarlos con indicadores de la calidad ambiental deseada o existente.

La metodología que se utilizó para valorar los impactos fue la propuesta por Granero et al. (2012), [*Propuesta metodológica para la caracterización y valoración cualitativa de impactos ambientales en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental*], la cual inicia con una descripción cualitativa de los impactos para llevarlos a una descripción cuantitativa para su comparación y jerarquización. Es decir, abarca ambos enfoques a partir de la percepción interdisciplinaria de especialistas. La metodología caracteriza y cuantifica los impactos mediante la justificación siguiente:

- El carácter del impacto, referente a su consideración positiva o negativa con respecto al estado previo de la acción (vulnerabilidad).
- La magnitud del impacto, que representa la cantidad e intensidad del impacto (cuantitativo), se realiza por diferentes especialistas o por los antecedentes de estudios de caso.
- El significado del impacto comprende a su importancia relativa (calidad del impacto), se compara con indicadores de la calidad ambiental.
- El tipo de impacto describe el modo en que se produce (directo, indirecto, o sinérgico), se evalúan predicciones a través de simulaciones.
- La duración se refiere al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos (corto, mediano o largo plazo).
- La reversibilidad del impacto tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar la situación anterior a la acción (reversibles o irreversibles).

- El riesgo del impacto estima su probabilidad de ocurrencia.
- El área de influencia es el territorio que contiene el impacto ambiental y que no forzosamente coincide con la localización de la acción propuesta (espacio receptor de los impactos ambientales) (Espinoza, 2007).

En el proceso de caracterización y valoración de los impactos se manejan a escalas de valores que son perfectamente perceptibles y comparables con los criterios de diferentes especialistas para que finalmente resulte una valoración global a lo que se le llama IMPORTANCIA DEL IMPACTO. Esta importancia resulta de una valoración **cuantitativa** de diferentes niveles y escalas de percepción, el índice empleado proviene de la valoración de los indicadores medidos empleando, para todos ellos una escala numérica conmensurable, es decir que hace posible su adición de manera a la obtención de un valor integrador de los efectos ambientales.

Considerando las etapas de la evaluación ambiental, se tiene, la “**valoración cualitativa**” (valoración general de efectos, identificación de acciones impactantes, identificación de factores a ser impactados, identificación de relaciones causa-efecto) y la “**valoración cuantitativa**” (predicción de magnitud del impacto, valoración numérica del impacto). Las mayores incertidumbres asociadas a alguno de los enfoques son consultadas con expertos o con estudios de caso para poder asignar un valor a cada impacto en cada etapa en que se presenta (Conesa, 1995). En este caso la importancia del impacto podrá tener valores entre 7 y 63 lo que posteriormente son jerarquizados para hacer una evaluación completa y estimar numéricamente que impactos tienen mayor efecto sobre la calidad del ambiente. Para ello se debe atribuir a cada elemento del medio un peso o índice ponderal, expresado en Unidades de Importancia (UI), de forma que el valor asignado a cada elemento resulta de la distribución de 100 unidades asignadas al total de elementos ambientales. La metodología para asignar las Unidades de Importancia que corresponden a cada elemento del medio es mediante la participación aislada de varios expertos.

Recopilación y análisis de información.

Una de las primeras actividades desarrolladas, fue la recopilación y análisis de información disponible, lo que permitió, por un lado, conocer con detalle las etapas a desarrollar y por el otro, las características del ambiente fisicoquímico, biológico y socioeconómico del sistema ambiental.

Se consultó material bibliográfico en diversas fuentes de información, así como de un grupo interdisciplinario conformado por ingenieros forestales, biólogo, ingenieros ambientales y especialistas en SIG.

Cuadro V-62. Auxiliares en la evaluación de los impactos ambientales

Nombre	Puesto	Cedula Profesional
M. C. Sacramento Corral Rivas	Consultor forestal y ambiental	3107384
Ing. Jesús Ever Moreno Valdez	Ingeniero Forestal	En tramite
M.I.F. César Gerardo Ramos Hernández	Especialista en SIG	12757064
Blgo. Juan Manuel García Valdez	Biólogo	En tramite
Ing. José Aristeo Salas Larreta	Ingeniero Forestal	En tramite
Ing. Karla María Flores Alba	Ingeniera Ambiental	En tramite

Así mismo, para la valoración se utilizaron todos y cada uno de los instrumentos metodológicos aplicables a este tipo obras y actividades, una vez obtenidos los datos necesarios, se procedió a ordenarlos, clasificarlos y seleccionarlos a fin de tomar en consideración solo aquellos que son útiles para el estudio.

Es común encontrar en la literatura sobre EIA la presentación de las técnicas según su forma, y así tenemos el grupo de listas de verificación, cuestionarios, matrices, redes, superposición de mapas, etc. Dentro de esta valoración se utilizaron varias de estas técnicas para su diagnóstico cuantitativo (H. Weitzenfeld).

Para la valoración de los impactos ambientales de acuerdo con Conesa, Fernández y Vitoria (1997), la importancia del impacto se mide en función, tanto el grado de incidencia o intensidad de la alteración producida como de la

caracterización del efecto, que responde a su vez una serie de atributos de forma cualitativa, tales como, extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

En cada una de las etapas se determinan los tipos de impactos que se generarán por las diferentes obras y actividades. En cada sector del ambiente (abiótico, biótico y socioeconómico), se lleva a cabo un análisis cuantitativo de los impactos determinados, con base al tipo de impacto y al número de interacciones definidas, para reflejar un análisis parcial de cada sector. Esta evaluación permite visualizar globalmente el grado de impacto de forma numérica, porque toma en consideración los tres elementos básicos para definir el impacto: el grado de impacto, las diferentes actividades y el número de impactos presentes para cada sector del ambiente. Además, permite incorporar los criterios fundamentales, que son: magnitud, extensión, duración, sinergismo, acumulación y controversia.

Aplicación de la metodología

Para evaluar el impacto ambiental se caracterizó los componentes ambientales a nivel sistema ambiental y área de influencia, así mismo, se describen las obras y actividades, en cuanto a sus dimensiones, ubicación y distribución. La metodología utilizada para evaluar los impactos considera las etapas siguientes: **i) identificación**, **ii) valoración** y, **iii) jerarquización** de los impactos relevantes, como se ilustra en la figura siguiente.

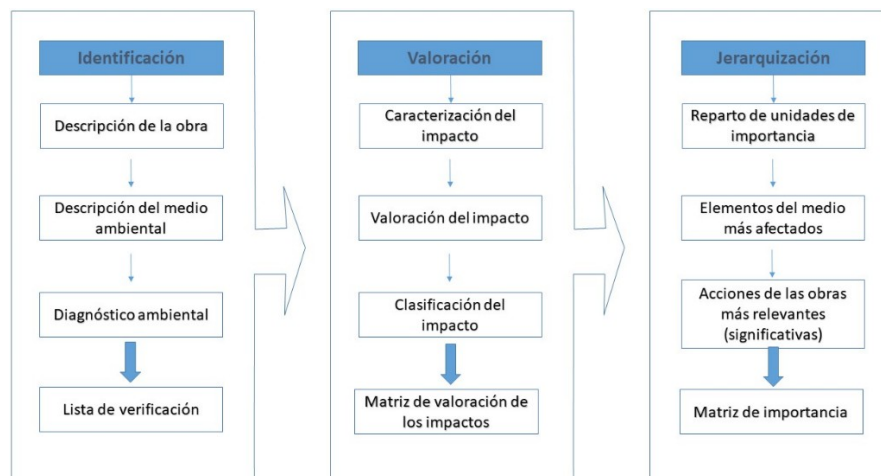


Figura V-29. Descripción gráfica de la metodología a utilizarse para la evaluación de los impactos

V.1 Lista de verificación

En la **identificación** de los impactos, se ha considerado el proceso analítico siguiente.

- i. Se enlistaron todos los **elementos** identificados en la caracterización del Sistema Ambiental.
- ii. Cada elemento fue dividido en **componentes**, es decir las características más importantes que ayudarán a establecer el primer umbral de calidad ambiental.
- iii. Para cada componente fueron asignados los **atributos** más importantes para establecer puntualmente la afectación o dimensiones del impacto.
- iv. Se establecieron **consideraciones** en relación con el funcionamiento o principales factores que intervienen en la modificación o afectación de cada componente.

- v. Para poder realizar la valoración del **impacto**, en un primer ejercicio a juicio abierto se seleccionaron todos aquellos impactos con posibilidad de presentarse por las obras y actividades a desarrollar. Posteriormente, en un análisis a profundidad se identificó las medidas de mitigación y prevención del impacto para dimensionar su magnitud en tiempo y espacio.
- vi. Para impactos que **no presentan afectación o daño se considera un impacto nulo (0)** siempre y cuando se aplicarán las **medidas preventivas (justificación)**; y para aquellos que a pesar de aplicar las medidas preventivas se identificaba que la **afectación y beneficio (1)** a las consideraciones del atributo, fue necesario establecer y concretar la **definición del impacto relevante**.
- vii. Fue necesario, a manera de comprobación como es que se pudiese dar **seguimiento y cumplimiento** de la generación o no generación de impactos, y definir las principales **etapas** en la vigilancia.
- viii. Una vez que los impactos fueron identificados, se filtró una lista para aquellos con valor igual a 1, es decir, aquellos que se manifestarán. Posteriormente, esa lista fue analizada para englobar aquellos impactos que tuvieran alguna característica común.

La lista de verificación de los impactos consiste en asignar un valor de 1 cuando hay afectación y/o beneficio y, 0 para indicar que no hay impacto (impacto nulo), es decir, el objetivo es identificar los impactos relevantes. La lista de verificación es la siguiente.

Cuadro V-63. Lista de verificación de impactos ambientales.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
Fisiografía	Relieve	Elevaciones	Los procesos producidos por los agentes geológicos externos y que modifican el relieve son: meteorización, erosión, transporte, sedimentación.	Modificación de elevaciones	1	El sitio será rellenado.	El jal será depositado con el método aguas abajo con enrocamiento , conformando bermas que modificarán la elevación del sitio, deberá respetarse la elevación máxima permisiva.
Fisiografía	Relieve	Pendientes		Modificación a pendientes	1	La colocación del jal cambiará la configuración de las pendientes del terreno.	El diseño considera que el talud mantenga una relación 2:1 y 1.5:1; la pendiente de las bermas deberá armonizar con el resto del paisaje.
Fisiografía	Relieve	Exposiciones		Modificación a exposiciones	1	La exposición del sitio volverá a una parecida a la que tenía originalmente	El jal vertido volverá a conformar la estructura casi original del sitio.
Hidrología	Calidad del agua	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	La DBO ₅ y la DQO son indicativas de la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales tanto de origen municipal como no municipal.	Incremento de la DBO	0	Las necesidades de aseo y alimentación del personal externo serán cubiertas por MMR, en donde se tienen establecidos sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, para el caso de los obreros que viven en las localidades cercanas, realizarán dichas actividades en sus hogares.	Se instalará un sanitario portátil para el uso del personal, cuyas aguas serán tratadas y no entrarán en contacto directo con los cuerpos de agua. Además, se tendrá un monitoreo constante de la calidad de aguas subterráneas próximas al área del proyecto.
Hidrología	Calidad del agua	Demanda química de oxígeno (DQO)		Incremento de la DQO	0		
Hidrología	Calidad del agua	Coliformes fecales	Las características fisicoquímicas están relacionadas a las descargas de aguas residuales.	Incremento en los valores de las características fisicoquímicas de las aguas residuales (sobre los LMP)	0	Las necesidades de aseo y alimentación del personal externo serán cubiertas por MMR, en donde se tienen establecidos sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, para el caso de los obreros que viven en las localidades cercanas, realizarán dichas actividades en sus hogares.	Se instalará un sanitario portátil para el uso del personal, cuyas aguas serán tratadas y no entrarán en contacto directo con los cuerpos de agua. Además, se tendrá un monitoreo constante de la calidad de aguas superficiales y subterráneas próximas al sitio.
Hidrología	Calidad del agua	Carbón inorgánico					
Hidrología	Calidad del agua	Fosfatos					
Hidrología	Calidad del agua	Potencial hidrógeno (pH)					
Hidrología	Calidad del agua	Temperatura					
Hidrología	Calidad del agua	Azolves	Los azolves están íntimamente ligados al proceso de erosión, debe considerarse que el control de los azolves en los cuerpos de agua obedece a	Incremento de azolves producto de procesos de erosión (laminar o en cárcavas)	0	En el sitio no se encuentran corrientes superficiales, ni materiales finos que pudieran ser arrastrados con facilidad. No habrá movimiento significativo de material.	Se planea un programa de monitoreo de la estabilidad de los taludes, para prevenir la erosión en ellos.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
			obras encaminadas al control de la erosión.				
Hidrología	Calidad del agua	Metales pesados	Se debe caracterizar el jal para determinar su toxicidad.	Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos con metales pesados por pérdida de jal.	0	El jal se caracterizó de acuerdo con la NOM-157 y los resultados obtenidos indican que EL JAL NO ES TÓXICO por su composición.	Con el análisis de jal se dio cumplimiento al inciso 5.2 de la NOM-141 correspondiente a la caracterización de los jales.
Hidrología	Calidad del agua	Lixiviados	Es necesario determinar si los jales son potenciales generadores de drenaje ácido.	Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos con lixiviados provenientes del jal.	0	El jal se caracterizó de acuerdo con la NOM-141 y los resultados obtenidos indican que EL JAL ES GENERADOR POTENCIAL DE DRENAJE ÁCIDO.	La Ingeniería del depósito de jales contempla un sistema de desvío de aguas pluviales para evitar que estos estén en contacto con el suelo o corrientes de agua subterráneas y superficiales. Además, en el material de conformación se utilizará piedra caliza para minimizar el riesgo de generación de lixiviados.
Hidrología	Ciclo del agua	Flujo superficial	Las corrientes superficiales con aquellas que se presentan de manera permanente y/o superficial.	Se afecta el flujo de corrientes superficiales	0	El sitio no cuenta con corrientes superficiales y solo presenta escurrimientos de tipo laminar, mismos que no llegan a formar corrientes definidas.	Las obras se realizarán conforme a lo establecido en el programa de trabajo del Manifiesto de Impacto Ambiental.
Hidrología	Ciclo del agua	Flujo subterráneo	El sitio se encuentra en la parte alta del acuífero San Culiacán, se puede establecer que es zona de captación.	Afectación y/o aprovechamiento del acuífero	0	No existirá aprovechamiento de agua subterránea.	Se ejecutará un programa de monitoreo constante de la calidad de aguas superficiales y subterráneas próximas al sitio.
Hidrología	Ciclo del agua	Escorrentía	La escorrentía e infiltración son componentes del ciclo hidrológico que están directamente relacionados con la vegetación.	Aumento en el escurrimiento superficial en un evento de lluvia	0	En el sitio no existe vegetación; por tal motivo no se modificarán las tasas de infiltración y escurrimiento por las actividades programadas.	Que las obras y actividades se realicen conforme lo planteado en la Manifestación de Impacto Ambiental.
Hidrología	Ciclo del agua	Infiltración		Disminución de la infiltración en un evento de lluvia	0		

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
Geología	Material superficial	Material geológico superficial	El material geológico superficial del SA se encuentra consolidado.	Movimiento de material geológico superficial	0	No se realizará movimiento de material geológico superficial por las características del sitio donde se depositará el jal.	Que las obras y actividades se realicen conforme lo planteado en la Manifestación de Impacto Ambiental.
Geología	Material subterráneo	Material geológico subterráneo	El material geológico subterráneo del SA se encuentra consolidado.	Movimiento de material geológico subterráneo.	0	No se realizarán perforaciones a profundidad.	Que las obras y actividades se realicen conforme lo planteado en la Manifestación de Impacto Ambiental.
Edafología	Composición física	Erosión	El tipo de erosión con potencial a generarse corresponde a la hídrica, que se define como la pérdida de suelo generada por circulación superficial difusa del agua de escorrentía.	Incremento en los procesos de erosión hídrica (laminar)	0	El sitio no tiene suelo o elementos finos.	Actualmente el sitio no cuenta con capa de suelo.
Edafología	Composición física	Residuos sólidos	Serán generados residuos sólidos en las diferentes etapas, los cuales de no tener un manejo adecuado podrán llegar a contaminar los suelos.	Generación de residuos sólidos	1	Al incrementarse la presencia humana en las diferentes etapas, se generan residuos sólidos.	Es indispensable la colocación de contenedores de residuos sólidos, para evitar que entren en contacto con los diferentes elementos.
Edafología	Composición química	Residuos peligrosos	Los residuos peligrosos de no tener un manejo adecuado podrán llegar a contaminar los suelos.	Contaminación por residuos peligrosos	0	Las actividades de mantenimiento y otras que puedan generar residuos peligrosos no se darán en el sitio.	El mantenimiento de vehículos y maquinaria se llevará en lugares establecidos y con el manejo adecuado de los residuos peligrosos. En caso de que de manera fortuita llegase a tener que realizar algún mantenimiento correctivo en el sitio, deberá garantizarse que los residuos serán trasladados hasta el almacén del MMR, donde se cuenta con la infraestructura para su manejo y disposición.
Edafología	Composición biótica	Composición de la capa orgánica del suelo	El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. La materia orgánica es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos.	Disminución en la fertilidad del suelo	0	El sitio no tiene suelo o elementos finos.	Actualmente el sitio no cuenta con capa de suelo.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
Atmósfera	Clima	Temperatura			1		
Atmósfera	Clima	Precipitación	El cambio climático obedece a factores globales, sin embargo, se ha comprobado que las emisiones de CO ₂ , el cual es uno de los gases que contribuye al efecto de invernadero.	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero, que repercutirán a largo plazo en las condiciones del clima global.	1	Asociados a los vehículos con combustión interna; en el desarrollo de las diferentes actividades y obras se utilizarán vehículos o maquinaria pesada.	Mantenimiento preventivo para que los vehículos y maquinaria pesada se encuentren en óptimas condiciones y garantizar la mínima emisión de gases tipo invernadero.
Atmósfera	Clima	Vientos			1		
Atmósfera	Clima	Fenómenos meteorológicos			1		
Atmósfera	Clima	Evapotranspiración potencial			1		
Atmósfera	Clima	Fenómenos naturales			1		
Atmósfera	Calidad del aire	Monóxido de carbono (CO)	Están relacionados a los procesos de combustión incompleta; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	Aumento den las concentraciones de CO	1	Asociados a los vehículos con combustión interna; en el desarrollo de las diferentes actividades y obras se utilizarán vehículos.	Mantenimiento preventivo para que los vehículos se encuentren en óptimas condiciones y garantizar la mínima emisión de gases tipo invernadero.
Atmósfera	Calidad del aire	Dióxido de carbono (CO ₂)	Están relacionados a los procesos de combustión (completa); y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	Aumento en las concentraciones de CO ₂	1		
Atmósfera	Calidad del aire	Óxidos de nitrógeno (NOx)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	Aumento en las concentraciones de NOx	1		
Atmósfera	Calidad del aire	Óxidos de azufre (SOx)	Están relacionados a los procesos de combustión; y su concentración en la atmósfera es un indicador de la calidad de aire.	Aumento en las concentraciones de SOx	1		
Atmósfera	Calidad del aire	Polvos	El polvo es parte de la composición de la atmósfera,	Generación de polvo	1	Por el movimiento de materiales en la preparación del sitio. Por el tránsito de	Ejecución adecuada del movimiento de materiales y condición optima de los caminos

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
			se genera de manera natural en un ecosistema, sin embargo, puede haber acciones del hombre que aumenten su generación y dinámica.			los vehículos.	de acceso.
Atmósfera	Calidad del aire	Olor	Las diferentes percepciones olfativas en el ambiente dependen de la composición del ecosistema y las interacciones con los vientos.	Generación de olores diferentes a los del ecosistema	0	No se modifica a nivel local.	Percepción olfativa de los habitantes y obreros.
Atmósfera	Ruido	Generación de ruido ajeno al ecosistema	En la naturaleza de forma general se dan a cabo interacciones que generan ruido, canto de las aves, sonidos de mamíferos, el viento chocando con las hojas de los árboles.	Generación de ruido	1	Se generará ruido y vibraciones por las diferentes actividades.	Percepción acústica de los pobladores ya que el área se encuentra cerca de una localidad. Los trabajadores usarán equipo de protección auditivo.
Biota	Vegetación	Conformación de la vegetación	La vegetación arbórea, arbustiva y herbácea corresponde al ecosistema de clima semiseco templado en el SA.	Disminución de la cobertura vegetal	0	El uso de suelo del sitio corresponde a área desprovista de vegetación.	Realizar de manera adecuada las actividades de preparación del sitio. Aplicar el programa de rescate y reubicación. Aplicar programas de reforestación y restauración. No afectar más superficie que la autorizada.
Biota	Vegetación	Especies raras, en categoría de riesgo o de importancia ecológica	Existen especies en categoría de riesgo y de importancia ecológica, las cuales pueden estar presentes a nivel regional en el SA.	Afectación a individuos de especies vegetales raras, en categoría de riesgo o de importancia ecológica.	0	No existirá afectación a la diversidad de especies de flora, ya que el sitio no cuenta con vegetación. No se identificaron especies en categoría de riesgo.	Que las obras y actividades se realicen con forme lo planteado en la Manifestación de Impacto Ambiental.
Biota	Fauna silvestre	Especies del ecosistema	Los ecosistemas que contiene el SA tienen especies de fauna de los ecosistemas de clima Semicálido, templado subhúmedo y Templado.	Desplazamiento de especies de fauna por afectación al hábitat.	0	La fauna al ser un componente dinámico podrá presentarse en las diferentes etapas y a lo largo de todo el sitio, por lo que se determina que podrá generarse el desplazamiento o afectación indirecta en este componente.	Que las obras y actividades se realicen con forme lo planteado en el Manifiesto de Impacto Ambiental. Y aplicar Programa de Rescate y Reubicación.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
Biota	Fauna silvestre		Se tienen especies raras, de lento desplazamiento, en categoría de riesgo y de importancia ecológica.	Se identificaron especies con potencial de encontrarse en el sitio con algún estatus de protección según la NOM-059.	0	No existirá afectación a la diversidad de especies de la fauna. La afectación a la distribución de las especies de fauna se refiere únicamente al desplazamiento, en ningún momento deberá permitirse la caza o captura. No se identifican especies dentro del sitio.	Que las obras y actividades se realicen con forme lo planteado en La Manifestación de Impacto Ambiental. Y en su caso aplicar Programa de Rescate y Reubicación.
Paisaje	Percepción del paisaje	Calidad del paisaje	El proceso de deposición de jal en terrazas modificará el relieve actual del sitio.	Modificación del relieve local	1	El efecto en la topografía local derivado de la elevación del área durante las etapas de construcción-operación será evidente visualmente.	Se plantea un programa de abandono del sitio en el que se buscará que al final de la vida útil del depósito de jales, el área armonice con el entorno.
Paisaje	Percepción del paisaje	Calidad del paisaje	El nuevo uso del área se unirá a la infraestructura minera del GSCL.	Pérdida de armonía visual	1	Durante las primeras etapas del desarrollo de la obra, está no armonizará visualmente con los alrededores.	Durante la etapa de abandono del sitio se buscará que la obra armonice con el entorno y se establecerá vegetación nativa en el área.
Paisaje	Percepción del paisaje	Fragilidad visual	Modificación de la diversidad vegetal.	Modificación de la diversidad vegetal	0	El sitio no cuenta con vegetación.	Que las obras y actividades se realicen con forme lo planteado en La Manifestación de Impacto Ambiental.
Paisaje	Percepción del paisaje	Visibilidad	Modificación de la estructura vegetal.	Modificación de la estructura vegetal	0	El sitio no cuenta con vegetación.	Que las obras y actividades se realicen con forme lo planteado en La Manifestación de Impacto Ambiental.
Social	Calidad de vida	Económico	Las actividades económicas de la región se resumen a la agricultura y ganadería y minería.	Generación de empleos	1	Con la generación de empleo se combate los índices de marginación y pobreza de las poblaciones cercanas por la relevancia que representa el contar con nuevas y mejores oportunidades de empleos.	Incremento de la calidad de la población local
Social	Calidad de vida	Social	Las actividades económicas se verán reflejadas en el incremento en el desarrollo socioeconómico a nivel regional	Generación de empleos	1	La generación de empleos con sueldos competentes de acuerdo con la ley laboral permitirá el desarrollo de actividades económicas y sociales a nivel regional	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional
Social	Calidad de vida	Recreacional	Las actividades de recreación están relacionadas a actividades campiranas, y es muy común que el personal tenga la caza como actividad recreativa.	Modificación de actividades de recreación	0	Las actividades recreacionales no se modificarán, pero si será prohibida la caza a los empleados de la empresa.	Prohibición de actividades de caza a los empleados y colocación de letreros de conciencia ambiental.

Elemento	Componente	Atributo	Consideración	Impacto	Afectación/ Generación	Justificación/Causa	Seguimiento/cumplimiento
Social	Económico	Tenencia de la tierra	Se debe contar con la anuencia por parte de los propietarios de los terrenos para el desarrollo de la obra.	No se modifica el derecho de Tenencia de la tierra de los propietarios del área.	0	La empresa Minera Mexicana el Rosario S.A. de C.V. cuenta con la anuencia por parte del Ejido Topia para el establecimiento de infraestructura minera.	En los Anexos del Manifiesto de Impacto Ambiental se incluye la documentación que acredita la legal posesión de la tierra y la anuencia para establecer infraestructura minera en el área del proyecto.
Social	Educación	Educativo	Como apoyo adicional a las poblaciones cercanas a los complejos mineros, se puede ayudar a mejorar la calidad educativa.	Mejora en el nivel educativo	0	La empresa Minera Mexicana el Rosario S.A. de C.V., apoya a las escuelas en el mantenimiento de estas.	Ayudar con servicios e infraestructura a los habitantes del poblado de Topia.
Social	Infraestructura	Infraestructura	Como apoyo adicional a las poblaciones cercanas a los complejos mineros, se puede ayudar proveyendo servicios o infraestructura a los habitantes.	Mantenimiento de la infraestructura caminera	0	La empresa Minera Mexicana el Rosario S.A. de C.V, apoya con el mantenimiento de los caminos de servidumbre y donación de insumos.	Ayudar con servicios e infraestructura a los habitantes del poblado de Topia.
Social	Educación	Educativo	Acceso a educación para los hijos de los trabajadores.	Mejora en el nivel educativo	0	No se tiene un efecto directo, sin embargo, al ofrecer empleos se ofrece una oportunidad de ingreso familiar, lo que puede resultar entre otros beneficios, en el acceso a bienes de educación.	Generación de empleos a personas de la región.

Cuadro V-64. Globalización de los impactos relevantes

Elemento	Componente	Impacto	Globalización del impacto
Fisiografía	Relieve	Modificación de elevaciones	Modificación del relieve local
Fisiografía	Relieve	Modificación a pendientes	
Fisiografía	Relieve	Modificación a exposiciones	
Edafología	Composición física	Generación de residuos sólidos	Generación de residuos sólidos
Edafología	Composición química	Alteración geoquímica del suelo	Alteración geoquímica del suelo
Hidrología	Calidad del agua	Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea	Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea
Atmósfera	Clima	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero
Atmósfera	Calidad del aire	Aumento de las concentraciones de CO	
Atmósfera	Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de CO ₂	
Atmósfera	Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de NO _x	
Atmósfera	Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de SO _x	Generación de polvo y ruido
Atmósfera	Calidad del aire	Generación de polvo	
Atmósfera	Ruido	Generación de ruido	
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna	Desplazamiento de especies de fauna silvestre
Paisaje	Percepción del paisaje	Pérdida de armonía visual	Pérdida de armonía visual
Social	Calidad de vida	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional y calidad de vida de los habitantes locales	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional
Social	Calidad de vida	Atención médica a los obreros	Incremento en la calidad de vida de la población local

V.2 Caracterización y valoración de los impactos

En la caracterización y valoración de los impactos relevantes se consideró el proceso analítico siguiente.

- Se identificó la ocurrencia de los impactos por etapa.
- Se valoraron los impactos adversos y benéficos, tomando en cuenta sus dimensiones y las medidas de mitigación y prevención.
- Se dio una valoración global para los impactos identificados en cada etapa.

Cuadro V-65. Identificación de los impactos por etapa.

Elemento	Componente	Impacto	Preparación del sitio	Construcción-operación	Mantenimiento	Abandono del sitio
Fisiografía	Relieve	Modificación del relieve local		X		
Edafología	Composición física	Generación de residuos sólidos	X	X	X	X
Edafología	Composición física	Alteración geoquímica del suelo		X	X	
Hidrología	Composición química	Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea		X	X	
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	X	X	X	X
Atmósfera	Calidad del aire	Generación de polvo y ruido	X	X	X	X
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	X	X	X	X
Paisaje	Percepción del paisaje	Pérdida de armonía visual		X		X
Social	Calidad de vida	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional	X	X	X	X
Social		Incremento en la calidad de vida de la población local	X	X	X	X

CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

La caracterización de los impactos consideró los criterios siguientes.

Naturaleza (+/-). El signo positivo se aplicará a todos aquellos impactos que supongan algún beneficio sobre los factores del medio considerados. El signo negativo se aplicará sobre aquellos impactos detectados cuyo efecto sea perjudicial para el medio.

Plazo de manifestación (PM). Considera el tiempo en el que el impacto se hará presente, considerando una escala de corto, mediano y largo plazo. Es este sentido resulta interesante matizar que no resulta útil el adjudicar diferentes valoraciones a un impacto por el hecho de manifestarse antes o después, por lo que este criterio utilizará las letras CP, MP y LP para corto plazo, medio plazo y largo plazo respectivamente.

Efecto (E). Describe la incidencia del impacto en el componente considerándose dos relaciones: directo e indirecto. En función de la relación causa-efecto, se consideran directos todos aquellos impactos que provoquen una

incidencia inmediata sobre algún aspecto ambiental. Por el contrario, serán indirectos, aquellos impactos cuyo efecto esté relacionado, además, con otro aspecto ambiental (aplicable a impactos positivos y negativos).

Acumulación (A). Esta característica se refiere la acumulación del impacto con otros y al mismo tiempo con la sinergia de éstos. Si afecta únicamente al elemento evaluado es simple, si su efecto es progresivo es acumulativo, y si efecto induce otros impactos es sinérgico (aplicable a impactos positivos y negativos).

Duración (D). Dependiendo del tiempo de ejecución para cada acción o actividad de la obra, se menciona el tiempo de permanencia del impacto, considerando un corto, mediano y largo plazo (aplicable a impactos positivos y negativos).

Reversibilidad (RV). Se define si el tipo de impacto es reversible o irreversible, estableciendo el grado de perturbación que se presente en algún componente ambiental y según su duración en años. En este caso fue considerado bajo el supuesto que el ecosistema pudiera llegar alcanzar su clímax en alrededor de 25 años (aplicable a impactos negativos). Resulta necesario aclarar en este punto que, por lo general, los impactos de carácter positivo no se adecuan bien a este parámetro, por lo que se aplicará en función de duración (años).

Recuperabilidad (RC). Este criterio tiene mucha similitud con el anterior (reversibilidad), si bien en este caso se refiere a la posibilidad de eliminar una alteración mediante la intervención humana y la implementación de medidas preventivas o correctoras. En función de lo que tarda el medio en recuperar las condiciones iniciales, se puede hablar de recuperabilidad inmediata, a corto, medio o largo plazo. Si un impacto es reversible también es recuperable y normalmente se puede acelerar su recuperación mediante la intervención humana, acortando los plazos. En este caso, habrá que considerar los costes de ejecución de las medidas correctoras para determinar su viabilidad (aplicable a impactos negativos). Al igual que en el caso de la reversibilidad, los impactos positivos por lo general no se adecuan a este parámetro, por lo que se aplicará en función de duración (años).

Periodicidad (PR). Al tiempo de manifestación del impacto, pudiendo ser; continuo, periódico o discontinuo, en función de su probabilidad (aplicable a impactos positivos y negativos).

Extensión del impacto (EX). Considerando parámetros como el porcentaje de superficies o población beneficiada. puntual, cuando afecte a menos del 5% de la superficie total del proyecto; parcial cuando afecte entre un 5 y un 25%, media entre un 26 y un 50%, extensa entre un 51 y un 90%, total entre un 91% y un 100% y prologada cuando el efecto sea superior al 100% de la superficie o se produzca fuera de los límites de ésta (aplicable a impactos positivos y negativos).

Intensidad del impacto (IT). Consideración técnica porcentual de afectación al elemento. Resulta precisa la inclusión de un criterio que permita establecer el grado de destrucción/afección o mejora del medio ambiente afectado mediante un parámetro que denominaremos Intensidad del impacto. Dicho parámetro estará referido al área (o la población en el caso de ciertos impactos positivos) considerada para definir la extensión del proyecto, y al impacto concreto que se evalúa (aplicable a impactos positivos y negativos).

La valoración de los impactos se realizó considerando los criterios siguientes.

Cuadro V-66. Criterios de la caracterización de los impactos ambientales

ID	Signo	Naturaleza		A	Valor	Acumulación	Consideración
	-	Impacto negativo			10	Sinérgico	Induce más de 5 impactos nuevos
	+	Impacto positivo			8	Sinérgico	Induce de 3 a 5 nuevos
PM	Clave	Plazo de manifestación	Rango		6	Sinérgico	Induce > 2 impactos nuevos
	LP	Largo Plazo	> 5 años		2	Acumulativo	Incremento progresivo
	MP	Mediano Plazo	< 5 años		1	Simple	Únicamente al elemento
	CP	Corto Plazo	< 1 años				
E	Valor	Efecto	Consideración	D	Valor	Duración	Rango
	3	Directo	Incidencia inmediata		6	Permanente	> 10 años
	1	Indirecto	Incidencia secundaria		3	Temporal	Largo plazo (años)

	2	Temporal	Mediano plazo (meses)
	1	Temporal	Corto plazo (días)
RV	Valor	Reversividad	Rango
	10	Irreversible	> 25 años
	6	Reversible	21 a 25 años
	5	Reversible	16 a 20 años
	4	Reversible	11 a 15 años
	3	Reversible	6 a 10 años
	2	Reversible	1 a 5 años
	1	Reversible	<1 año
RC	Valor	Recuperabilidad	Rango
	7	Irrecuperable	> 25 años
	6	Recuperable	21 a 25 años
	5	Recuperable	16 a 20 años
	4	Recuperable	11 a 15 años
	3	Recuperable	6 a 10 años
	2	Recuperable	1 a 5 años
	1	Recuperable	<1 año
PR	Valor	Periodicidad	Rango
	7	Continuo	Se presenta durante todo el tiempo
	5	Periódico	Se puede identificar una periodicidad
	4	Posible ocurrencia	>10 veces al año
	3	Posible ocurrencia	5-10 veces al año
	2	Posible ocurrencia	1-4 veces al año
	1	Posible ocurrencia	<1 vez al año
EX	Valor	Extensión	Rango
	9	Prolongada	Fuera de los límites delimitados o > 100%
	7	Total	91-100%
	5	Extensa	51-90%
	3	Media	6-50%
	2	Parcial	5-25%
	1	Puntual	<5%
IT	Valor	Intensidad	Rango
	12	Máxima	>91%
	8	Muy alta	76-90%
	6	Alta	51-75%
	4	Media	26-50%
	2	Baja	5-25%
	1	Muy baja	<5%

La **valoración final** de los impactos estará en función de la fórmula siguiente.

$$I = \pm (E + A + D + RV + RC + PR + EX + \textcolor{red}{I}) PM$$

DICTAMEN

El dictamen final, considera las categorías de impacto ambiental **compatible, moderado, severo y crítico**, cuyas acepciones son las siguientes.

- **Impacto ambiental compatible.** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **Impacto ambiental compatible - moderado.** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, pero con tendencia a moderado.
- **Impacto ambiental moderado.** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **Impacto ambiental moderado - severo.** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, pero con tendencia a severo.
- **Impacto ambiental severo.** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- **Impacto ambiental severo - crítico.** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, con tendencia a crítico.
- **Impacto ambiental crítico.** Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable, con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, con difícil posibilidad de recuperación, dónde se sugiere la adopción de medidas protectoras, correctoras y/o la valoración de una alternativa más sustentable.

Para la definición la categoría del impacto se utilizó el criterio siguiente.

Cuadro V-67. Criterios de categorización de los impactos ambientales

Categoría	RC (años)	Valor
Compatible	< 1	1
Compatible-Moderado	1 a 10	2
Moderado	11 a 20	3
Moderado-Severo	21 a 30	4
Severo	31 a 40	5
Severo-Crítico	40 a 50	6
Crítico	> 50	7

V.2.1 Preparación del sitio

Para esta etapa se han identificado 6 impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente.

1. Generación de residuos sólidos. Es un impacto **negativo**, por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. De manifestación a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. De efecto **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. **Acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. De duración **temporal**, está relacionada a las actividades antropogénicas y la duración de la etapa que será máximo a 1 año. **Irreversible**, está en función del tipo de residuo generado y el tiempo que tarde en degradarse en el ambiente. **Recuperable**, al realizar la disposición adecuada de los residuos de acuerdo con la legislación y normatividad vigente, se considera que el impacto es fácilmente recuperable. **Periódico**, la generación de residuos está íntimamente ligada a la presencia humana. De extensión **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel puntual. De intensidad **baja**, estará en función de la cantidad de trabajadores en el sitio.

2. Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero. Es un impacto **negativo**, los gases tipo invernadero son un impacto negativo. De manifestación a **largo plazo**, aunque desde el inicio de las actividades se puede presentar su impacto no será apreciado hasta el largo plazo. De efecto **indirecto**, porque se deriva de la combustión interna de los motores de la maquinaria y equipo utilizados durante esta etapa. De acumulación **simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. De duración **temporal**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos serán necesarias durante esta etapa. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. **Recuperable**, las medidas de prevención coadyuvaran a que los niveles de los gases tipo invernadero no afecten el SA ni el AI. **Periódico**, el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades serán periódico, establecido por horarios y temporadas. De extensión **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel del sitio. De intensidad **muy baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria sean sometidos a mantenimiento.

3. Generación de polvo y ruido. Es un impacto **negativo**, el polvo y el ruido en exceso perturban la tranquilidad del sitio, y pueden generar esiones en el personal si no se usa la protección auditiva y visual adecuada. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de lluvias, en dónde será poco apreciable. Su efecto es **indirecto**, ya que obedece, principalmente al uso de maquinaria y vehículos. **Acumulativo**, en caso de que las actividades que generen el impacto se lleven a cabo al mismo tiempo. La duración es **temporal**, el uso de maquinaria y vehículos será temporal, ya que se utilizará en horarios y sólo para las actividades necesarias. **Reversible**, la generación de ruidos y polvo solo será apreciable durante las actividades. Es **recuperable**, en caso de ser necesario se aplicarán riegos para disminuir la formación de polvos. **Periódico**, una vez terminadas las actividades el ruido y el polvo cesarán. La extensión es **parcial**, resultandos afectados en un rango muy reducido a la fuente se emisión. Finalmente, la intensidad es **muy baja**, estará en función del proyecto.

4. **Desplazamiento de especies de fauna silvestre.** Es un impacto **negativo**, con las diferentes actividades, la fauna buscará refugio en sitios menos perturbados. De manifestación a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades se podrá manifestar. De efecto **indirecto**, derivado de la presencia humana en el área. **Acumulativo**, por la sinergia que tiene con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema, sin embargo, no es significativo. De duración **temporal**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, está vinculado al desarrollo de actividades en el área, ya que está íntimamente ligado a la presencia humana. **Recuperable**, una vez que cesen las actividades el sitio volverá a su estado natural. **Periódico**, obedece a la actividad humana. De extensión **total**, puntual y con referencia al AI. De intensidad **baja**, puntual y con referencia al AI.

5. **Incremento en el desarrollo socioeconómico.** Es un impacto **positivo**, se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto, se incrementarán las relaciones comerciales en la región aumentando el desarrollo socioeconómico. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados mejoran el incremento en el desarrollo socioeconómico de la región. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **temporal**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, por la duración de la etapa. Es recuperable, si se abandona las actividades se recupera el estado socioeconómico inicial. **Continuo**, durante todas las actividades de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica en la región.

6. **Incremento en la calidad de vida de la población local.** Es un impacto **positivo**, al contar con empleos bien remunerados de acuerdo con las prestaciones que establece la ley, la calidad de vida de los pobladores de la región aumentará. Su manifestación es a **corto plazo**, la generación de empleos se verá reflejada en la calidad de vida a nivel regional. Su efecto es **directo**, sobre la calidad de vida de los trabajadores y sus familias. **Simple**, solo durante el desarrollo de la presente etapa. La duración es **temporal**, con relación a la duración total de la actual etapa. **Reversible**, considerando la duración de la etapa. Es **recuperable**, una vez concluidas las actividades la calidad de vida de los pobladores recuperará su estado inicial. **Continuo**, considerando el tiempo de duración de la etapa. La extensión es **prolongada**, considerando que la calidad de vida se aumentará a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, de acuerdo con la derrama económica en la región.

Cuadro V-68. Valoración de los impactos en la etapa de preparación del sitio.

Elemento	Componente	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Edafología	Composición física	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	2	10	1	5	2	2	-25CP	COMPATIBLE
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	LP	1	1	3	1	2	5	2	1	-16LP	COMPATIBLE-MODERADO
Atmósfera	Calidad del aire	Generación de polvo y ruido	-	CP	3	1	1	1	1	5	3	2	-17CP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	-	CP	1	2	2	2	1	5	7	2	-22CP	COMPATIBLE
Social	Calidad de vida	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional	+	CP	3	8	3	1	2	7	9	12	+45CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Calidad de vida	Incremento en la calidad de vida de la población local	+	CP	3	8	3	1	2	7	9	12	+45CP	COMPATIBLE-MODERADO

V.2.2 Construcción – operación

Para esta etapa se han identificado **10** impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

1. Modificación del relieve local. Es un impacto **positivo**, ya que el sitio corresponde a una obra minera a la cual no se le da un uso el sistema constructivo es aguas abajo con enrocamiento, el jal se depositará hasta llegar al nivel máximo de +1,745 msnm. De manifestación a **largo plazo**, ya que las elevaciones se irán aumentando paulatinamente hasta que el depósito llegue a su máxima capacidad. De efecto **directo**, el depósito del jal es sobre el sitio, razón por la cual habrá modificación de las elevaciones. De acumulación **sinérgico**, conforme avance la etapa de llenado, también se modificarán la exposición y las pendientes del sitio. De duración **permanente**, el llenado se estima para un periodo de años, pero la obra será de tipo permanente. **Irreversible**, ya que el jal no será un elemento natural en el sitio, las elevaciones no volverán a su estado original. **Recuperable**, en caso de querer vaciar el depósito se estima que se necesitará el mismo tiempo de llenado. **Periódico**, ya que el llenado se realizará en bermas hasta alcanzar la máxima capacidad del depósito. De extensión **total**, se prevé una afectación en el 100% de la superficie total del proyecto. De intensidad baja, será a nivel sitio.

2. Generación de residuos sólidos. Es un impacto **negativo**, por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. De manifestación a **largo plazo**, desde el inicio de las actividades hasta la terminación de la etapa. De efecto **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. **Acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. De duración **permanente**, está relacionada a las actividades antropogénicas que se realizarán en la etapa de construcción – operación. **Irreversible**, está en función del tipo de residuo generado y el tiempo que esta tarde en degradarse en el ambiente. **Recuperable**, al realizar la disposición adecuada de los residuos de acuerdo con la legislación y normatividad vigente. **Periódico**, la generación de residuos está íntimamente ligada a la presencia humana. De extensión **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. De intensidad muy **baja**, estará en función del sitio.

3. Alteración geoquímica del suelo. Es un impacto **negativo**, ya que los jales que se van a depositar son generadores de drenaje ácido, el cual puede llegar a alterar el suelo en sus compuestos químicos. Su manifestación es a **largo plazo**, aunque puede llegar a presentarse desde el inicio de las actividades, se prevé que al almacenarlo de acuerdo con las indicaciones del MIA-P este impacto no se presente. Su efecto es **directo**, puede llegar a presentarse tan pronto se coloque el material en el depósito. **Acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la contaminación y alteración de las propiedades químicas del suelo pueden ser irreversibles. La duración es **permanente**, ya que el llenado del depósito se estima que sea en años, lo que provoca que la obra se considere de carácter permanente. **Irreversible**, ya que las condiciones naturales del suelo una vez que se modifiquen es muy complicado que vuelvas a su estado natural. Es **irrecuperable**, en caso de que el material altere las condiciones del suelo estas no podrán llegar a restituirse a su estado natural. **Continuo**, durante toda la vida útil del proyecto, ya que es un riesgo inminente que se produzcan derrames de material. La extensión es **puntual**, las alteraciones químicas del suelo en caso de producirse serán solo a nivel sitio. Finalmente, la intensidad es **media**, será a nivel muy puntual (sitio).

4. Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea. Es un impacto **negativo**, de tener contacto los jales con el agua superficial o subterránea estas sufrirán modificaciones irreversibles, ya que los jales que se van a almacenar son generadores de drenaje ácido y fuertes fuentes de contaminación hídrica. Su manifestación es a **largo plazo**, aunque puede llegar a presentarse desde el inicio de las actividades, se prevé que al almacenarlo de acuerdo con las indicaciones del MIA-P este impacto no se presente. Su efecto es **directo**, el contacto directo de los materiales con el agua provocará modificaciones en las propiedades fisicoquímicas. **Acumulativo**, sin embargo, el diseño del depósito se ha considerado la construcción de un canal de desvío de

aguas pluviales a través de un canal colector, alcantarilla pluvial, sangrías y piletas de contingencia para evitar contacto del agua que proviene de los escurrimientos con el jal. La duración es **permanente**, debido a que el tiempo requerido para llenar el depósito se estima que sea en años, lo que hace que el proyecto se considere como continuo. **Reversible**, el monitoreo de las aguas se estará efectuando desde el inicio de las actividades. Es **recuperable**, de llegar a contaminarse el recurso agua este podrá recuperar sus condiciones con el afluente de agua que escurren de manera natural. **Posible** ocurrencia, el monitoreo del agua superficial y subterráneas se efectuará de manera semestral para tener un control y evitar en lo posible la contaminación y/o modificación de la calidad del agua. La extensión es **media**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel microcuenca de aporte. **Finalmente**, la intensidad es baja, debido a que las obras hidráulicas fueron diseñadas para con las condiciones suficientes para captar los escurrimientos máximos probables para un tiempo de retorne de 100,000 años.

5. **Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero.** Es un impacto **negativo**, los gases tipo invernadero son un impacto negativo. De manifestación a **largo plazo**, aunque desde el inicio de las actividades se puede presentar su impacto no será apreciado en un largo plazo. De efecto **indirecto**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. De acumulación **simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. De duración **permanente**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos serán necesaria durante toda la etapa. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. **Recuperable**, las medidas de prevención coadyuvaran a que los niveles de los gases tipo invernadero no afecten el SA ni el AI. De **Periódico**, el uso de la maquinaria y vehículos para las actividades serán periódico, establecido por horarios y temporadas. De extensión **media**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel del sitio. De intensidad **baja**, si los vehículos y maquinaria son sometidos a mantenimiento.

6. **Generación de polvo y ruido.** Es un impacto **negativo**, el polvo y el ruido en exceso puede ser un impacto negativo para la salud de las personas, además de perturbar la tranquilidad del sitio. Su manifestación es a **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de lluvias, en dónde será poco apreciable. Su efecto es **directo**, ya que obedece, principalmente al uso de maquinaria y vehículos. **Acumulativo**, en caso de que las actividades que generen el impacto se lleven a cabo al mismo tiempo. La duración es **temporal**, el uso de maquinaria y vehículos será temporal, ya que se utilizará en horarios y sólo para las actividades necesarias. **Reversible**, obedece también a la condición de humedad del terreno. Es **recuperable**, obedece a la humedad del ambiente y de ser necesario se aplicarán riegos para disminuir la formación de polvos. **Continuo**, el impacto obedece al uso de los vehículos y maquinaria, pero será poco perceptible en la temporada de lluvias. Finalmente, la intensidad es **baja**, estará en función de las actividades y del sitio.

7. **Desplazamiento de especies de fauna silvestre.** Es un impacto **negativo**, con las diferentes actividades, la fauna buscará refugio en sitios menos perturbados. De manifestación a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades se podrá manifestar. De efecto **indirecto**, derivado de las actividades constructivas y operativas asociadas a la obra. De acumulación **sinérgico**, por la sinergia que tiene con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema, sin embargo, no es significativo. De duración **permanente**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, está vinculado a la duración de la vida útil, ya que está íntimamente ligado a la presencia humana. **Recuperable**, una vez que cesen las actividades el sitio volverá a su estado natural. De periodicidad **continuo**, obedece a la actividad humana. De extensión **total**, puntual y con referencia al AI. De intensidad **muy baja**, puntual y con referencia al AI.

8. **Pérdida de armonía visual.** Es un impacto **negativo**, el nuevo uso que se dará al área corresponderá a infraestructura minera, por lo que no armonizará con el paisaje a nivel local. De manifestación a **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades se podrá manifestar. De efecto **directo**, derivado de la maquinaria y personal presente por el acarreo y acomodo de jal. **Acumulativo**, la modificación al paisaje podrá observarse de manera

paulatina. De duración **permanente**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, está vinculado al desarrollo de actividades en el área, ya que está íntimamente ligado a las actividades antropogénicas. **Recuperable**, de aplicar las medidas de restauración, la recuperación de la armonía visual se puede dar en un periodo de tiempo de 1 a 5 años. De periodicidad **continuo**, ya que la pérdida de la armonía del paisaje se perderá progresivamente, pero se presentará durante todo el tiempo que dure la etapa. De extensión **total**, la afectación se dará en toda la superficie autorizada para el desarrollo del proyecto. De intensidad **baja**, el cambio en la armonía del paisaje a nivel puntual será perceptible; sin embargo, a nivel Al el nuevo uso del área afectará significativamente la calidad paisajística.

9. Incremento en el desarrollo socioeconómico regional. Es un impacto **positivo**, con el incremento de empleos con las prestaciones que establece la ley laboral se incrementará a la par el desarrollo social y la calidad de vida de los habitantes de la región. Su manifestación es a **mediano plazo**, los empleos bien remunerados contribuirán de manera directa a incrementar el desarrollo socioeconómico a nivel regional. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **temporal**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, una vez que culmine esta etapa el desarrollo socioeconómico a nivel regional volverán a su estado inicial. Es **recuperable**, si se abandona las actividades se recupera el estado económico inicial. **Continuo**, durante todas las actividades de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional, por tanto, las relaciones socioeconómicas de la región aumentarán. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica.

10. Incremento en la calidad de vida de la población local. Es un impacto **positivo**, la calidad de vida de los pobladores de la región aumentará como efecto directo de los empleos bien remunerados de acuerdo con las prestaciones que establece la ley. Su manifestación es a **mediano plazo**, asociado a la duración de la etapa. Su efecto es **directo**, sobre la calidad de vida de los pobladores a nivel regional. **Acumulativo**, los empleos bien remunerados contribuirán a que la calidad de vida de la región aumente. La duración es **temporal**, en relación con la duración de la actual etapa. **Reversible**, una vez concluida la etapa la calidad social volverá a su estado inicial. Es **recuperable**, por la duración de la etapa. **Continuo**, durante todas las actividades de construcción y mantenimiento de la infraestructura asociada. La extensión es **total**, ya que los beneficios serán perceptibles a nivel regional incrementando la calidad de vida de los habitantes. Finalmente, la intensidad es **muy alta**, ya que la calidad de vida de los pobladores se incrementará a nivel regional.

Cuadro V-69. Valoración de los impactos en la etapa de construcción.

Elemento	Componente	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Fisiografía	Relieve	Modificación de elevaciones	+	LP	3	6	6	10	5	5	7	2	+44LP	SEVERO
Edafología	Composición física	Generación de residuos sólidos	-	LP	1	2	6	10	1	5	2	1	-28LP	COMPATIBLE
Edafología	Composición química	Alteración geoquímica del suelo	-	LP	3	2	6	10	5	7	1	4	-38LP	SEVERO
Hidrología	Calidad del agua	Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea	-	LP	3	2	6	3	5	2	3	2	-26LP	SEVERO
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	LP	1	1	6	2	1	5	3	2	-21LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Calidad del aire	Generación de polvo y ruido	-	MP	3	2	1	1	1	7	9	2	-26MP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	-	CP	1	6	6	5	2	7	7	1	-35CP	COMPATIBLE-MODERADO
Paisaje	Percepción del paisaje	Pérdida de armonía visual	-	MP	3	2	6	4	2	7	7	2	-33MP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Calidad de vida	Incremento en la calidad de vida de la población local.	+	MP	3	8	3	1	2	7	9	12	+48MP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Calidad de vida	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional	+	MP	3	8	3	1	2	7	9	12	+45MP	COMPATIBLE-MODERADO

V.2.3 Mantenimiento

Para esta etapa se han identificado **8** impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

1. Generación de residuos sólidos. Es un impacto **negativo**, por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. De manifestación a **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades. De efecto **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. **Acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. De duración **permanente**, está relacionada a las actividades antropogénicas. **Irreversible**, está en función del tipo de residuo generado y el tiempo que esta tarde en degradarse en el ambiente. **Recuperable**, al realizar la disposición adecuada de los residuos de acuerdo con la legislación y normatividad vigente, se considera que el impacto es fácilmente recuperable. **Periódico**, la generación de residuos está íntimamente ligada a la presencia humana. De extensión **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. De intensidad **muy baja**, estará en función del sitio.

2. Alteración geoquímica del suelo. Es un impacto negativo, ya que se trata con materiales que son generadores de drenaje ácido, lo que puede provocar alteraciones de las propiedades del suelo de llagar a tener contacto con dichos residuos. Su manifestación es a **largo plazo**, se puede presentar desde el inicio de las actividades de esta etapa. Su efecto es **directo**, como efecto de la composición de los jales. **Simple**, de llegar a presentarse la alteración geoquímica del suelo será a nivel puntual y con referencia al sitio. La duración es **temporal**, las alteraciones pueden presentarse y durara años. **Reversible**, en función de la cantidad de suelo alterado. Es **recuperable**, al realizar la deposición adecuada de los residuos conforme al MIA-P, se considera que el impacto de llegar a producirse será fácilmente recuperable por la superficie que puede presentar alteraciones. **Posible** ocurrencia, solo durante el tiempo que se le de mantenimiento a la obra. La extensión es **puntual**, puede establecerse que la alteración puede llegar a presentarse de manera puntual y con referencia al sitio. Finalmente, la intensidad es **muy baja**, estará en función del sitio

3. Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea. Es un impacto **negativo**, debido a las características de los materiales estos poseen las cualidades para modificar las propiedades fisicoquímicas del agua. Su manifestación es a **mediano plazo**, desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, las obras hidráulicas garantizan que los escurrimientos superficiales no tengan contacto con los jales. Su efecto es **indirecto**, como consecuencia del contacto del agua con los jales, lo que está en función de las avenidas máximas que se pueden presentar. **Acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la contaminación del agua puede llegar a presentarse. La duración es **temporal**, en relación con el temporal de lluvias. **Reversible**, como efecto de las precipitaciones máximas probables que se pueden llegar a presentar. Es **recuperable**, de seguirse las indicaciones sobre la manera de depositar el jal y las condiciones operativas, se considera será fácilmente recuperable. **Posible** ocurrencia, solo durante la duración de la presente etapa y de acuerdo con el temporal de lluvias. La extensión es **puntual**, puede definirse que la alteración será puntual y con referencia sitio del depósito. Finalmente, la intensidad es **muy baja**, siempre y cuando se sigan las indicaciones operativas del depósito

4. Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero. Es un impacto **negativo**, los gases tipo invernadero son un impacto negativo. De manifestación a **largo plazo**, aunque desde el inicio de las actividades se puede presentar su impacto no será apreciado en un largo plazo. De efecto **indirecto**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. De acumulación **simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. De duración **permanente**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos para el mantenimiento será de manera periódica. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. **Recuperable**, las medidas de prevención coadyuvaran a que los niveles de los gases tipo invernadero no afecten el SA ni el Al. **Periódico**, el uso de la maquinaria y vehículos para

las actividades serán periódico, establecido por horarios y temporadas. De extensión **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel del sitio. De intensidad **muy baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria deberán ser sometidos a mantenimiento.

5. Generación de polvo y ruido. Es un impacto **negativo**, el ruido y el polvo perturba la tranquilidad del sitio, y puede generar lesiones en el personal si no se ocupa la protección adecuada. Su manifestación es a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de lluvias, en dónde será poco apreciable. Su efecto es **directo**, ya que obedece, principalmente al uso de maquinaria y vehículos. **Acumulativo**, en caso de que las actividades que generen el impacto se lleven a cabo al mismo tiempo. La duración es **temporal**, el uso de maquinaria y vehículos será temporal, ya que se utilizará en horarios y sólo para las actividades necesarias. **Reversible**, obedece también a la condición de humedad del terreno y los horarios de trabajo. Es **recuperable**, en relación con las actividades de trabajo que involucren el uso de maquinaria. **Continuo**, puede llegar a ser permanente dependiendo de la temporada. La extensión es **prolongada**, ya que el uso de maquinaria será más recurrente. Finalmente, la intensidad es **baja**, estará en función de las actividades y del sitio.

6. Desplazamiento de especies de fauna silvestre. Es un impacto **negativo**, con las diferentes actividades, la fauna buscará refugio en sitios menos perturbados. De manifestación a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades se podrá manifestar. De efecto **indirecto**, derivado de las actividades de mantenimiento y la presencia humana en el área. De acumulación **sinérgico**, por la sinergia que tiene con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema, sin embargo, no es significativo. De duración **permanente**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, está vinculado a la duración de la vida útil, ya que está íntimamente ligado a la presencia humana. **Recuperable**, una vez que cesen las actividades el sitio volverá a su estado natural. **Periódico**, se identifica una periodicidad. De extensión **puntual**, con referencia al AI. De intensidad **muy baja**, puntual y con referencia al AI.

7. Incremento en el desarrollo socioeconómico regional. Es un impacto **positivo**, se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto, se incrementarán las relaciones comerciales en la región incrementando su desarrollo socioeconómico. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados contribuirán al desarrollo socioeconómico de la región. Su efecto es **directo**, al influir directamente sobre la economía familiar de los trabajadores e inversionistas. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional. La duración es **permanente**, durante todas las actividades a desarrollar en esta etapa. **Reversible**, una vez que no sea rentable la producción se termina la derrama económica. Es **recuperable**, si se abandona las actividades se recupera el estado socioeconómico inicial. **Continuo**, durante todas las actividades de esta etapa. La extensión es **prolongada**, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **alta**, considerando la derrama económica.

8. Incremento en la calidad de vida de la población local. Es un impacto **positivo**, la derrama económica en la región contribuirá a que la calidad de la vida en la región aumente durante la duración de la presente etapa. Su manifestación es a **corto plazo**, asociado a la duración de la etapa. Su efecto es **directo**, como consecuencia de los empleos bien remunerados. **Sinérgico**, los empleos bien remunerados contribuirán al incremento de la calidad de vida a nivel regional. La duración es **permanente**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, una vez concluida la etapa se recuperará la calidad de vida inicial. Es **recuperable**, por la duración de la etapa. **Periódico**, durante todas las actividades de mantenimiento de la infraestructura. La extensión es **continuo**, ya que el aumento en la calidad de vida será a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **alta**, ya que el incremento de la calidad de vida está relacionada directamente con la derrama económica.

Cuadro V-70. Valoración de los impactos en la etapa de mantenimiento

Elemento	Componente	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Edafología	Composición física	Generación de residuos sólidos	-	MP	1	2	6	10	1	5	2	1	-28MP	COMPATIBLE
Edafología	Composición química	Alteración geoquímica del suelo	-	LP	3	1	3	3	2	1	1	1	-15LP	COMPATIBLE-MODERADO
Hidrología	Calidad del agua	Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea	-	LP	1	2	2	1	1	1	1	1	-10LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	LP	1	1	6	1	1	5	2	1	-18LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Calidad del aire	Generación de polvo y ruido.	-	CP	1	2	1	1	1	5	3	1	-15CP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	-	CP	1	6	6	3	1	5	1	1	-24CP	COMPATIBLE
Social	Calidad de vida	Incremento en la calidad de vida de la población local	+	CP	3	8	6	1	2	7	9	12	+48CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Calidad de vida	Incremento en el desarrollo socioeconómico regional	+	CP	3	8	2	1	2	5	9	12	+42CP	COMPATIBLE-MODERADO

V.2.4 Abandono del sitio

Para esta etapa se han identificado 7 impactos ambientales y su caracterización es de la manera siguiente:

1. **Generación de residuos sólidos.** Es un impacto **negativo**, por el incremento en la presencia humana se generarán residuos sólidos, que de no disponerse adecuadamente podrían afectar la composición física de los suelos. De manifestación a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades. De efecto **indirecto**, será generado al realizar las diferentes actividades programadas. **Acumulativo**, de no tomarse las medidas necesarias, la generación de residuos aumentará en el sitio. De duración **temporal**, está relacionada a las actividades antropogénicas. **Irreversible**, está en función del tipo de residuo generado y el tiempo que esta tarde en degradarse en el ambiente. **Recuperable**, al realizar la disposición adecuada de los residuos de acuerdo con la legislación y normatividad vigente, se considera que el impacto es fácilmente recuperable. **Periódico**, la generación de residuos está íntimamente ligada a la presencia humana. De extensión **media**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del sitio. De intensidad **muy baja**, estará en función del sitio.

2. **Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero.** Es un impacto **negativo**, los gases tipo invernadero son un impacto negativo. De manifestación a **largo plazo**, aunque desde el inicio de las actividades se puede presentar su impacto no será apreciado en un largo plazo. De efecto **indirecto**, porque se deriva de la combustión interna de los motores. De acumulación **simple**, dado a que las emisiones podrán ser amortiguadas por la vegetación del SA. De duración **temporal**, ya que, el uso de la maquinaria y los vehículos para el mantenimiento será de manera periódica. **Reversible**, considerando que la emisión de los gases no es significativa y que la vegetación del SA absorberá dichos gases. **Recuperable**, las medidas de prevención coadyuvaran a que los niveles de los gases tipo invernadero no afecten el SA ni el AI. **Periódico**, solo en las actividades de restauración, una vez terminado el abandono del sitio, no se generará este impacto. De extensión **parcial**, puede establecerse que la extensión de los gases será a nivel del sitio. De intensidad **muy baja**, siempre y cuando los vehículos y maquinaria deberán ser sometidos a mantenimiento.

3. **Generación de ruido y polvo.** Es un impacto **negativo**, el polvo y el ruido en exceso puede ser un impacto negativo para las personas. De manifestación a **corto plazo**, desde el inicio de las actividades podrá manifestarse, sin embargo, también está sujeto a la temporalidad de lluvias, en dónde será poco apreciable. De efecto **indirecto**, ya que obedece, principalmente al uso de maquinaria y vehículos. **Acumulativo**, en caso de que las actividades que generen el impacto se lleven a cabo al mismo tiempo. De duración **temporal**, el uso de maquinaria y vehículos será temporal, ya que se utilizará en horarios y sólo para las actividades necesarias. **Reversible**, obedece también a la condición de humedad del suelo. **Recuperable**, en caso de ser necesario se aplicarán riegos para disminuir la formación de polvos. **Periódico**, el impacto obedece a al uso de los vehículos y maquinaria usados en la etapa de abandono. De extensión **parcial**, puede definirse que la mayor afectación será a nivel del AI. De intensidad **muy baja**, estará en función del área del proyecto y del área de influencia.

4. **Desplazamiento de especies de fauna silvestre.** Es un impacto **positivo**, una vez que el sitio se abandone, la fauna podrá restablecerse. De manifestación a **mediano plazo**, el restablecimiento de la fauna se dará posterior al cese de las actividades. De efecto **indirecto**, derivado del cese de las actividades humanas en el sitio. De acumulación **sinérgico**, por la sinergia que tiene con el funcionamiento de los demás componentes del ecosistema, sin embargo, no es significativo. De duración **permanente**, después del abandono del sitio se mantendrá la fauna. **Reversible**, ya que está íntimamente ligado a la presencia humana. **Recuperable**, asociada al establecimiento de la vegetación. De periodicidad **continuo**, se mantendrá así el resto del tiempo. De extensión **total**, la extensión será en el 100% del área autorizada. De intensidad **baja**, será a nivel sitio.

5. **Pérdida de armonía visual.** Es un impacto **positivo**, en la etapa de abandono se buscar que a obra armonice visualmente con el paisaje. De manifestación a **largo plazo**, desde el inicio de las actividades se podrá

manifestar. De efecto **indirecto**, derivado de las actividades de restitución del sitio. **Acumulativo**, conforme se establezca la vegetación, la recuperación de la armonía visual será evidente. De duración **temporal**, durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, está vinculado al desarrollo de actividades en el área, ya que está íntimamente ligado a las actividades antropogénicas. **Recuperable**, de aplicar las medidas de restauración, la recuperación de la armonía visual se puede dar en un periodo de tiempo de 1 a 5 años. De periodicidad **continuo**, la armonía del paisaje se recuperará paulatinamente y se mantendrá así posterior a la culminación de la etapa. De extensión **total**, se dará en toda la superficie autorizada para el desarrollo del proyecto. De intensidad **alta**, la recuperación de la armonía del paisaje a nivel puntual será perceptible.

6. Incremento en el desarrollo socioeconómico regional. Es un impacto **positivo**, se van a generar nuevos empleos con las prestaciones que establece la ley laboral, por tanto, se incrementará el desarrollo socioeconómico de la región. Su manifestación es a **corto plazo**, los empleos bien remunerados contribuirán a aumentar la calidad de vida de la región. Su efecto es **directo**, sobre los obreros e inversionistas del proyecto. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local y las relaciones socioeconómica en la región. La duración es **temporal**, solo durante las actividades de esta etapa. **Reversible**, por la duración de la etapa. Es **recuperable**, si se abandona las actividades se recupera el estado económico inicial. **Periódico**, durante todas las actividades de esta etapa. La extensión es prolongada, la derrama económica tendrá alcance a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, considerando la derrama económica.

7. Incremento en la calidad de vida de la población local. Es un impacto **positivo**, la calidad de vida de la población incrementara en relación con los empleos bien remunerados. Su manifestación es a **corto plazo**, la calidad de vida mejorara con los empleos bien remunerados. Su efecto es **directo**, su alcance será a nivel regional. **Sinérgico**, se incrementa la derrama económica regional, que a su vez mejora la calidad de vida local. La duración es **temporal**, con relación a la duración de esta etapa. **Reversible**, solo durante las actividades de esta etapa. Es **recuperable**, una vez concluida la etapa se recuperará la calidad de vida inicial. **Continuo**, por la duración de la etapa. La extensión es **prolongada**, se prevé que el incremento en la calidad de vida sea a nivel regional. Finalmente, la intensidad es **máxima**, como consecuencia de la derrama económica

Cuadro V-71. Valoración de los impactos en la etapa de abandono del sitio.

Elemento	Componente	Impacto	N	PM	E	A	D	RV	RC	PR	EX	IT	Valoración	Clasificación del impacto según su RC
Edafología	Composición física	Generación de residuos sólidos	-	CP	1	2	3	10	1	5	3	1	-26CP	COMPATIBLE
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero	-	LP	1	1	3	1	1	5	2	1	-15LP	COMPATIBLE
Atmósfera	Calidad del aire	Generación de polvo y ruido	-	CP	1	2	3	1	1	5	2	1	-16CP	COMPATIBLE
Biota	Fauna silvestre	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	+	MP	1	6	6	6	2	7	7	2	+37MP	COMPATIBLE-MODERADO
Paisaje	Percepción del paisaje	Pérdida de armonía visual	+	LP	1	2	3	4	2	7	7	6	+32LP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Calidad de vida	Incremento en el desarrollo socioeconómico de la región	+	CP	3	8	2	1	2	5	9	12	+42CP	COMPATIBLE-MODERADO
Social	Calidad de vida	Incremento en la calidad de vida de la población local	+	CP	3	8	2	1	2	5	9	12	+42CP	COMPATIBLE-MODERADO

V.3 Jerarquización de los impactos

Para realizar una evaluación completa y poder estimar qué impactos tienen un mayor efecto sobre la calidad ambiental, es necesario llevar a cabo una ponderación de la importancia de los elementos del medio en cuanto a su mayor o menor contribución a la calidad general del medio ambiente. Para ello se debe atribuir a cada elemento del medio un índice ponderal, expresado en Unidades de Importancia (**UI**), de forma que el valor asignado a cada elemento resulta de la distribución de 100 unidades asignadas al total de elementos ambientales.

Se elaborará una matriz de importancia utilizando los impactos de la **matriz de identificación** y los totales de la **matriz de valoración de impactos**; en este punto si se procede a la suma absoluta de los valores por filas o por columnas, dichos valores no serán comparables entre sí, pero serán útiles en el caso de comparar varias alternativas sobre un elemento concreto, **de forma que valores absolutos mayores, supondrán mayores afectaciones**. El objetivo de matriz de importancia es poder determinar qué acciones son las más impactantes y qué elementos del medio se verán más afectados y esto se conseguirá si incluimos las UI asignadas.

Cada valor introducido en la matriz será multiplicado por su UI correspondiente y dividido por el total de las UI (es decir 100). La sumatoria de todos los valores por filas y por columnas dará como resultado la importancia relativa. En este caso los valores obtenidos serán comparables unos con otros, por lo que los valores más altos, supondrá mayores afecciones. De esta forma será posible determinar el orden de los impactos más relevantes y las acciones más agresivas con el medio ambiente.

Con estos datos se **podrá determinar el impacto global** categorizado en; **compatible, moderado, severo o crítico**, según las definiciones de dichos conceptos en un contexto global y teniendo en cuenta especialmente aquellos impactos caracterizados como severos o críticos, cuyos valores de importancia sean relevantes **de forma absoluta y sobre todo en forma relativa**.

Para establecer la jerarquización de los impactos, se realizó una **concentración** de la valoración de los impactos por etapa (importancia), para posteriormente realizar un **reparto de las unidades de importancia**; de manera individual fueron analizados los elementos más relevantes o adversos respecto a la unidad de importancia, asimismo las diferentes etapas fueron analizadas entre sí. El proceso metodológico fue el siguiente:

1. La asignación de las unidades de importancia se dio bajo el supuesto de que todos los elementos del medio tienen la misma importancia dentro del ecosistema, por lo tanto, en una primera aproximación se dividió el total de elementos entre 100, una vez que se obtuvo el factor, se dividió considerando el total de impactos para cada elemento, esa asignación provisional posteriormente fue modificada según los criterios del grupo técnico que la evaluó. Es decir que la asignación de UI está en función de la suma absoluta de todos los impactos (%).

$$UI_{general} = \sum \frac{100}{Elementos}$$

$$UI_{provisional} = \sum \frac{UI_{General}}{Impactos\ del\ elemento}$$

UI = modificación discrecional basada en la UI profesional

2. Obtener la **suma absoluta** de cada impacto para todas las etapas ($I_{impactos}$).

$$\sum |I_i|; i = \text{es el impacto para todas la etapas}$$

3. Obtener la **suma absoluta** de los impactos de cada etapa (I_{etapas}).

$$\sum |I_j|; j = \text{son los impactos para cada una de las etapas}$$

4. Obtener la suma absoluta de **todos los impactos** (I_{total}).

$$I_{total} = \sum I \vee i_{ij} = \sum I \vee i_{ji} \vee i_{ii}$$

5. Jerarquizar (JI) los elementos más impactados, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$JI_i = \sum \frac{I_i * UI}{100}$$

6. Jerarquizar (JI) las etapas en las que se presentan más impactas, al realizar una suma relativa por impacto a través de la fórmula:

$$JI_j = \sum \frac{I_j * UI}{100}$$

La metodología de cálculo para la jerarquización de los impactos se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro V-72. Jerarquización de los impactos.

Elemento	Componente	ID	Impacto	Unidades de Importancia (UI)	Preparación del sitio	Construcción-operación	Mantenimiento	Abandono del sitio	Suma absoluta (i)	Suma relativa (ji)
Fisiografía	Relieve	1	Modificación de relieve local	16	0	44	0	0	44	7.04
Edafología	Composición física	2	Generación de residuos sólidos	6	-25	-28	-28	-26	-107	6.42
Edafología	Composición química	3	Alteración geoquímica del suelo	13.5	0	-38	-15	0	-53	7.16
Hidrología	Calidad del agua	4	Modificación de la calidad del agua superficial y subterránea	18.5	0	-26	-10	0	-36	6.66
Atmósfera	Clima / Calidad del aire	5	Aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero, que repercutirán a largo plazo en las condiciones del clima global	8.5	-16	-21	-18	-15	-70	5.95
Atmósfera	Calidad del aire	6	Generación de polvo y ruido	6	-17	-26	-15	-16	-74	4.44
Biota	Fauna silvestre	7	Desplazamiento de especies de fauna silvestre de lento desplazamiento	6.5	-22	-35	-24	37	-44	2.86
Paisaje	Percepción del paisaje	8	Pérdida de armonía visual	25	0	-33	0	32	-1	0.25
Social	Calidad de vida	9	Incremento en el desarrollo socioeconómico de la regios	7.5	45	48	44	42	179	13.43
Social	Infraestructura	10	Incremento en la calidad de vida de la población local	7.5	45	45	42	42	174	13.05
Suma absoluta (j)				100.0	80	251	110	126	429	40.78
Suma relativa (ji)					5.31	32.53	9.55	14.20	40.78	

Del análisis de los impactos el elemento **hidrológico** resultó presentar el valor más alto, seguidos de la fisiografía y social. Los impactos sobre el elemento **social** fueron los valores **positivos** más altos. Por último, los sistemas biota y edafológico serán los menos afectados en el análisis realizado. El proceso de jerarquización por elemento ambiental se resume en la figura siguiente.

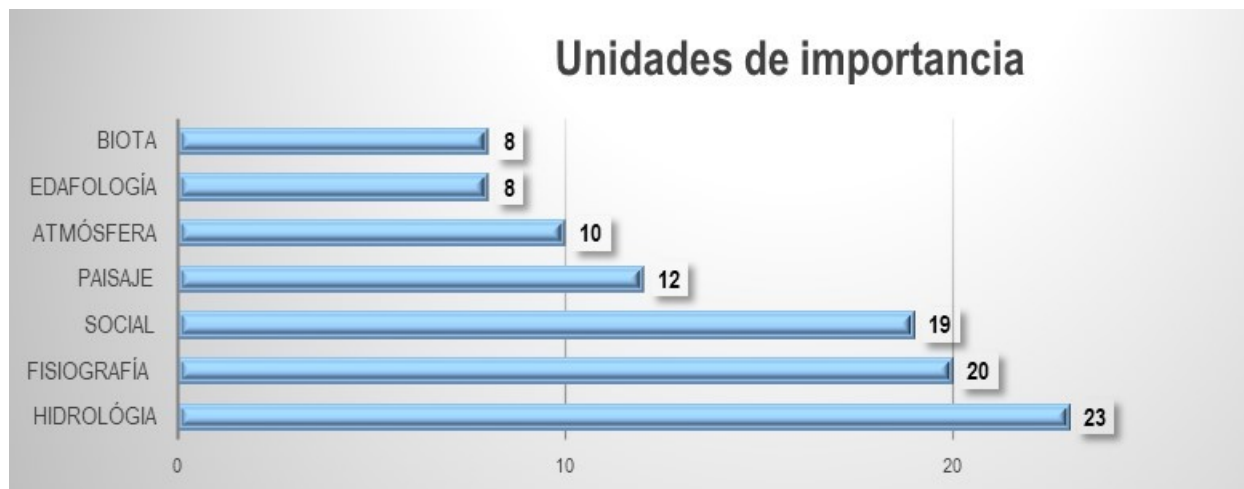


Figura V-30. Jerarquización de los impactos ambientales por elemento

El dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa se resume en el cuadro siguiente.

Cuadro V-73. Dictamen de la valoración de los impactos ambientales por etapa

Etapas	Categoría	No. Impactos	%
Preparación del sitio	COMPATIBLE	3	10.3
	COMPATIBLE-MODERADO	3	10.3
Construcción – Operación	COMPATIBLE	3	10.3
	COMPATIBLE-MODERADO	4	13.8
	SEVERO	3	10.3
Mantenimiento	COMPATIBLE	4	13.8
	COMPATIBLE – MODERADO	2	6.9
Abandono del sitio	COMPATIBLE	3	10.3
	COMPATIBLE-MODERADO	4	13.8

En general, los impactos compatibles-moderado representan el mayor porcentaje en todas las etapas, seguidos por los impactos compatibles. Por su parte, los porcentajes más bajos los representan los impactos ambientales severos, los cuales solo se manifiestan en la etapa de construcción-operación.

Finalmente, la valoración global de todos los impactos ambientales del análisis realizado se resume en la gráfica siguiente.

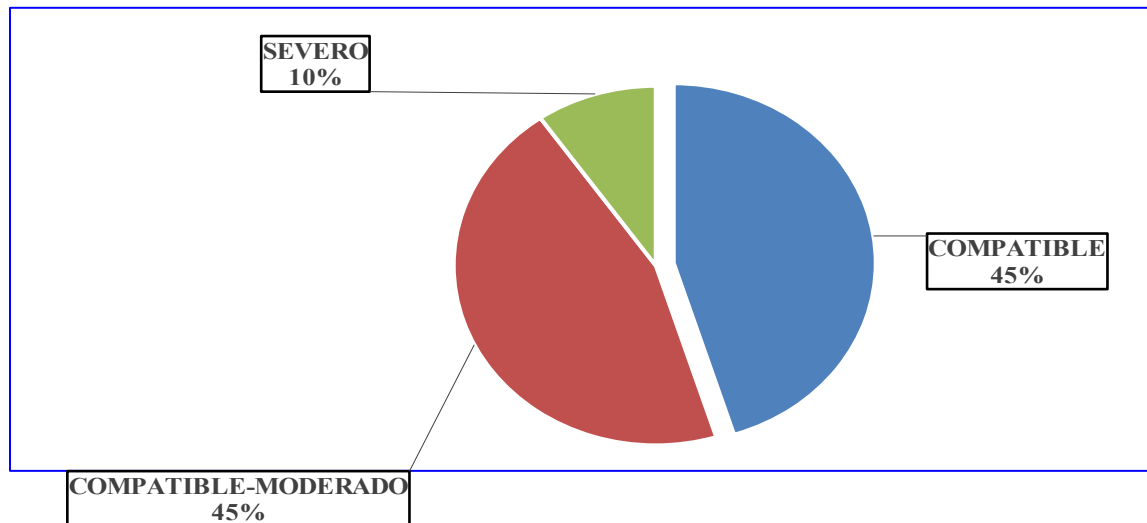


Figura V-31. Distribución de los impactos ambientales por categoría

Por su parte, la jerarquización de los impactos ambientales por etapa se resume en la gráfica siguiente.

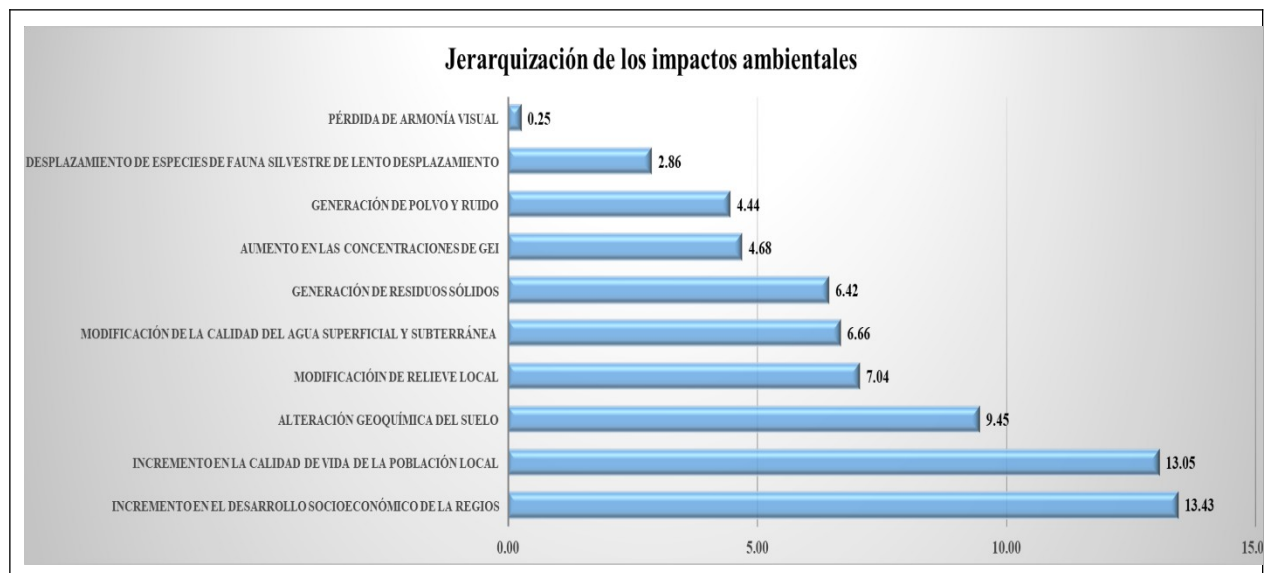


Figura V-32. Jerarquización de los impactos ambientales.

Del análisis de la jerarquización de los impactos, se puede concluir lo siguiente.

1. **Modificación del relieve local.** Será un **impacto positivo** y de carácter **severo** que se presentará en la etapa de construcción-operación derivado de la deposición de jal.
2. **Generación de residuos sólidos.** Se contempla como un **impacto negativo** y de carácter **compatible** en las 4 etapas ya que tiene relación con las actividades realizadas en el área.
3. **Alteración geoquímica del suelo.** Se considera como un **impacto negativo** y de carácter **severo** en la etapa de construcción-operación, mientras que en el mantenimiento se presentará de como un **impacto compatible-moderado**.

4. **Modificación de la calidad del agua.** Será un impacto de carácter negativo durante la etapa de construcción – operación y de tipo compatible en la etapa de mantenimiento, este impacto se relaciona directamente con la presencia de precipitaciones extraordinarias en el sitio, lo que puede provocar que entre en contacto el agua con el jal, sin embargo, con las obras hidráulicas se evitará que esto suceda.
5. **Aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero.** Se considera como un **impacto negativo** en las 4 etapas contempladas; sin embargo, es de carácter **compatible – moderado** en la etapa de preparación de sitio y de carácter **compatible** en las 3 etapas restantes, aunque no se considera significativo ya que la vegetación del AI y SA pueden ayudar a capturar dichas emisiones.
6. **Generación de polvo y ruido.** Se considera como un **impacto negativo** y de carácter **compatible** en las 4 etapas; por lo que se deben aplicar medidas de mitigación para minimizar la generación de polvos, sobre todo en la época de estiaje y en el caso del personal se deben tomar medidas preventivas para evitar lesiones auditivas.
7. **Desplazamiento de especies de fauna silvestre.** Se contempla como un **impacto negativo** durante las etapas preparación del sitio (**compatible**), construcción – operación (**compatible-moderado**) y mantenimiento (**compatible**), dado que está íntimamente relacionado con las actividades humanas; pero se volverá **positivo** y **compatible- moderado** en el abandono del sitio ya que, con el restablecimiento del área y finalización de las actividades, la fauna silvestre podrá integrarse al sitio nuevamente.
8. **Pérdida de armonía visual.** Será un **impacto negativo** y **compatible-moderado** en la etapa de construcción-operación por la deposición de jal, será evidente la afectación a nivel puntual; sin embargo, en la etapa de abandono del sitio se considera **positivo** y de carácter **compatible-moderado** ya que se realizarán actividades encaminadas a que la obra armonice con el entorno al final de la vida útil.
9. **Incremento en el desarrollo socioeconómico de la región.** Será un **impacto positivo** y de carácter **compatible-moderado** que se presentará en las 4 etapas, ya que, al contar con fuentes de ingresos fijos, se reduce la migración de habitantes de las localidades cercanas en busca de empleo y permite una derrama económica local y regional.
10. **Incremento en la calidad de vida de la población local.** Se contempla como un **impacto positivo** y de carácter **compatible - moderado** en las 4 etapas, se encuentra intrínsecamente ligado con el desarrollo socioeconómico a nivel regional.
- 11.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Del análisis del capítulo anterior, la mayoría de los impactos ambientales son **compatibles** (recuperación es inmediata tras el cese de la actividad) y, los principales efectos negativos son puntuales y se localizan principalmente sobre los componentes **hidrología y fisiografía**, mientras que, **de manera positiva en el ámbito social**.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas que en el presente capítulo se describen, están basadas en los resultados del análisis ambiental de los capítulos anteriores y en las disposiciones que la normatividad ambiental establece específicamente en la [NOM-141-SEMARNAT-2005](#). De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como objetivo prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar los impactos adversos que fueron identificados en cada componente ambiental y etapa. Estas medidas consisten en disposiciones y recomendaciones técnico-ambientales y normativas que tendrán que llevarse a cabo cuando sea necesario con la finalidad de evitar al máximo la perturbación de los recursos naturales y disminuir el riesgo de incidentes o accidentes que causen la degradación del medio ambiente.

Con el objetivo de definir el propósito y la funcionalidad de cada una de las medidas, es preciso describir a detalle cada una de las categorías en que se han agrupado. La agrupación de estas medidas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación a las actividades a desarrollar y se clasifican de la manera siguiente:

VI.1.1 Clasificación de las medidas

La agrupación de las medidas propuestas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación a su etapa de aplicación. Las categorías de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental se agrupan de la manera siguiente:

A) Medidas preventivas

Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos ambientales que pudieran registrarse por la ejecución o como resultado de las actividades programadas en cualquiera de las etapas establecidas. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño y su forma de ejecución a fin de evitar o en el caso extremo disminuir los impactos ambientales provocados. Todo esto bajo la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que corregirlos cuando llegue a suponerse una corrección total, por lo cual se considera este subgrupo como el más importante por la trascendencia de la prevención.

B) Medidas de mitigación

La mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos negativos que las acciones pueda generar sobre el entorno humano y natural. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser ello posible, se restablecen al menos las propiedades básicas iniciales.

C) Medidas de restauración

También denominadas como de **corrección o de rehabilitación**. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstruir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño de las acciones y obras, y por tanto será modificado o alterado de sus condiciones actuales. El momento indicado para la aplicación de las medidas de restauración es inmediatamente después de terminadas las actividades que propiciaron la modificación o alteración de los factores del medio ambiente, previamente evaluadas las condiciones antes y después de que ocurra el impacto.

D) Medidas de compensación

Las medidas de compensación buscan producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso. Solo se lleva a cabo en las áreas en que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. La compensación se utiliza cuando no es posible mitigar los impactos. Las medidas de compensación pretenden equilibrar el daño provocado irremediablemente a través de obras, acciones o remuneraciones al ambiente.

VI.1.2 Medidas propuestas para cada elemento ambiental

VI.1.2.1 Atmósfera

1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.
2. Se prohibirá el uso del fuego en cualquiera de las actividades.
3. Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr, desde la incorporación a la terracería y dentro del sitio.
4. Mantenimiento preventivo y correctivo a los caminos de acceso.
5. Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.

VI.1.2.2 Geológico

6. Estabilización del talud del sitio (previo).
7. No realizar perforaciones a profundidad.

VI.1.2.3 Edafología

8. Se respetarán las áreas delimitadas para las obras.
9. Manejo adecuado de los residuos sólidos.
10. Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.
11. Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.
12. Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).
13. Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.

VI.1.2.4 Hidrología

14. Usar la infraestructura de la unidad minera para el tratamiento de agua residual.
15. Instalar sanitario portátil en el frente de obra.
16. Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.
17. Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.
18. Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.
19. Construir canales de desvío de agua pluvial.

VI.1.2.5 Fisiografía

20. Llevar a cabo el concentrado de jales en forma semiseca y dispuesto en terrazas compactado.

VI.1.2.6 Paisaje

21. Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.

22. Manejo adecuado de los residuos.

VI.1.2.7 Vegetación

23. Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).
24. Prohibir el uso del fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.
25. Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.

VI.1.2.8 Fauna

26. Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.
27. Prohibición de caza de fauna silvestre.
28. Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.
29. Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.

VI.1.2.9 Sociedad

30. Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del Al.
31. Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.
32. Mantenimiento de caminos.
33. Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).

VI.1.3 Programas de atención prioritaria

Con base en la evaluación ambiental los impactos ambientales son **COMPATIBLES** (la recuperación es inmediata tras el cese de la actividad). En los casos de las actividades de bajo impacto, esencialmente se realizarán medidas del tipo preventivas y de mitigación, sin embargo, para aquellas actividades que generan impactos **SEVEROS**, se tienen considerados los programas siguientes.

VI.1.3.1 Programa de rescate y reubicación de fauna

En el SA se presenta una gran variedad fauna silvestre la cual no se verá afectada directamente por las obras y actividades, sin embargo, se deberá tener cuidado por la incidencia durante las etapas de construcción y operación, con énfasis en la etapa de preparación del sitio; por lo que es necesario elaborar e instrumentar un **programa de rescate, protección y conservación de fauna silvestre**, debe mencionarse que el objeto de dicho programa es la protección a la fauna silvestre de lento desplazamiento, sin embargo, se tendrá especial cuidado en aquellas especies que se encuentren en el listado de la **NOM-052-SEMARNAT-2005**.

VI.1.3.1.1 Objetivos

General

Conservar la biodiversidad de la fauna silvestre protegiendo aquellas especies de alto valor de importancia ecológica a nivel regional.

Específicos

- Rescate y reubicación de las especies de la fauna silvestre que se encuentran listadas en la **NOM-052-SEMARNAT-2005** dentro del sitio.

- Determinar el método más adecuado para identificar, rescatar y asegurar la sobrevivencia de las especies reubicadas.
- Capacitación del personal que estará involucrado en las diferentes actividades.
- Realizar el rescate y conservación de especies de fauna con valor de importancia ecológica.

VI.1.3.1.2 Metas

- Ahuyentar la totalidad de la fauna en el sitio para asegurar su supervivencia.
- Tener un registro de rescate y evidencia fotográfica de la fauna registrada.

VI.1.3.1.3 Descripción de las especies de fauna

Cómo se indicó en el apartado IV.2.2.3, para identificar la fauna en primera instancia se revisaron registros de la fauna a nivel SA; con lo que se pudo identificar 52 especies de la fauna, de las cuales solo 1 tienen alguna categoría de riesgo. Debe tenerse en cuenta que **a nivel local se registraron 1 especies con alguna categoría de en la NOM-059.**

EN ÁREA DEL PROYECTO Y ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO NO SE ENCUENTRAN ESPECIES CON ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO, SIN EMBARGO, COMO MEDIDA PREVENTIVA, SE REALIZARÁ UN PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN PARA EJECUTARLO EN CASO DE ENCONTRARSE ALGUNA ESPECIE CON ESTATUS DE RIESGO.

Las especies que pueden ser susceptibles de rescate se describen en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-74. Descripción general de las especies incluidas en la NOM - 059

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
AVES	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Miden entre 24 y 36 cm. La macho pesa de 82 a 105 g y la hembra entre 144 y 208 g. Son aves relativamente pequeñas, con cola larga y cuadrada; alas cortas y redondeadas con una envergadura de 0.6 m. En adultos, corona, nuca y dorso color azul-grisáceo cara, gargantas blanquecinas con rayas de color canela, pecho canela, más oscuro en las migratorias de Norteamérica, con muchas rayas blanquecinas, cobertoras inferiores y bordes de la cola color blanco, con tres bandas café-negruzcas. Los inmaduros con dorso de color café con manchas color ante; parte ventral blanquecino con rayas café-rojizo opacas, garganta blanquecina con manchas café-canela y cola similar a los adultos; a veces se les nota un barrado en los flancos y costados rojizo. En Norteamérica se reproduce de abril-junio, mientras que en el Caribe de enero-julio. Anida en bosques de coníferas. El periodo de incubación es de 30 a 32 días.
MAMIFEROS	<i>Peromyscus simulus</i>	Ratón nayarita	Osgood (1909) la considera similar a <i>P. spicilegus</i> , pero más pequeño y en promedio más claro. La coloración es similar a <i>P. spicilegus</i> , pero menos aleonado y más amarillento. El cráneo, similar al de <i>P. spicilegus</i> , pero más pequeño y anguloso; nasales y rostro más chicos; parietal angosto y el borde menos desarrollado; los premaxilares no sobrepasan el borde posterior de los nasales; arco zigomático relativamente robusto y cuadrado anteriormente; molares muy pequeños; huesos del paladar cortos. La media y el intervalo de 59 ejemplares de Cuautla, Nayarit (Carleton et al. 1982) son: longitud total, 189.0 (165-238); longitud de la cola, 89.3 (78-102); longitud de la pata, 22.4 (21-24); longitud de la oreja, 17.7 (16-19); longitud total de cráneo, 26.7 (24.7-28.6); longitud condilobasal, 23.8 (22.0-25.1); anchura zigomática, 13.9 (12.8-14.7); anchura interorbital, 4.2 (3.6-4.6); longitud de los nasales, 10.0 (9.0-11.1); longitud postpalatal, 9.5 (8.7-10.2); longitud de los alveolar de los dientes maxilares, 4.0 (3.7-4.5).

Cuadro VI-75. Descripción gráfica de las especies incluidas en la NOM – 059



Accipiter striatus



Peromyscus simulus

VI.1.3.1.4 Actividades

En el programa de rescate y reubicación de fauna incluye diferentes actividades, las cuales pueden desarrollarse de manera secuencial, independiente y/o simultánea, las cuales se describen a continuación.

VI.1.3.1.4.1 Capacitación al personal

La capacitación del personal que laborará en las diferentes etapas de la obra es una actividad indispensable y será de manera obligatoria realizarla antes de cada etapa y/o actividad. Es posible que durante la vida útil de la obra aparezcan individuos de fauna silvestre, a pesar de todos los esfuerzos desarrollados para su rescate, por lo que es de suma importancia mantener los trabajadores capacitados para esta tarea.

La capacitación se centrará en un taller de educación ambiental en dónde se abordarán los siguientes temas.

- Estado de conservación de los animales silvestres
- Listado de fauna con posibilidad a encontrarse en el sitio y su estatus en la [NOM 059 SEMARNAT-2010](#).
- Actividades de ahuyentamiento
- Importancia de las labores de rescate
- Niveles de peligrosidad de las especies y su tipo de manejo
- Legislación ambiental sobre vida silvestre, los cuidados necesarios y situaciones de emergencias

Cabe señalar que queda estrictamente prohibido al personal involucrado en el trabajo de campo realizar colecta, cacería, comercialización u otra actividad que afecte la fauna silvestre regional.

VI.1.3.1.4.2 Ahuyentamiento de la fauna

Al inicio de la etapa de preparación del sitio se realizarán recorridos por el sitio, haciendo el mayor ruido posible para permitir el desplazamiento de la fauna y sólo en caso de existir fauna de lento desplazamiento, se deberá realizar el rescate de la especie y ubicarla en un lugar seguro similar a su hábitat.

Aunque existen diferentes técnicas de ahuyentamiento, como la utilización de siluetas, reflectores, cintas de colores, e incluso el uso de humo y uso de feromonas, se ha **elegido el uso de reproducción de sonidos (ruido)** como el método que menor impacto generará y el más eficiente por la naturaleza de la obra.

Reproducción de sonidos (estímulo auditivo o ruido)

Uno de los métodos más empleados, es la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de éstos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.

Puede ser utilizado un **bafle o parlante amplificador** de sonido, o generar el ruido con instrumentos musicales como panderetas, silbatos, trompetas o cualquier otro medio que cause sonidos diferentes a los del ambiente natural. Los sonidos deben generarse en lugares en los que se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable reproducir los sonidos en tiempos y momentos diferentes. Esta técnica ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.

VI.1.3.1.4.3 Identificación

Una vez que se haya efectuado el ahuyentamiento será necesario conocer si existen individuos a rescatar, por lo que se realizara un recorrido por el sitio, poniendo en práctica la **observación directa e indirecta**.

➤ Observación directa

Consiste en realizar un reconocimiento en el sitio para identificar los individuos a rescatar de manera visual (especies de flora y fauna).

➤ Identificación indirecta

La detección de las especies de manera indirecta consiste en localizar rastro de individuos a través de nidos, excretas, sonidos, etc., que nos permitan conocer su localización exacta.

Con lo anterior, podrá ubicarse si existen individuos, nidos, o madrigueras a rescatarse, y deberá ponerse en práctica la mejor técnica para su manejo.

VI.1.3.1.4.4 Métodos para el manejo de las especies

En caso de identificarse algún individuo, deberá aplicarse el mejor método de rescate.

VI.1.3.1.4.4.1 Anfibios

Aunque no se identificaron anfibios a nivel SA, es importante establecer un programa de manejo en caso de llegarse a presentar algún individuo no identificado dentro de los trabajos aplicándose las actividades siguientes:

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo y en la punta un recipiente plástico.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de plástico tipo ziploc (con pequeños orificios) con un poco de sustrato húmedo para evitar su desecación, ya que estos individuos dependen de condiciones de elevada humedad para su sobrevivencia.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar, son especies cuyos hábitos son diurnos, por lo que deberán ser liberadas durante el día, pero no a plena luz. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

VI.1.3.1.4.4.2 Aves

Las aves son muy sensibles a los sonidos, por lo que se puede esperar que el ahuyentamiento a través de la generación del ruido sea exitoso; sin embargo, los casos en los que las aves no responderán a este estímulo se centra en nidos y polluelos, por lo que en su caso deberá aplicarse las actividades siguientes:

Para la captura:

- Si es grande y se defiende con sus garras o pico (caso de las rapaces y otras especies) tirarle una manta o trapo grande por encima y fijarle las patas juntas con cinta engomada o aisladora. Si es posible hacer lo mismo en el pico.
- Si es pequeño e inofensivo, simplemente tomarlo con las manos suavemente y transportarlo. Los cuidados deben enfocarse a no apretarlo para que respire libremente.

Para transportarlo:

- Lo mejor es llevarlo en una caja de cartón que sea adecuada al tamaño del ave, que no sobre mucho espacio ni que esté muy apretada, pueden ser usadas las jaulas.
- Debe permanecer a oscuras. Si se transporta en una jaula debe estar envuelta en una tela oscura.
- Tiene que disponer de buena ventilación (agujeros en las paredes de la caja o tela de la jaula).
- Al transportar evitar movimientos bruscos, sacudones, golpes y vuelcos de la caja o jaula.
- No golpear las paredes o mover la caja o jaula para saber si el ave aún está viva (se debe observar por los orificios de esta).
- Evitar que otros animales husmeen, ladren, arañen o ataquen la caja o jaula.
- No alimentarlo ni darle agua (siempre que se llegue al lugar de rescate en menos de dos horas).
- Evitar toda causa de estrés.

¿Qué hacer si el ave no se presenta sana?

- Se debe tratar de identificar qué problema tiene:

Fractura. Las alas y patas son las extremidades de fractura más frecuentes. Es relativamente fácil diagnosticarlo ya que el miembro tiene forma y/o movimientos que no son los naturales (es posible comparar las formas y movimientos del par de miembros homólogos para ver posibles diferencias entre ellos). Se pueden presentar dos posibilidades ante una fractura.

Abierta, junto a un hueso quebrado hay una herida. En caso de fractura abierta debe iniciarse por desinfectar la herida (eidóforo), tres veces por día, durante dos días. Se debe tratar de mantener el miembro más o menos inmovilizado para que no se agrave ni duela. Se debe administrar un antibiótico, durante 7 días. Luego de los dos primeros días de desinfección, si la herida aparenta estar bien se debe inmovilizar el miembro durante 20 días.

Cerrada, únicamente hay fractura y no hay heridas. Si es un ala debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando el ala contra el mismo en posición normal. La otra ala debe quedar libre. En caso de que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida. Si es una pata debe plegarse en su lugar, contra el cuerpo, y con una cinta aisladora rodear el cuerpo apretando la pata contra el mismo en posición normal. La otra pata debe quedar libre. En caso de que el ave despida olor o se encuentre decaída sacar la cinta y revisar la herida.

Este tratamiento puede tener éxito o no. Por esa razón siempre lo más conveniente es consultar un veterinario dedicado a aves y/o mascotas.

Heridas. En general las heridas en las aves tienen poco sangrado. Si existiera debe comprimirse la zona sangrante hasta que se detenga la hemorragia. Tanto las heridas grandes como pequeñas terminan cicatrizando. Lo importante es evitar o cortar la infección. Con curas de eidóforo tres veces por día y algún antibiótico es suficiente. Seguir con este tratamiento hasta que la herida cierre.

Otros estados patológicos. Muchas veces no hay signos claros de una enfermedad para que una persona sin conocimientos pueda hacer un diagnóstico como en los casos anteriores. Se puede apreciar al ave que no come y/o está decaída y/o tiene diarrea y/o estornuda o tose. En estos casos se debe administrar un antibiótico. Es importante que lo vea un veterinario dedicado a las aves o mascotas.

Alimentación y nido

Alimentación. Para saber que alimento suministrar al pichón se debe saber si es una rapaz o no, ya que las demás especies pueden ser alimentadas, en principio con la misma comida.

Como saber si es una rapaz. Dos datos son fundamentales para saberlo: i) Pico relativamente voluminoso y grueso, ganchudo y ii) Patas fuertes y con uñas en forma de garra.

Alimentando una rapaz. Administrar carne picada colocándola dentro del pico de la rapaz. Con el paso de los días abrirá el pico pidiendo ser alimentado cuando ve llegar la carne. Cuando tenga algunos días acostumbrado a la comida poner carne en el suelo hasta que comience a comerla por voluntad propia. A partir de allí seguir de esta forma. Administrar carne hasta que se note un crecimiento en el buche. Repetir la comida cada vez que el buche desaparezca. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente de la carne. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación. El próximo paso es la reintroducción en su hábitat.

Alimentando un ave de otra especie. Cuando no se trate de una rapaz, si bien cada especie da su tipo de alimento, este puede ser el alimento para administrar: hervir un huevo y una papa (sin sal) durante 10 minutos. Pisarlos con un tenedor (puré). Guardar en la heladera. Cuando se tenga que administrar, tomar un poco de la heladera, agregarle algo de agua (para que quede chirlo). Introducirlo en una jeringa de dar inyecciones, abrir el pico, poner la punta de la jeringa hasta dentro de la garganta y descargar el alimento. Cuando el buche sea notorio dejar de alimentar. Repetir cuando el buche se vacíe. No es necesario administrar agua ya que la extrae en cantidad suficiente del puré. No dar otra alimentación hasta que sea liberado. Nunca dar pan, leche u otras comidas. Evitar que el ave se acostumbre a la presencia humana administrando la comida desde atrás de una tela o cortina. No debe ver quien lo alimenta para evitar la improntación.

Nido. Construir un nido, de tamaño adecuado al ave, con papel de cocina sobre un plato hondo (sopero). Mantener una temperatura adecuada. Se puede usar una bombita eléctrica de 60 watts, a 25 centímetros por encima del pichón y en un extremo del nido. De esa forma la cría pueda alejarse o acercarse a la fuente de calor. También es posible como forma alternativa colocar una bolsa de agua caliente bajo el nido. Lo mejor es alternar la bombita durante el día y la bolsa de agua caliente en la noche.

Liberación. La liberación y reintroducción en su medio ambiente es el último paso por seguir. Se deben llenar estos requisitos para que el ave pueda ser reintroducida:

- 1) Volar, nadar, correr (según sea/n su modo/s de desplazarse) de forma normal.
- 2) Alimentarse por sí solo.
- 3) Que sus dos ojos estén sanos y con buena visión.
- 4) Que no tenga **impronta**.
- 5) Bien alimentado. Una vez liberado debe dejársele comida, donde fue suelto, por si no encuentra por su cuenta otro alimento.
- 6) Sano.

Liberarlo en un ambiente y en las condiciones con las siguientes características:

- 1) Medio ambiente donde normalmente vive la especie (monte, bañado, costa marina, etc.).
- 2) En una zona donde habitualmente no se encuentren personas.
- 3) En lo posible alejado de posibles depredadores de la especie.
- 4) Cerca de donde pueda encontrar alimento (de acuerdo con su especie) y agua.
- 5) Lejos de aerogeneradores y otras infraestructuras humanas.
- 6) Dejarlo salir por propia voluntad de la caja o jaula.
- 7) Esperar 1/2 hora antes de liberarlo luego de haber concluido el viaje hacia el lugar de suelta.
- 6) En horas del amanecer.
- 7) Buen clima.

Como evitar la impronación. Se sugiere en caso de tener que alimentar, cuidar o rescatar algún ejemplar seguir estas indicaciones:

- 1) Infórmese sobre los hábitos y comportamientos del ave que está criando para imitar a los padres.
- 2) Coloque un espejo, en la caja o jaula, en el que pueda ver su cuerpo entero.

3) Imite los sonidos de su especie o use grabaciones.

4) Trate de confeccionar un muñeco con la forma, tamaño y colores similares a los adultos de su especie. Esta especie de maniquí debería ser de forma que el pico sea la jeringa con la que se administra el alimento.

5) Evite exponerse donde pueda ser visto por la cría.

VI.1.3.1.4.4.3 Reptiles

Réptiles comunes. Derivado del posible inventario faunístico a encontrarse en el sitio, pueden existir diferentes tipos de lagartijas, gecos y alicantes, los cuales pueden ser fácilmente manejados con las acciones siguientes:

- Podrán ser atrapadas manualmente, la captura de las especies más difíciles de recolectar se hace generalmente con palo que tenga un lazo en la punta.
- La captura se realiza acercando lentamente la vara, paralela al cuerpo del individuo.
- Se colocarán en bolsas de tipo costal, que permita la entrada de aire.
- Este grupo es relativamente sencillo de manipular y de liberar. La liberación nunca debe ser en la noche, ya su temperatura corporal depende del ambiente. Colocarlo al nivel del suelo y abrir la bolsa y moverlo para que el animal salga solo.

Víboras. Se realizarán recorridos cercanos al sitio, principalmente entre los roqueríos y cuevas para el avistamiento de la especie, en caso de encontrar individuos estos serán capturados y reubicados a otra zona, cabe mencionar que esta especie se adapta a todo tipo de terreno por lo que su reubicación no resultara complicada.

Para el rescate de víboras en caso de ser encontradas, se hará lo siguiente:

- Mantener una distancia de cuando menos 5 metros para que la víbora este bajo control, así es más seguro que esté tranquila y no se esconda.
- Una víbora de cascabel puede asustarse cuando alguien se le aproxima en el campo abierto. Para evitar esto, hay que esconderse detrás de arbustos u otros objetos cercanos, y así reducir la posibilidad que la víbora se vuelva agresiva. Siempre debe tenerse en cuenta el **área de seguridad** sugerida anteriormente. Si la víbora esta enrollada, al atacar puede estirarse hasta $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de su longitud total. Pero si la víbora ya está estirada, su área de ataque es menor.
- En el momento de captura, acercarse muy lento, agarrarla con las pinzas en el medio de su cuerpo y sin poner mucha presión. Solo debe presionarse lo suficiente para que no se escape y así poder moverla al recipiente de reubicación.
- Colocar con cuidado la víbora en el recipiente de reubicación y taparlo de inmediato. Es muy importante asegurarse que el recipiente no pueda destaparse en forma accidental, usando una cuerda o cinta aislante. Colocar el recipiente en algún lugar visible, alejado de toda la gente y en la sombra, hasta el momento en que se vaya a hacer la reubicación. El recipiente debe estar claramente identificado con una etiqueta que diga **"Víbora de cascabel viva"** y se debe liberar nuevamente en un área segura a las pocas horas de ser capturada.
- Para liberar a la víbora, colocar el recipiente en el piso, quitar la tapa y voltear el recipiente con cuidado, manteniendo el recipiente como barrera de protección. Las pinzas o ganchos pueden ayudar para remover la tapa y ayudar a la víbora para que se salga del recipiente. O simplemente dejar el recipiente abierto para darle lugar a que la víbora se salga tranquilamente.

El equipo recomendado para esta operación es el siguiente:

- Gancho y/o pinzas para víboras, que tengan un mango largo y con una pinza que no vaya a lastimar a las víboras. También se puede usar un rastrillo o una escoba, pero debe de tenerse cuidado en cómo manejarlas porque las víboras son bastante frágiles.

- Un recipiente para transportar a la víbora. Esto puede ser una cubeta de basura con agarraderas y con tapa de seguridad. El recipiente ideal puede ser de color claro para que no absorba el calor del sol, se deben hacer unos hoyos pequeños en la tapa para ventilación y poner una etiqueta que diga **“Víbora de cascabel viva”**.

VI.1.3.1.4.4.4 Mamíferos

Al igual que las aves, los mamíferos son muy sensibles a los sonidos, y en general las especies de mamíferos con posibilidad de encontrarse en el sitio son de rápido desplazamiento. Estos individuos se moverán con el ahuyentamiento y con el ruido de los trabajos, sin embargo, en caso de llegar a identificado alguno de los organismos antes mencionados será capturado y transportado para posteriormente liberarlo en un área similar.

En caso de llegar a encontrar algún individuo que sea sujeto a rescate y reubicación se podrá utilizar el siguiente equipo:

Gancho para manejo: Permite la manipulación de los animales de forma ligera. Está fabricado en aluminio y/o madera, con dos soportes de espuma para brindar un mejor agarre al equipo.

Guacales para transporte: Se trata de una especie de jaula o caja plástica de diferentes tamaños en las cuales se ubica el animal, ya sea para su transporte o para mientras se encuentra en tratamiento.

Botes plásticos: recipientes plásticos para el traslado de animales al área de depósito.

VI.1.3.1.4.5 Cronograma

Se realizarán recorridos, conforme el avance de la obra, estos recorridos tendrán la finalidad verificar la presencia y/o ausencia de los organismos. La calendarización de las actividades para la localización y en su caso rescate de especies se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro VI-76. Cronograma de Actividades.

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recorrido de campo (búsqueda de hábitats y avistamiento)	X		X		X		X		X		X	
Colecta de organismos	x		X		X		X		X		X	
Rescate de especies encontradas	X		X		X		X		X		X	
Monitoreo		X		X		X		X		X		X

VI.1.3.1.4.6 Seguimiento y evaluación

Para poder dar seguimiento a las actividades programadas debe tener registro de los casos de rescate, y evidencia de estos.

Toma de datos. Se deberá contar con una bitácora de rescate de individuos, que incluya la información del individuo como: taxonomía, estado de salud, sitio donde fue encontrado y que manejo se le dio o dará.

Evidencia fotográfica. Realizar un registro fotográfico de los individuos rescatados y si es posible de los avistamientos de fauna.

Revisión de área de rescate. Para dar seguimiento a la protección y rescate, así como, establecer la eficacia de la medida ambiental, será necesario visitar el área en dónde serán liberados los individuos.

Con los datos de los puntos anteriores, podrá generarse un informe en dónde se evalúen la eficacia del programa.

VI.1.3.1.4.7 Área considerada para realizar el rescate

El sitio evaluado idóneo para realizar el rescate corresponde a un sitio aguas debajo del depósito que tiene las mismas condiciones de vegetación y que se encuentra alejado de las actividades mineras.

VI.1.3.2 Programa de abandono del sitio

La vida útil del depósito fue estimada en **6.20 años**, considerando las reservas actuales de los minerales de ley a beneficiar, así como el tiempo estimado para llevar a cabo las actividades de restauración como consecuencia del abandono del sitio. Sin embargo, existen muchas variables involucradas que determinan la duración o cierre definitivo de una unidad minera, entre las cuales destacan principalmente la presencia o ausencia de minerales de ley en los yacimientos concesionados, los costos para su explotación y beneficio, la cotización de los minerales preciosos en el mercado internacional, conflictos locales por el uso de suelo, etc. Derivado de lo anterior, se contempla una vigencia de **12 meses** para la etapa de preparación del sitio, **3.20 años** para la etapa de **construcción - operación**, y conforme se llegue la capacidad de almacenamiento programada se estará aplicando el abandono del sitio, y al finalizar de aplicarán el abandono definitivo el cual se extenderá **24 meses** más, para el monitoreo de taludes y calidad del agua subterránea.

VI.1.3.2.1 Destino de las áreas ocupadas por el depósito de jales

Una vez concluida la capacidad del depósito de jales y al finalizar la vida útil, el destino que se le dará al sitio será para un **área verde con vegetación nativa (forestal)**.

VI.1.3.2.2 Objetivos

A partir de la evaluación de los impactos ambientales adversos provocados por las actividades a desarrollar, se identificaron y analizaron las medidas de control necesarias para prevenir, mitigar y restaurar los daños que pueden presentarse en la etapa de **abandono del sitio**. En este apartado se propone un conjunto de medidas y acciones que aportan elementos de control y seguimiento necesarios para garantizar su compatibilidad con medio ambiente una vez concluida su vida útil.

En un contexto general, los objetivos del programa de abandono del sitio son:

- Prevenir la ocurrencia de los impactos identificados como adversos y evitar o mitigar el posible deterioro ambiental que podría resultar como consecuencia de las actividades de abandono del sitio.
- Atenuar los efectos negativos para el caso de que no hubiese medidas preventivas o éstas fueran inviables técnica o económicamente.
- Promover condiciones que favorezcan la continuidad de los procesos naturales en el contexto ambiental regional.
- Favorecer la integración armónica del **depósito** en el desarrollo paisajístico regional, atendiendo a los principios de la sustentabilidad ambiental, social y económica.

VI.1.3.2.3 Actividades

Para lograr la integración de las áreas ocupadas por el depósito de residuos mineros se tendrá el siguiente programa de actividades una vez concluida la etapa de construcción - operación:

VI.1.3.2.3.1 Reincorporación del suelo fértil

Suelo fértil será incorporado en la parte superficial del cuerpo del depósito, el proceso de colocación consistirá en las siguientes acciones: colocación de tepetate sobre el jal del área de la berma y taludes, posteriormente se colocará una capa de suelo orgánico sobre el tepetate con el uso de un tractor de orugas. Esto con la finalidad de evitar que partículas de jal se erosionen por acción del agua o viento. La incorporación de suelo es la mejor opción para favorecer el establecimiento de la cubierta vegetal y acelerar el proceso de restauración de un sitio. La capa de suelo deberá contar con un espesor de al menos 40 cm. Posteriormente se realizará la homogenización de la pendiente de sitio con la ayuda de un tractor. A la cubierta de suelo se deberá dar una pendiente para canalizar el agua pluvial, la cual será a partir del centro hacia los extremos, con una pendiente del 5% para que exista un escurrimiento de agua.

VI.1.3.2.3.2 Programa de revegetación

- Elección de las especies a reforestar

Conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones actuales del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y objetivos de la reforestación, entre otras. Dado que la reforestación tiene como objeto principal la restauración, se ha considerado el pasto ***Eragrotis mexicana***, por ser una especie primaria de la sucesión ecológica, y ayudará a estabilizar el suelo para el establecimiento de las especies de las etapas siguientes. También se considera la especie ***Agave durangensis***, ***Prosopis sp***, ***Vachellia sp*** y ***Pinus sp***, por ser representativas, abundantes y fáciles de reproducir.

VI.1.3.2.3.2.1 Objetivos

- Realizar la reforestación de **3.68 hectáreas** con especies nativas de la región para incrementar la cobertura arbórea, evitar la erosión, restablecer las condiciones de cubierta vegetal, garantizar la permanencia y propagación de las áreas forestales como medida de compensación.
- Restablecer las condiciones de cubierta vegetal una vez terminadas las obras.
- Garantizar la permanencia y regeneración de las áreas forestales.
- Evitar la erosión.
- Cumplir con las actividades de compensación.

VI.1.3.2.3.2.2 Meta

Realizar una reforestación en **3.68 hectáreas** de ***Agave durangensis***, ***Prosopis sp***, ***Vachellia sp*** y ***Pinus sp***.

VI.1.3.2.3.2.3 Metodología

VI.1.3.2.3.2.3.1 Selección de la especie

Según la CONAFOR (2010), conviene elegir especies que sean de la región para que su adaptación a las condiciones del ecosistema (suelo, topografía, disponibilidad de agua, etc.) sea mejor. De preferencia se deben seleccionar especies forestales nativas, por lo que se realizó la elección de las especies siguientes.

- *Agave durangensis*
- *Prosopis laevigata*.
- *Vachellia sp*
- *Pinus sp*.

VI.1.3.2.3.2.3.2 Determinación de la densidad de reforestación

La determinación de la cantidad de planta o semilla requerida para la reforestación depende principalmente del arreglo o diseño de la reforestación, que puede ser: tres bolillo, marco real o enriquecimiento de rodales o incluso al voleo; también es importante considerar el ecosistema, ya que la estructura y conformación es diferente para cada uno. Para ambas especies lo recomendable es utilizar el sistema al voleo, sin embargo, se buscará que mantengan la densidad original del sitio.

VI.1.3.2.3.2.3.3 Estado físico y sanitario de la planta

La planta utilizada en la reforestación será adquirida en los viveros de la región; para asegurar un porcentaje aceptable de sobrevivencia deberá contar con las características siguientes (CONAFOR, 2010).

- Diámetro mínimo a la base de 4 mm.
- Altura entre 15 y 25 cm.
- La raíz debe tener un eje central y sus raíces laterales deben estar distribuidas, no deben tener malformaciones o nudos.

- Vigor y sanidad: color del follaje propio de la especie, sin alteraciones morfo fisiológicas y libre de plagas o enfermedades.

VI.1.3.2.3.2.3.4 Época de plantación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo). La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las condiciones siguientes: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia. Considerando lo anterior, se propone que estos trabajos se lleven a cabo en los meses de julio y agosto, por ser considerado la época de lluvias para la zona, preferentemente cuando la humedad del suelo se encuentre a 25 cm o más de profundidad. La fecha límite para establecer planta será 45 días antes de que finalice el periodo de lluvias, con la finalidad de que la planta absorba agua suficiente para su arraigo antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes (temperaturas extremas y sequía).

VI.1.3.2.3.2.3.5 Técnica de plantación

Será utilizado el **sistema de cepa común** que consiste en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos. Al momento de la plantación se deben seguir las recomendaciones siguientes:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si está es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Quitar el tubete o bolsa de la planta sin dañar la raíz.
3. Antes de colocar el árbol en la cepa, agregar tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mayor disposición de nutrientes. Adicionalmente se pueden agregar algunos gramos de fertilizante granulado de liberación prolongada como es el caso del *MULTICOTE (4) 11-2-4*.
4. Después de haber colocado la planta, se rellena con la tierra más profunda y se compacta de tal forma que permita la aireación y drenaje en el suelo.
5. 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 vivero hasta la plantación está sujeta a estrés físico por el traslado.
6. Es necesario hacer un cajete alrededor de la planta para detener la erosión por escorrentía, capturar agua de lluvia o de riego para favorecer el desarrollo de la planta e incrementar la posibilidad de sobrevivencia de está.

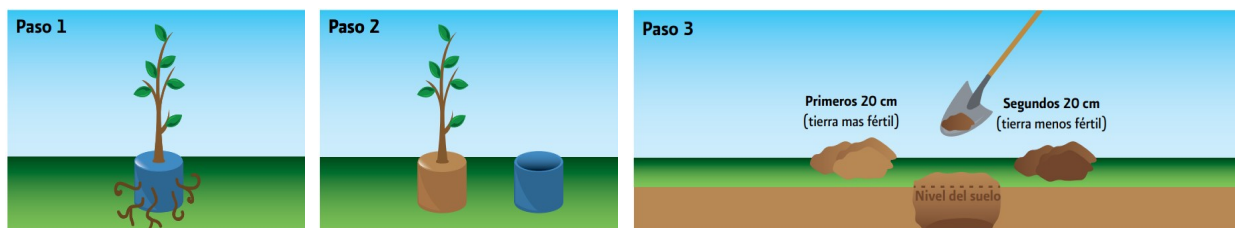




Figura VI-33. Sistema de cepa común a utilizar en la reforestación (CONAFOR, 2010)

Para asegurar que la reforestación se realice con éxito se debe considerar lo siguiente:

1. Nunca se debe plantar un árbol con la bolsa de plástico o tubete, porque se obstruye el desarrollo de las raíces.
2. Si la cepa se hace muy profunda y el tallo del árbol queda muy hundido, se asfixiará.
3. Si la cepa se hace poco profunda, las raíces podrían quedar en la superficie, con lo que el árbol se deshidratará. En otro caso, el árbol puede quedar inclinado, lo que provocará un crecimiento deforme o su muerte.
4. Debe colocarse una sola planta por cepa. Si se colocan dos o más plantas en la misma cepa es probable que las dos logren establecerse y compitan por los nutrientes, lo que provocará un crecimiento lento de ambas plantas.

VI.1.3.2.3.2.3.6 Lugares de acopio

La planta necesaria para ejecutar la reforestación será adquirida en los viveros de la región.

VI.1.3.2.3.2.4 Indicadores de evaluación

Evidencia fotográfica, informes anuales y planos georreferenciados.

VI.1.3.2.3.2.5 Mantenimiento y monitoreo de la sobrevivencia de los individuos

Para el mantenimiento de la reforestación, se aplicará un cajeteo en el siguiente año inmediato a la plantación, con la finalidad de proporcionar mayor captación de agua, de tal forma que garantice la sobrevivencia de la planta. La fertilización de la reforestación es otra práctica que considerar, ya que esto permitirá proveer de mayores nutrientes. Durante los primeros 5 años de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, reemplazando las plántulas muertas en caso de ser necesario. Con la aplicación de estas medidas se garantizará mayor probabilidad de sobrevivencia de las plantas, sin embargo, si la sobrevivencia en cada año es menor al 90% estas plantas se estarán reponiendo.

Con la aplicación de estas medidas se otorgará mayores oportunidades de que la reforestación aplicada tenga un mayor éxito.

VI.1.3.2.3.2.6 Programa de actividades

El programa de actividades para realizar la reforestación es el siguiente.

Cuadro VI-77. Programa de actividades de la reforestación

Actividad	Año 1 (meses)												Años			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5
Planeación de carácter técnico	X	X														
Preparación de material y equipo			X													
Delimitación de las áreas				X												
Plantación					X	X	X	X								
Evaluación								X					X	X	X	X
Mantenimiento (reposición cuando se requiera)										X						

Informes de actividades									X	X			X	X	X	X
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	--	--	---	---	---	---

VI.1.3.2.3.2.7 Evaluación del rescate y reubicación

La evaluación se realizará durante los **primeros 5 años** de la plantación, se realizará un análisis de sobrevivencia, replazando las plántulas muertas en caso de ser necesario con esto se garantiza la protección a las especies consideradas en el presente programa.

En el mes de junio, cuando las temperaturas y las sequías han dejado sus estragos, se realizará un recorrido por la reforestación, para evaluar los daños y estimar la planta que habrá que reponer hasta alcanzar el 80% de sobrevivencia mínima; esta evaluación se realizará de manera periódicamente en el transcurso de los primeros cinco. Los recorridos, no sólo tendrán el objeto de evaluar el número de plantas existentes y aquellas por reponer, sino que también se tendrán que analizar, su vigor, sanidad, y respuesta al medio.

VI.1.3.2.3.2.8 Sobrevivencia mínima esperada y acciones emergentes

La sobrevivencia mínima que se espera es del 85%. Lo anterior considerando el mantenimiento que consistirá en deshierbe, riegos de auxilio y fertilización. Si los resultados del monitoreo anual de la reforestación indican que la sobrevivencia está por debajo del valor mínimo aceptable que se ha propuesto, se procederá a la reposición de los individuos faltantes para cumplir con dicha meta.

VI.1.3.2.3.2.9 Informe de avances y resultados

Los informes serán presentados a la SEMARNAT de la manera siguiente.

- Un informe, una vez realizada la plantación.
- Un informe anual correspondiente a la evaluación sobre el porcentaje de sobrevivencia.

VI.1.3.2.3.3 Monitoreo de la estabilidad de taludes y de la calidad del agua subterránea

VI.1.3.2.3.3.1 Estabilidad del depósito de jales

Una vez concluida la reforestación, se ejecutará un programa de monitoreo de la estabilidad del talud durante el primer y segundo año, el monitoreo seguirá siendo mensual, el tercer y cuarto año será de manera trimestral. Posterior se realizará de manera semestral. Las revisiones consistirán en detectar grietas, derrumbes, cárcavas y canalillos producto del escurrimiento superficial por efecto de la lluvia, a través de recorridos y observaciones visuales que se estarán registrando en una bitácora por cota de elevación. Los objetivos buscados con las revisiones en la estabilidad del talud serán los siguientes:

- Evitar deslaves y pérdida del suelo que cubre el cuerpo del jal almacenado.
- Prevenir deslizamientos de las bermas y talud (evitar formación de cárcavas y hundimientos).
- Mantener en buen estado los canales de desvío de aguas pluviales.

Para medir si se presentan movimientos del talud se utilizará la instrumentación colocada durante la etapa de construcción operación. Las mediciones en las coordenadas X, Y y Z de los puntos de control serán registradas en las bitácoras anualmente. En caso, de que en las revisiones se llegue a encontrar grietas que pongan en riesgo la estabilidad, estas serán compactados y homogenizados para evitar la formación de canalillos y/o deslizamientos que pongan en riesgo la seguridad ambiental del sitio.

VI.1.3.2.3.3.2 Calidad del agua

Para dar cumplimiento al [numeral 5.8.1 NOM-141](#) sobre el monitoreo de **aguas subterráneas**, se utilizarán los pozos MR13 y MR14 localizados en la parte alta y baja del depósito. Considerando los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicados en el [numeral 5.3.4.2.2 inciso b NOM-141](#) y en

caso de que al comparar los resultados, y éstos registren una elevación se hará de conocimiento a las autoridades competentes; el monitoreo será semestral durante la etapa de construcción-operación y una vez que se haya terminado la vida útil, será anual, según lo indicado en el [numeral 5.8.1.4 NOM-141](#). Las coordenadas geográficas de la ubicación de los pozos se encuentran en el numeral II.2.6.4.

Mientras que, para el monitoreo de agua superficial, en el monitoreo se realizará en los escurrimientos aguas abajo del depósito como se indica en el numeral II.2.6.4.

VI.1.4 Actividades de mitigación, restauración y compensación por etapa

Las principales medidas de mitigación, prevención y restauración para los diferentes componentes ambientales de acuerdo con las diferentes etapas son las siguientes.

Cuadro VI-78. Actividades de mitigación, prevención y restauración en las diferentes etapas

Componente	Clave medida	Medida	Preparación del sitio	Construcción - Operación	Mantenimiento	Abandono del sitio	Etapas en que se requiere
Atmósfera	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	2	Se prohibirá el uso del fuego en cualquiera de las actividades.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	3	Para evitar que se generen polvos por el tránsito de los vehículos, se mantendrá una velocidad de 15 km/hr, desde la incorporación a la terracería y dentro del sitio.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	4	Mantenimiento a los caminos de acceso.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Atmósfera	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Geología	6	Estabilización del talud del sitio (previo).	A				Preparación del sitio
Geología	7	No realizar perforaciones a profundidad.	A	B			Preparación del sitio y construcción-operación
Edafología	8	Se respetarán las áreas delimitadas para las obras.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Edafología	9	Manejo adecuado de los residuos sólidos.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Edafología	10	Se prohíbe realizar mantenimiento a vehículos y maquinaria en el sitio.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Edafología	11	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil

Edafología	12	Implementar mecanismo de recolección de grasas y aceite (casos fortuitos).	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Edafología	13	Implementar un programa de restauración en el abandono del sitio.				D	Abandono del sitio
Hidrología	14	Usar la infraestructura de la unidad minera para el tratamiento de agua residual.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Hidrología	15	Instalar sanitario portátil en el frente de obra.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Hidrología	16	Realizar los trabajos de acondicionamiento de los caminos fuera de la época de lluvias.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Hidrología	17	Colocar material con buena permeabilidad y drenaje a la superficie de rodamiento de los caminos.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Hidrología	18	Restringir el movimiento de vehículos fuera de las áreas autorizadas.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Hidrología	19	Construir canales de desvío de agua pluvial.		B			Construcción-operación
Fisiografía	20	Llevar a cabo el concentrado de jales en forma semiseca.		B			Construcción-operación
Paisaje	21	Realizar las obras por etapas, para una incorporación de la obra al paisaje de manera paulatina.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Paisaje	22	Manejo adecuado de los residuos (colectar y transportar fuera del sitio desechos sólido y de manejo especial).	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Vegetación	23	Prohibir la remoción de la vegetación fuera del área propuesta (no realizar cambios de uso de suelo no autorizados).	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Vegetación	24	Prohibir el uso de fuego para prevenir el riesgo de incendios forestales.	A				Preparación del sitio
Vegetación	25	Aplicar un programa de abandono del sitio, que implique la reforestación del sitio.				D	Abandono del sitio
Fauna	26	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	27	Prohibición de caza de fauna silvestre.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil

Fauna	28	Instalar 2 letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Fauna	29	Queda prohibida la instalación de campamentos y almacenes dentro de las zonas no autorizadas.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Sociedad	30	Contratación de habitantes que radiquen en las poblaciones del AI.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Sociedad	31	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Sociedad	32	Mantenimiento de caminos.	A	B	C	D	Durante toda la vida útil
Sociedad	33	Acceso a servicios médicos (solo para los obreros).	A	B	C	D	Durante toda la vida útil

VI.1.5 Actividades de mitigación como consecuencia del abandono del sitio (abandono definitivo)

Como se ha descrito en el programa de trabajo, la etapa de abandono definitivo del sitio se llevará a cabo una vez que el depósito haya llegado al final de su vida útil, sin embargo, ha de plantearse las actividades para su abandono definitivo siguientes.

- Monitoreo de la estabilidad de taludes y de la calidad del agua subterránea
- Aplicación de suelo orgánico
- Revegetación del talud con especies locales
- Retiro de todos los residuos sólidos y de manejo especial.

VI.1.6 Sustentabilidad con las medidas de mitigación y prevención aplicadas

Por la naturaleza de las obras y actividades se tendrán impactos negativos, sin embargo en el presente estudio se proponen las medidas de mitigación y prevención para su corrección, por otra parte, los impactos benéficos serán mayores que los adversos, al aplicar las medidas de mitigación tal como se recomienda en este estudio por lo que no se tendrán impactos residuales a largo plazo sobre los componentes más vulnerables como el **suelo, agua y biota**. Ya que se buscará llevar lo más posible a su estado original la vegetación, una vez terminada la vida útil de la obra. El impacto residual o a largo plazo será sobre el **paisaje** el cual será compensado a través de la reforestación de áreas adyacentes al sitio. La sustentabilidad ambiental se basa en establecer correctamente las medidas de prevención, mitigación y restauración durante cada etapa. A continuación, se comparan los impactos adversos antes y después de que se apliquen el plan de manejo ambiental.

En la región existe un **alto grado de marginación**, sin embargo, cuenta con una enorme cantidad de recursos que pueden ser aprovechados para disminuir la pobreza extrema.

Cuadro VI-79. Procedimiento de cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

Componente	Impacto	Clave	Medida	Componentes indirectos que beneficia	Forma de mitigación de impactos	Especificaciones de operación y mantenimiento
Aire	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	1	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos y la maquinaria utilizada.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Se reducen las emisiones por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Los vehículos y maquinaria a utilizarse deberán cumplir con la NOM-041 y NOM-045.
		2	Prohibición del uso de fuego.	Agua, Suelo, Biota	Se minimizan los efectos adversos que se pudieran presentar por el uso de fuego.	El uso de fuego para cualquier actividad queda estrictamente prohibido.
	Generación de polvo	3	Mantenimiento a los caminos y zona de acceso.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Al mantener los caminos en buenas condiciones se evita la generación de polvos.	Mantener la nivelación y drenaje apropiado en los caminos y zona de acceso, y mantener las cunetas de desagüe libres de obstáculos.
		4	Velocidad máxima de 15 km/h en el sitio.	Suelo, Biota, Social	Reducción en la generación de polvos y disminución del ruido en el sitio	Controlar la velocidad a la que transitan los vehículos en el sitio
	Generación de ruido	5	Los vehículos utilizados deberán contar con silenciador de ruido.	Social	Reducción de ruido por tener mantenimiento adecuado los equipos y vehículos.	Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo de los equipos. Cumplir con las NOM-080, NOM-080-STP y NOM-081.
Geológico	Alteraciones geoquímicas del suelo	6	No realizar perforaciones a profundidad.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Apegarse en todo momento a los lineamientos de acuerdo con el plan de trabajo establecido.	Se compactarán perfectamente para evitar el arrastre del material geológico, y se tendrán en buenas condiciones las cunetas.

Fisiografía	Modificación de las pendientes a nivel puntual	7	Las pendientes de los taludes deberán realizarse conforme lo establece el estudio geo estático para evitar el riesgo de deslizamiento de material, lo cual se deberá realizar previo al inicio de las actividades de construcción.	Agua, Suelo, Paisaje	Estabilizar y compactar los taludes para evitar el arrastre del material geológico y la desestabilización del depósito.	Se deberá estabilizar y compactar de manera adecuada los terraplenes y taludes de la zona de acceso asegurando que no provocará obstrucción de las cunetas o generará erosión.
	Alteración geoquímica del suelo	8	Usar sólo la zona de acceso	Suelo, Biota	Al usar solo la zona de acceso, se evitará la compactación y erosión del terreno.	Utilizar sólo la zona de acceso, para evitar afectar terreno no autorizado para el depósito de jales.
		9	Incorporar el suelo fértil para favorecer el crecimiento de la vegetación.	Agua, Suelo, Biota, Paisaje	Propiciar el establecimiento de vegetación una vez concluido el depósito de jales.	Al propiciar el establecimiento de la vegetación, se puede mitigar la erosión hacia las partes bajas.
		10	Efectuar un programa de reforestación.	Agua, Biota, Paisaje	Reduce la erosión hídrica, mejora la estabilidad estructural de los suelos, estimula la actividad biológica del suelo, aumenta la porosidad.	La reforestación se llevará en áreas afectada, el establecimiento se llevará acabo al inicio de la temporada de lluvias. Mantenimiento por 5 años más.
	Generación de residuos sólidos	11	Cartel alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos	Agua, Biota, Paisaje	Evitar la contaminación de las agua y suelo.	Información con referencia al manejo de los residuos generados en los frentes de obra.
		12	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo		Remediar y corregir en caso de existir la mala disposición de los residuos sólidos.	Realizar jornadas de limpieza de caminos y frentes para la recolección de los residuos.
Agua	Contaminación del agua superficial y subterránea	13	Implementación de un mecanismo de recolección de grasas y aceites	Suelo, Biota, Agua	Durante el desarrollo del proyecto se realizarán jornadas para colectar todos aquellos materiales contaminantes a fin de evitar la contaminación del agua	Las jornadas de limpieza serán obligatorias durante todas las etapas.

		14	Utilizar la infraestructura para el tratamiento de aguas	Suelo, Biota, Agua	Todas las aguas residuales que se generen serán tratadas	El saneamiento de las aguas se realizará para toda aquella agua que se contamine durante la operación
		15	El concentrado de jal será de forma semiseca	Suelo, Agua	El depósito de jales será de manera semiseca y de acuerdo con el sistema constructivo establecido	El sistema constructivo deberá apegarse a las especificaciones de la NOM-141
		16	Construir un canal de desvío de aguas pluviales.	Suelo, Biota, Agua	Se construirá un canal de desvío de aguas el cual debe contener un canal colector, alcantarillado pluvial, sangrías y piletas de contingencia	La construcción de la infraestructura deberá realizarse acorde a los cálculos realizados en el estudio hidrológico para un retorno de 10,000 años
	Azolve de cuerpos de agua	17	Reforestación total una vez efectuado el abandono.	Suelo, Biota, Paisaje	El incremento de la cobertura vegetal retiene sedimentos y disminuye la velocidad del escurrimiento superficial, disminuyendo la erosión y por lo tanto el azolve de cuerpos de agua ubicados agua abajo.	La reforestación se llevará en toda la zona afectada por el establecimiento del depósito de jales, el establecimiento se llevará acabo al inicio de la temporada de lluvias
Paisaje	Impacto visual	18	Desarrollo del depósito por etapas.	Suelo, Paisaje	El establecimiento del depósito de manera paulatina ayudará a tener un mejor aspecto visual.	El desarrollo de terrazas debe de obedecer al orden planteado y de acuerdo con los lineamientos establecidos.
		19	Reforestación total una vez efectuado el abandono.	Agua, Biota, Paisaje	Las áreas degradadas reforestadas, tendrán un mejor aspecto visual.	La reforestación se llevará en toda la zona afectado por el desarrollo del depósito, el establecimiento se llevará acabo al inicio de la temporada de lluvias.
Vegetación	Modificación de la estructura vegetal	20	Delimitación del polígono para el establecimiento del depósito.	Biota, Suelo, Paisaje	Realizar la ubicación física de los vértices del sitio que será afectado.	Evitar daños a vegetación circundante al sitio
		21	Prohibición de actividades fuera del polígono de influencia.	Biota, Suelo, Paisaje	Con la delimitación del polígono para el depósito, se estará garantizando que no	No realizar cambios de uso de suelo no autorizados.

					se afecte más superficie de la programada.	
		22	Reforestación total una vez efectuado el abandono.	Agua, Biota, Paisaje	Ayudará a aumentar la cobertura vegetal como medida de compensación ambiental, con el fin de disminuir los impactos negativos derivados del establecimiento del depósito.	Establecimiento y reforestación con especies nativas.
Fauna	Desplazamiento de especies silvestres	23	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Biota	Permitir el ahuyentamiento de la fauna es la medida más efectiva y ayudará a no tener afectaciones.	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.
		24	Prohibición de caza de fauna silvestre.	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental.	Prohibir la cacería ilegal durante en las diferentes etapas de la obra.
		25	Instalar 2 letreros alusivos a la fauna.	Biota	Al informar acerca de las características e importancia de la fauna, y prohibición de la cacería se tendrá un efecto de conciencia ambiental.	Elaborar y colocar 2 tableros alusivos a la prohibición de la caza ilegal.
		26	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre.	Biota	Se evita la afectación a las comunidades de fauna, con especial cuidado en las que se encuentran en alguna categoría de riesgo.	Se deberá llevar un taller de educación ambiental dirigido a los miembros de la comunidad y a los obreros. Previo a las actividades de la preparación del sitio.
		27	Registro de especies reubicadas o rescatadas.	Biota	Se evita la afectación a las comunidades de fauna, con especial cuidado en las que se encuentran en alguna categoría de riesgo.	Registro de especies reubicadas o rescatadas.
Sociedad	Incremento de la Calidad de vida	28	Contratación de poblaciones del Al.	Sociedad	En la contratación de personal se recomienda dar	Contratación de personas del Al.

					preferencia a los habitantes de la zona, con el fin de evitar la generación de impactos sobre el medio socioeconómico y canalizar parte de la derrama económica hacia la población.	
	de los habitantes. Generación de empleos a nivel local y regional	29	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Sociedad	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal acorde con las actividades que desarrollen, como cascos, tapabocas, gafas, guantes, botas, etc., bajo el mismo concepto se sugiere que durante todas las etapas del proyecto se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 *Pronóstico de escenario*

El escenario esperado para los subsistemas ambientales una vez en operación, considerando que se aplicarán correctamente las medidas preventivas, de mitigación y restauración descritas en los apartados anteriores será el siguiente:

- Los componentes ambientales más vulnerables a degradarse son el **suelo, la hidrología, la fisiografía y la atmósfera**, ya que su alteración repercute en otros componentes del medio ambiente como es pérdida de la fertilidad, contaminación excesiva, erosión etc., por lo tanto, al aplicar las medidas de mitigación sobre estos componentes se estarán evitando impactos sinérgicos sobre la cuenca hidrológica del **SA**, además, con las obras de conservación del jal se espera mitigar su pérdida por efecto de la erosión hídrica y con ello se evitará el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua.
- En cuanto a la **fauna silvestre** esta se ahuyentará permanentemente en las etapas de preparación del sitio y construcción; por lo cual su densidad poblacional no será modificada, dado que ésta se desarrolla sobre un amplio rango de hábitats en la región, además de que el hábitat natural ya ha sido alterado. Con las restricciones legales se promoverá evitar la cacería furtiva de parte de los trabajadores y/o obreros.
- En cuanto al deterioro de la armonía del paisaje, este efecto se compensará al mantener especies vegetales nativas con el programa de reforestación, además, se recuperarán áreas que han sido degradadas por el desarrollo de actividades antropogénicas que servirán de cortina verde para minimizar el impacto visual.
- Para cuidar la calidad del agua se tendrá un canal de desvío de aguas pluviales, el cual con la con infraestructura se garantiza que no entrará en contacto con el jal evitando que los sedimentos lleguen aguas abajo de la cuenca.
- En cuanto a ruido y polvo se refiere, las medidas tomadas como el mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias, la utilización de sistemas de control de ruido y los catalizadores para control de gases y humos, permitirán tener bajas emisiones.
- En el futuro, se puede esperar que la operación no cause un gran impacto en comparación a las actividades que se han estado desarrollando de manera no sustentable en la región, es decir, existen evidencias que estas prácticas socioeconómicas (minería, ganadería, silvicultura, etc.) de alguna manera están alterando el ecosistema por la sobreexplotación de los recursos naturales sin realizar actividades de mitigación y/o compensación.
- Por último, se puede decir que el escenario a futuro con la operación del depósito de jales tenderá a ser semejante al que existirá en la zona sin ella misma, pues al aplicar las medidas de mitigación y/o compensación tanto durante la etapa de operación como al abandonar el sitio, este tipo de ecosistema será capaz de resistir los cambios y recuperarse inmediatamente con las medidas sustentables diseñadas en el plan de manejo ambiental.

Finalmente, el **escenario esperado** una vez que se realicen las obras de prevención, mitigación, restauración y compensación, sobre los elementos que serán impactados significativamente durante el desarrollo de las diferentes etapas es:

- En lo que respecta al elemento **vegetación**, el escenario esperado se considera como estable ya que, aunque se encontrará con cierta perturbación en las áreas cercanas al sitio no se espera que éste sufra

mayores alteraciones como su eliminación total o parcial y/o fragmentación. Cabe destacar que se realizará una reforestación en la etapa de abandono del sitio con especies originarias al tipo de vegetación prevaleciente.

- El **suelo** también se espera que se estabilice en el corto plazo, es decir, después de haber ejecutado el programa de restauración donde rápidamente se podrán retener los sedimentos generados después del abandono del sitio. Al aplicar material orgánico de buena calidad se espera que la erosión y disipación de partículas sea remediado. De cualquier manera, el escenario esperado es **estable** con algunas pequeñas fuentes de erosión.
- Lo que definitivamente no se corregirá es el escenario **paisajístico** durante la vida útil, sin embargo, con las áreas verdes el impacto visual se mitigará y la percepción visual de la población se acostumbrará y pasará a formar parte del medio ambiente construido de la región.
- En lo que se refiere a los individuos de la **fauna silvestre**, éstos buscarán hábitats inmediatamente en los lugares cercanos libres de ruido y perturbaciones, sin embargo, hay que destacar que el sitio se encuentra fragmentado por las actividades mineras lo que hace que la fauna local ya está habituada a la presencia de pobladores.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia contempla los **objetivos** siguientes: **i)** asegurar que las medidas preventivas y de mitigación contribuyan eficiente y oportunamente a prevenir y restauración de los impactos adversos generados; **ii)** identificación de situaciones adversas en cuanto a la posible afectación de alguno de los elementos del ecosistema que no se habían considerado en la evaluación ambiental.

El programa de vigilancia ambiental se realizará periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años, el cual consistirá en un recorrido semestral por la zona para observar posibles situaciones anómalas.

Cuadro VII-80. Seguimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Componente	Impacto	Objetivo	Medida ambiental	Indicador	Supervisión	Recursos humanos / materiales	Seguimiento
Edafología	Aumento en la concentración de gases efecto invernadero	Prevenir y controlar la contaminación del aire, por la emisión de generadas por la operación de las obras y actividades	Toda la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegura su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares	Revisión de bitácora	Promovente*	Promovente/ se utilizarán los talleres de mantenimiento y corrección que se encuentran establecidos en el complejo minero	Se revisarán las bitácoras mensualmente

	Generación de polvo	Prevenir la contaminación del aire por partículas provenientes de las actividades de remoción, compactación, acarreo de jal	Controlar la contaminación del aire, por la emisión de partículas generadas por la operación de las obras que conforman el depósito de jal	Revisión de bitácora	Promovente*	Promovente/ se colocarán lonas en los camiones para evitar la expansión de partículas, pipas para regar en tiempos de estiaje y cámara fotográfica	Evidencia fotográfica se realizará mensualmente
	Generación de ruido	Prevenir la contaminación del aire por altos decibeles de ruido producidas por las actividades mineras	Toda la maquinaria y equipo serán sujetos a un programa de supervisión operativa y mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento en condiciones óptimas para cumplir con los estándares de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en materia de ruido	Revisión de bitácora	Promovente, contratista	Promovente, se utilizarán los talleres establecidos en el complejo minero para el mantenimiento.	Se revisará mensualmente estado de los silenciadores de la maquinaria para lograr que estén dentro de los estándares de la NOM-081 SEMARNAT-1994
Fisiografía	Modificación del relieve local	Prevenir deslizamientos del material hacia las partes bajas	Las pendientes de los taludes no deberán exceder el diseño propuesto para evitar	Evidencia fotográfica y monitoreo de la estabilidad del talud	Promovente*, contratista	Promovente, equipo de compactación y clinómetros	Verificar mensualmente el ángulo del talud. Tener el control de la cantidad de jal depositado en

			deslizamientos del talud				cada terraza, con el fin de no exceder su capacidad
Atmósfera	Generación de residuos sólidos	Evitar la incorporación de materiales contaminantes al ambiente	Cartel alusivo al manejo adecuado de los residuos sólidos	Establecer carteles en diferentes áreas y evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente*	Evidencia fotográfica y recorridos semanales esta actividad será permanente
		Implementar jornadas de limpieza	Jornada de limpieza de caminos y áreas de trabajo	Evidencia fotográfica y calendario de actividades		Promovente, obreros, cámara fotografía	Evidencia fotográfica esta actividad deberá ser permanente
Biota	Desplazamiento de especies de fauna silvestre	Capacitación para el manejo de especies que pudiesen encontrarse en el área	Implementar capacitación de manejo de fauna silvestre	Implementación de cursos y evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente/, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica será durante la vida del proyecto
		Concientizar a la gente y trabajadores a la protección de la fauna	Instalar letreros alusivos a la fauna	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente, letreros	Evidencia fotográfica esta actividad será permanente
		Evitar el contacto humano y daños a la fauna	Ahuyentamiento temporal de la fauna antes de iniciar cualquier actividad.	Evidencia fotográfica y bitácora de trabajo	Promovente, Contratista	Promovente, especialista en fauna y capacitación	Bitácora / Evidencia fotográfica realizar un recorrido previo antes de iniciar actividades será permanente la actividad

Paisaje	Percepción del paisaje	Modificación del relieve local	Desarrollar el depósito de manera paulatina para garantizar su incorporación	Evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, equipo de compactación y clinómetros	Verificar mensualmente el ángulo y compactación particular de los taludes y monitoreo de las terrazas
		Pérdida de armonía visual	Se establecerá un plan de reforestación con especies nativas del lugar	Evidencia fotográfica	Promovente	Promovente, especialista en flora, plantas a reforestar, picos y palas	Bitácora / Evidencia fotográfica, dar mantenimiento a la reforestación los primeros 5 años después de haberla establecido para asegurar su supervivencia
Sociedad	Incremento en el desarrollo socioeconómico de la región e incremento en la calidad de vida de la población local	Incrementar las fuentes de empleo	Contratación de poblaciones del AI	Evidencia fotográfica	Promovente, Contratista	Promovente	Evidencia fotográfica esta actividad será durante etapa de operación
		Evitar accidentes laborales y concientización de utilizar equipo de seguridad e higiene	Para prevenir accidentes se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección personal y se cumplan con las Normas de Seguridad e Higiene.	Supervisión, evidencia fotográfica y letreos alusivos	Promovente, Contratista	Promovente y personal de seguridad	Evidencia fotográfica esta actividad será permanente

**La Promovente cuenta con un departamento de medio ambiente y seguridad el cual será el encargado de realizar las actividades y hacer cumplir el programa de vigilancia.*

Programas específicos

Programa de monitoreo de taludes y calidad de agua subterránea

La descripción del programa de monitoreo de taludes y calidad del agua se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro VII-81. Descripción del programa de monitoreo de taludes y de la calidad del agua como medida de compensación

Programa de monitoreo de taludes y de la calidad del agua	
Objetivo particular	Monitorear los taludes y la calidad de agua

Minera Mexicana El Rosario S.A de C.V

Programa de monitoreo de taludes y de la calidad del agua	
Metas particulares	Mantener vigilancia que garantice la estabilidad del depósito y la calidad del agua
Impacto ambiental	Afectación a la calidad de agua y erosión potencial
Actividad que produce el impacto	Desarrollo y construcción de un depósito de jales
Medidas específicas	- Acentuar las revisiones en bitácoras - Para aquellas bermas recién formadas, en la época que se presentan las más altas precipitaciones de año se preocupara que las pendientes estén bien conformadas - Utilizar el método de monitoreo especificado de acuerdo con la NOM-141 (piezómetro y referencias superficiales)
Etapas de ejecución	Se ejecutará en el verano inmediato a la conclusión de la etapa de construcción de obras mineras.
Metodología	- El talud será revisado por lo menos una vez cada quince días, dichas revisiones quedarán asentadas en la bitácora correspondiente. Las revisiones consisten en detectar grietas, derrumbes, cárcavas y canalillos producto del escurrimiento superficial por efecto de la lluvia. - En caso, de que en las revisiones se llegue a encontrar grietas que pongan en riesgo la estabilidad, estas serán compactados y homogenizados para evitar la formación de cañamillos y/o deslizamientos que pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores y operadores. Para aquellas bermas recién formadas, en la época que se presentan las más altas precipitaciones del año se procurará que las pendientes estén bien conformadas para encausar el agua hacia los cárcamos evitando sea arrastrado el jal y cause azolves y desbordamientos fuera del área que ocupa el depósito. - Con respecto al método de monitoreo de la estabilidad se determinó en base al Anexo Normativo 3: Clasificación de presas de jales en la República Mexicana de la NOM-141-SEMARNAT-2003, para las características de topografía de terreno montañoso, hidrología de una zona húmeda y sismicidad región peninsular del área donde se ubicará el depósito de jales, siendo las opciones sugeridas piezómetros o referencias superficiales; por ello el método de monitoreo será mediante referencias superficiales y piezómetros. - Para realizar el análisis de las aguas superficiales aguas arriba y abajo del depósito de jales, se contratará al Laboratorio de Análisis Industriales del Guadiana, S.A. De C.V., mismo que cuenta con la acreditación No. AG-0066-008/11 por parte de la EMA (Entidad Mexicana De Acreditación, A.C.) y por su parte también se encuentra en el directorio de laboratorios aprobados por CONAGUA (https://laboratorios.conagua.gob.mx:8446/LABORATORIOS/Pages/Laboratorios.aspx) cuya información es actualizada por la Gerencia de Calidad del Agua de la Subdirección General Técnica (CONAGUA), de manera específica el muestreo es de tipo simple y se realizará en base a la Norma Mexicana NMX-AA-003-1980 denominada: Aguas Residuales – Muestreo, mediante el procedimiento siguiente: - Los recipientes para las muestras serán de materiales inertes al contenido de las aguas residuales de polietileno o vidrio preferentemente, las tapas proporcionarán un cierre hermético en los recipientes. - Se tomarán las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificar las muestras, empleando etiquetas pegadas o colgadas, o numerar los frascos anotándose la información en una hoja de registro. Las etiquetas contendrán como mínimo la información siguiente: identificación de la descarga, número de muestra, fecha y hora de muestreo, punto de muestreo, temperatura de la muestra, profundidad de muestreo,

● Programa de monitoreo de taludes y de la calidad del agua																																					
	nombre y firma de la persona que efectúa el muestreo.																																				
	3. Se llevará una hoja de registro con la información que permita identificar el origen de la muestra y todos los datos que en un momento dado permitan repetir el muestreo, contendrá la información siguiente: los datos citados en el inciso 2, resultados de pruebas de campo practicadas en la descarga muestreada, descripción detallada del punto de muestreo de manera que cualquier persona pueda tomar otras muestras en el mismo lugar, descripción cualitativa del olor y el color de las aguas residuales muestreadas.																																				
	4. Las muestras serán representativas de las condiciones que existan en el punto y hora de muestreo y tener el volumen suficiente para efectuar en él las determinaciones correspondientes.																																				
	PARÁMETROS POR ANALIZAR / TÉCNICA ANALÍTICA																																				
	■ Los parámetros que serán analizados en el monitoreo de aguas superficiales serán aquellos propuestos en el numeral 5.3.4.1 inciso e) de la NOM-141, donde se indica que la calidad del agua en los cuerpos de agua superficiales (aguas arriba y aguas abajo del sitio) se determinará en base a las concentraciones de parámetros físicos y químicos como: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, sólidos disueltos totales, cianuro total, coliformes fecales y metales (plomo, cadmio, cobre, zinc o cualquier otro que pueda en un momento dado derivarse del depósito de jales.																																				
	Las mediciones se efectuarán en los puntos establecidos especialmente para este monitoreo.																																				
	<table><tr><th rowspan="2">No.</th><th rowspan="2">Código</th><th rowspan="2">Descripción</th><th rowspan="2">Tipo de Muestra</th><th colspan="2">UTM WGS84</th></tr><tr><th>X</th><th>Y</th></tr><tr><td>2</td><td>MR-02</td><td>Pileta de captación de agua para reúso "La Victoria"</td><td>Superficial</td><td>342047</td><td>2788753</td></tr><tr><td>4</td><td>MR-04</td><td>Captación de agujeros de la presa de jales etapa II, con entrada a pila "La Victoria"</td><td>Superficial</td><td>342044</td><td>2788747</td></tr><tr><td>11</td><td>MR-11</td><td>Arroyo aledaño, 350 metros aguas abajo de la presa de jales etapa II</td><td>Superficial</td><td>342243</td><td>2788467</td></tr><tr><td>16</td><td>MR-SUB-1</td><td>Veneros que brotan en el depósito de jales fase II</td><td>Superficial</td><td>342052</td><td>2788746</td></tr></table>					No.	Código	Descripción	Tipo de Muestra	UTM WGS84		X	Y	2	MR-02	Pileta de captación de agua para reúso "La Victoria"	Superficial	342047	2788753	4	MR-04	Captación de agujeros de la presa de jales etapa II, con entrada a pila "La Victoria"	Superficial	342044	2788747	11	MR-11	Arroyo aledaño, 350 metros aguas abajo de la presa de jales etapa II	Superficial	342243	2788467	16	MR-SUB-1	Veneros que brotan en el depósito de jales fase II	Superficial	342052	2788746
	No.	Código	Descripción	Tipo de Muestra	UTM WGS84																																
					X	Y																															
	2	MR-02	Pileta de captación de agua para reúso "La Victoria"	Superficial	342047	2788753																															
4	MR-04	Captación de agujeros de la presa de jales etapa II, con entrada a pila "La Victoria"	Superficial	342044	2788747																																
11	MR-11	Arroyo aledaño, 350 metros aguas abajo de la presa de jales etapa II	Superficial	342243	2788467																																
16	MR-SUB-1	Veneros que brotan en el depósito de jales fase II	Superficial	342052	2788746																																
Ubicación de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas																																					
<table><tr><th rowspan="2">Ubicación de los puntos de monitoreo</th><th colspan="2">UTM (WGS84 Z 13 N)</th><th rowspan="2">Z</th></tr><tr><th>Coordenada X</th><th>Coordenada Y</th></tr><tr><td>Aguas arriba (MR13)</td><td>341931</td><td>2789316</td><td>1743</td></tr><tr><td>Aguas abajo (MR14)</td><td>342039</td><td>2788716</td><td>1665</td></tr></table>					Ubicación de los puntos de monitoreo	UTM (WGS84 Z 13 N)		Z	Coordenada X	Coordenada Y	Aguas arriba (MR13)	341931	2789316	1743	Aguas abajo (MR14)	342039	2788716	1665																			
Ubicación de los puntos de monitoreo	UTM (WGS84 Z 13 N)		Z																																		
	Coordenada X	Coordenada Y																																			
Aguas arriba (MR13)	341931	2789316	1743																																		
Aguas abajo (MR14)	342039	2788716	1665																																		
Indicadores de realización	Evidencia fotográfica, bitácoras quincenales																																				
Indicador de eficacia	Resultados de los análisis de calidad de agua y estado de los taludes																																				
Monitoreo y resultados	Se efectuará un recorrido por las diferentes bermas del depósito, para evaluar la estabilidad y en caso de encontrar alguna situación que ponga en peligro el proyecto como lo pueden ser grietas, estas serán compactadas y homogeneizadas para evitar la formación de canalillos y/o deslizamientos que pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores. Los recorridos, no sólo tendrán el objetivo de identificar los posibles riesgos, sino que también se tendrá que analizar la																																				

Programa de monitoreo de taludes y de la calidad del agua													
	calidad de las bermas a lo largo del tiempo. El monitoreo de la calidad de agua se realizará conforme lo establece la NOM-141, con dos muestreos anuales al primero al finalizar la temporada de lluvias que en la región corresponden al mes de octubre y el segundo durante la temporada de estiaje estableciendo el mes de abril para ello.												
Calendario de comprobación	<i>Cronograma de actividades para el programa la estabilidad de taludes</i>												
	Actividad	Año 1 (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Planeación de carácter técnico												
	Evaluación												
	Informes de actividades												
	<i>Cronograma de actividades de control de calidad de agua</i>												
	Actividad	Año 1 (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Planeación de carácter técnico												
Evaluación													
Análisis en laboratorio													
Informes de actividades													
Punto de comprobación	La comprobación de la eficiencia del programa de monitoreo de taludes se llevará a cabo con referencia al número de daños encontrados (si es que se presentan) en cada muestreo y comparándolos con el anterior. La comprobación de la eficiencia del programa de análisis de calidad de agua será establecida por los parámetros analizados en base a las concentraciones de parámetros físicos y químicos												
Medidas de urgente aplicación	Compactar y homogeneizar los taludes en caso de encontrar grietas que pongan en riesgo la seguridad y estabilidad del depósito. Revisión de la calidad de agua a fin de determinar áreas de contaminación.												

Programa de reforestación (compensación)

La descripción del programa de reforestación se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro VII-82. Descripción del programa de reforestación propuesto como medida de compensación

Programa de reforestación (compensación)	
Objetivo particular	Incrementar la cobertura arbórea y mitigar la erosión hídrica.
Metas particulares	Realizar una reforestación con especies nativas una vez efectuado el abandono del sitio
Impacto ambiental	Afectación de la flora que se encuentra en la zona de influencia ambiental.
Actividad que produce el impacto	Desarrollo y construcción de un depósito de jales
Medidas específicas	- Las especies utilizadas en el programa deberán ser nativas. - Queda prohibido realizar la reforestación con especies exóticas. - La reforestación deberá efectuarse en la época de lluvias.
Etapas de ejecución	Se ejecutará en el verano inmediato a la conclusión de la etapa de construcción de obras mineras.
Metodología	La planta que será utilizada se comprará en los viveros de la región con la finalidad de asegurar que se adaptará más fácilmente al área donde será plantada.

● Programa de reforestación (compensación)																																																																																																																									
	Sistema de reforestación a utilizar. El sistema de cepa común que consiste en la excavación de una cepa de 40 cm de ancho, de largo y profundidad, la cual es posible que se realice de manera manual (azadón, pala, pico y barreta). Se deberá hacer un cajete alrededor de la planta para favorecer la captación de agua de tal forma que garantice su sobrevivencia. La fertilización de la reforestación es otra práctica para considerar, ya que esto permitirá proveer de mayores nutrientes a las plantas. Época de plantación. Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo) en los meses de julio y agosto. Mantenimiento de la reforestación En esta etapa se realizarán diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, sin embargo, para este caso se llevará hasta los 5 años, para asegurar su permanencia ▪ Control de maleza. El control de la maleza es recomendable a nivel puntual, ya que lo que se quiere es aumentar la cobertura vegetal, sin embargo, se podrá realizar en el área inmediata (radio de 30 cm) y de manera superficial, sin quitar raíces. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arroje para guardar humedad. ▪ Fertilización. Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones. ▪ Reposición de planta muerta. Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas en cada ciclo de lluvias.																																																																																																																								
Indicadores de realización	Evidencia fotográfica, Informes anuales y planos georreferenciados.																																																																																																																								
Indicador de eficacia	Porcentaje de sobrevivencia.																																																																																																																								
Monitoreo y resultados	En el mes de junio, cuando las temperaturas y las sequías han dejado sus estragos, se realizará un recorrido por la reforestación, para evaluar los daños y estimar la planta que habrá que reponer hasta alcanzar el 80% de sobrevivencia mínima; esta evaluación se realizará de manera periódicamente en el transcurso de los primeros cinco años posteriores al establecimiento de la reforestación, esperando que la sobrevivencia de la plantación sea lo suficientemente alta como para justificar que no es necesario continuar con el seguimiento; de lo contrario este se podrá prolongar a un período de hasta diez años. Los recorridos, no sólo tendrán el objeto de evaluar el número de plantas existentes y aquellas por reponer, sino que también se tendrán que analizar, su vigor, sanidad, y respuesta al medio.																																																																																																																								
Calendario de comprobación	<i>Cronograma de actividades para el programa de reforestación</i> <table><tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="12">Año 1 (meses)</th><th colspan="5">Años</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr><tr><td>Planeación de carácter técnico</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Preparación de material y equipo</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Delimitación de las áreas</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Plantación</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Evaluación</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr></table>	Actividad	Año 1 (meses)												Años					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5	Planeación de carácter técnico	X	X															Preparación de material y equipo			X														Delimitación de las áreas				X													Plantación					X	X	X	X									Evaluación								X						X	X	X	X
Actividad	Año 1 (meses)												Años																																																																																																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2	3	4	5																																																																																																									
Planeación de carácter técnico	X	X																																																																																																																							
Preparación de material y equipo			X																																																																																																																						
Delimitación de las áreas				X																																																																																																																					
Plantación					X	X	X	X																																																																																																																	
Evaluación								X						X	X	X	X																																																																																																								

• Programa de reforestación (compensación)															
	Mantenimiento (reposición cuando se requiera)										X				
	Informes de actividades									X	X			X	X
Punto de comprobación	La comprobación de la eficiencia del programa se llevará a cabo en los individuos vegetales reforestados (flora), se medirán y registrarán la altura, el diámetro, y la condición de vitalidad de cada una de ellas (viva o muerta).														
Medidas de urgente aplicación	Se deberá llevar a cabo el replazo de las plántulas muertas en caso de que la sobrevivencia se encuentre por debajo del 80%.														

Programa de monitoreo de partículas suspendidas

La descripción del programa monitoreo de partículas suspendidas se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro VII-83.. Descripción del programa de monitoreo de partículas suspendidas como medida de compensación

• Programa de monitoreo de partículas suspendidas	
Objetivo particular	▪ Monitorear las concentraciones de partículas suspendidas totales en el aire ambiente
Metas	Controlar las emisiones de partículas suspendidas
Impacto ambiental	Incremento de los procesos de erosión.
Actividad que produce el impacto	Desarrollo y establecimiento del depósito de jal
Medidas específicas	▪ Medir la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente, por medio de un muestreador adecuadamente localizado, que succionará a través de un filtro una cantidad determinada de aire ambiente hacia el interior de una caseta o coraza de protección, durante un período de muestreo de 24 horas. ▪ Humectación del cuerpo del depósito a través de riegos diarios durante la época de mayor viento. ▪ Recubrir el talud del depósito de jal con tepetate. ▪ Compactación en terrazas el talud del depósito de jal. ▪ Revegetar las terrazas del talud del depósito de jal.
Etapas de ejecución del programa	Una vez que la etapa operativa del depósito de jales se encuentre en marcha
Metodología	• El método de referencia consistirá en medir la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente, por medio de un muestreador adecuadamente localizado, que succionará a través de un filtro una cantidad determinada de aire ambiente hacia el interior de una caseta o coraza de protección, durante un período de muestreo de 24 horas. La velocidad de flujo del aire ambiente y la geometría del muestreador son tales que favorecen la recolección de partículas hasta de 50 micrómetros (µm) de diámetro aerodinámico, dependiendo de la velocidad del viento y su dirección. Los filtros usados deben tener una eficiencia de recolección mínima del 99% para partículas de 0.3 µm. • Posteriormente, el filtro será pesado en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su uso, para determinar su ganancia neta de peso (masa). El volumen total de aire muestreado, corregido a las condiciones de referencia, se determinará a partir del flujo de aire ambiente medido y del tiempo de muestreo. La concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente se calculará dividiendo la masa de las partículas recolectadas entre el volumen de aire muestreado y se expresará en microgramos por metro cúbico patrón (µg/m³ ptn), corregidos a las condiciones de referencia.

● Programa de monitoreo de partículas suspendidas																																																																																																								
Indicadores de realización	Evidencia fotográfica, bitácora																																																																																																							
Indicador de eficacia	Cantidad de partículas suspendidas en el aire ambiente																																																																																																							
Monitoreo y resultados	La evaluación de la efectividad será realizada por un laboratorio debidamente acreditado, quien se encargará de determinar si se cumplen con los supuestos enmarcados en las normas.																																																																																																							
Calendario de comprobación	Cronograma de actividades para el programa de conservación de suelos																																																																																																							
	<table><tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="12">Período de trabajo (meses)</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th></tr><tr><td>Planeación de carácter técnico</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Preparación de material y equipo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Monitoreo de partículas</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pruebas de laboratorio</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Evaluación de las actividades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Informe de actividades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Actividad	Período de trabajo (meses)												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Planeación de carácter técnico													Preparación de material y equipo													Monitoreo de partículas													Pruebas de laboratorio													Evaluación de las actividades													Informe de actividades												
	Actividad		Período de trabajo (meses)																																																																																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																											
	Planeación de carácter técnico																																																																																																							
	Preparación de material y equipo																																																																																																							
	Monitoreo de partículas																																																																																																							
	Pruebas de laboratorio																																																																																																							
Evaluación de las actividades																																																																																																								
Informe de actividades																																																																																																								
Punto de comprobación	El punto de comprobación serán los resultados obtenidos de los análisis del laboratorio.																																																																																																							

Los formatos de presentación de datos y resultados se harán textualmente, acompañados de gráficas, analizando cada variable independientemente una de la otra.

VII.2.1 Procedimientos para el control de calidad

Para evaluar la calidad del programa de manejo ambiental se realizarán actividades de monitoreo tomando en cuenta la normatividad forestal y ambiental aplicable, si las variables medidas contarán con valores fuera de los rangos permisibles, se tendrá que realizar una nueva evaluación ambiental muy detallada a fin de corregir cualquier incidente que este cause efectos adversos significativos al medio ambiente.

VII.3 Conclusiones

En este estudio se describen las principales actividades para la construcción – operación de un **depósito de jales** para la unidad minera. El diseño y proceso constructivo fue resultado de la caracterización del sitio y del residuo a depositar con fundamento en las recomendaciones técnicas que establece la [NOM-141-SEMARNAT-2003](#).

En la identificación y descripción de los impactos ambientales se consideró dos áreas de influencia ambiental; i) nivel regional delimitada por la Unidad de Gestión Ambiental y, ii) nivel local describiendo las características físicas y bióticas del área de influencia.

También se proponen las medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los posibles impactos que se deriven de las actividades de preparación del sitio, construcción – operación y mantenimiento (post-operación). Este plan se establece a partir del análisis efectuado en la evaluación ambiental, tomando como punto de partida la descripción técnica de las obras y actividades y una detallada caracterización de los componentes ambientales del área de influencia. El plan de manejo ambiental tiene como objetivo brindar las herramientas necesarias para hacer cumplir las medidas de prevención y mitigación propuestas a cada componente ambiental.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA

VIII.1 Formatos de presentación

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación ambiental, se entregarán un original y tres copias de la presente Manifestación al Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para **CONSULTA AL PÚBLICO**. Así mismo, todo el estudio será grabado en memoria digital, incluyendo imágenes, planos e información complementaria.

Se integrarán 4 resúmenes ejecutivos del Manifiesto al Impacto Ambiental del presente documento, del mismo modo se presentan 1 memoria de tipo **USB**; uno de ellos con la leyenda CONSULTA PÚBLICA.

VIII.2 Planos

El listado de los ANEXOS que sustentan al presente documento es el siguiente.

ANEXO	DESCRIPCIÓN
1	Documentación legal.
1.1	Acta constitutiva de la Promovente
1.2	Poder del Representante Legal y su identificación oficial
1.3	RFC de la empresa y representante legal
1.4	Contrato de arrendamiento
1.5	Acta de asamblea de elección de autoridades
2	Planos de localización y acceso.
2.1	Localización del sitio en el contexto estatal
2.2	Localización predial del proyecto
2.3	Localización física
3	Planos de las características físicas.
3.1a	Plano de hidrología regional
3.1b	Plano de hidrología local
3.1c	Acuífero
3.1d	Calidad del agua
3.2	Plano de las provincias fisiográficas
3.3	Plano de las elevaciones del sitio
3.4	Plano de la variación de la pendiente del sitio
3.5	Plano de la exposición de la pendiente del sitio
3.6	Plano de edafología
3.7	Plano de geología
3.8	Plano de clima
4	Planos de las características bióticas.
4.1	Plano de uso de suelo y vegetación.
5	Planos de las regiones prioritarias y ordenamientos ecológicos.
5.1	Plano de ubicación del sitio respecto a las ANP y AICAS
5.2	Plano de ubicación del sitio respecto a las RHP
5.3	Plano de ubicación del sitio respecto a las RTP
5.4	Plano de ubicación del sitio respecto a las Unidades de Gestión Ambiental
5.5	Plano de sismicidad y deslizamiento
6	Proyecto técnico
6.1	Caracterización de jal
6.2	Análisis de agua
6.3	Informe final
6.4	Proyecto técnico en formato CAD
	Anexo fotográfico.

VIII.3 Fotografías

En el **Anexo 6** se presenta la reseña fotográfica del área de ubicación del proyecto.

VIII.4 Videos

No se presenta información en este caso.

VIII.5 Responsiva técnica de la elaboración del estudio

El presente Manifiesto de Impacto Ambiental (modalidad particular) del proyecto: **Depósito de jales Victoria etapa II, municipio de Topia, Durango**, se elaboró bajo la responsabilidad técnica de:

M.C. Sacramento Corral Rivas

Número de Cédula Profesional.

Ingeniería: 2642485.

Postgrado: 3107384.

Dirección.

Calle: Blvd Luis Donaldo Colosio número 603
Fraccionamiento: Haciendas
Ciudad: Victoria de Durango, Dgo.
C.P: 34038
Email: sacra.corral@gmail.com
Tel: 674 101 6013

IX. LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez, M. y Espluga, A. P. (1999): "Introducción al paisaje". En Otero, I. (Ed): Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, pp. 1 - 33.
- André, P., C. E. Delisle y J. P. Revéret (2004), Environmental Assessment for Sustainable Development: Processes, Actors and Practice, Montreal, Presses Internationales Polytechniques, pp. 52, 54, 157.
- Carabelli F.A. 2002. Una contribución a la planificación del uso múltiple de tierras boscosas en Tierra del Fuego (Publicación Técnica N°. 31). Esquel, Chubut: CIEFAP-GTZ.
- Comisión Nacional del Agua. 2005. Consulta del Software Eric del Servicio Meteorológico Nacional.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Atlas del Agua en México. Edición 2015. México. 135 p.
- Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. México. 295 p.
- García, M.E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Ed. México D.F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Elizondo, S.; González-Elizondo, M.; Tena-Flores, J.A.; Ruacho-González, L.; & López-Enríquez, I.E. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. Acta Botánica Mexicana. 100: 351-403.
- Duley, F.L. 1987. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 179-84.
- Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 479-84.
- Meyer, L.D. 1976. Soil erosion concepts and misconceptions. In: Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. Denver, Colorado, 1976. Proceedings. Sedimentation Committee Water Resources Council, Denver, 12 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2000. Diccionario de datos climáticos escalas 1:250 000 y 1: 1,000,000 (vectoriales). México. 57 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos edafológicos (Alfanumérico). México. 33 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2001. Diccionario de datos geológicos escalas 1: 250,000 (Alfanumérico). México. 48 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2014. Guía para la interpretación de cartografía: uso de suelo y vegetación 1: 250,000 Serie V. México. 195 p.
- Martin, J.W., 1984. Forest Management Practices That Will Influence Product Characteristics of the Changing Wood Resource in the South United States. NCSU, Raleigh, pp. 115-123.
- Martínez, M.M. 2005. Estimación de la erosión del suelo. SAGARPA, INCA Rural y Colegio de Postgraduados, Montecillo Estado de México.
- Navar J. 2009. Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico. Forest Ecology and Management. 257:427-434.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 423 p.
- Tory, P.R. y Chalif, E.L. 2008. Aves de México – Guía de Campo – Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Primera edición 1989. México. 473 p.
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV. 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice. New York: Springer-Verlag. 401 pp.

Vásquez, A y Valdéz E.1994. Impacto ambiental. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto mexicano de Tecnología del Agua. 177-183. México, D.F.

Wathern, P. (1988), "An Introductory Guide to EIA", en Clark et al. (eds.), Perspectives on Environmental Impact Assessment, Dordrecht, Reidel

Consulta en línea.

Diario Oficial de la Federación. 18/12/2015. Resolución del H. Consejo de representantes de la Comisión Nacional de los salarios Mínimos que fija los salarios mínimos generales y profesionales vigentes a partir del 1o. De enero de 2016. [http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420678&fecha=18/12/2015, 03/08/16, 9:15 h].

Comisión Nacional del Agua. Red de estaciones climatológicas. [<http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo10.html>, 20/08/16, 10.20 h].

Comisión Nacional Forestal. Sistema de Planeación Forestal para bosque templado, 2015. [<http://fcfposgrado.ujed.mx/spf/inicio/>, 04/08/16, 13:15 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Naturalista, Especies. [<http://naturalista.conabio.gob.mx/>, 10/08/16, 13:00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. AICAS. [<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>, 05/08/16, 13:30 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla; RHP. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_021.html, 05/08/16, 13.00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Reptiles; tortugas, serpientes, lagartijas y cocodrilos. [<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/pdf/GranFamilia/Animales/reptiles.pdf>, 19/08/16, 9:00 h].

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RHP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html>, 15:00 h]

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. RTP. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>, 13:30 h].

Consejo Nacional de Población. Datos abiertos del índice de marginación. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion, 02/08/16, 12:00 h].

Consejo Nacional de Población. Índice de marginación por localidad 2010. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010, 02/08/16, 12:26 h]

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Principales resultados por localidad. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx, 25/08/16, 9:00 h].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cuéntame. [<http://cuentame.inegi.org.mx>, 25/08/16, 9:00 h]

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Número de habitantes, estado de Durango. [<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/dur/poblacion/default.aspx?tema=me&e=10>, 25/08/16, 9:00 h].

Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática. 1995. Cartas temáticas de uso de suelo, vegetación, edafología, geología e hidrología superficial y subterránea escala 1: 250,000. [<http://www.inegi.org.mx>, 17/08/16, 10:30 h].

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estimación de la erosión del suelo. [<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>, 06/08/16, 9:32 h].

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx, 25/08/16, 14:00 h].

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Salarios mínimos 2016. [http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx, 25/08/16, 14:00 h].

Secretaría del medio ambiente y Recursos Naturales. Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal. [http://seigsrnyma.durango.gob.mx/docs/Fase_Diagnostico.pdf, 01/08/16, 10:10 h].

Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles 2016-2017, por entidad federativa, estado de Durango. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115666/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-CINEGETICO.pdf, 18/08/16, 10:10 h].

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Calendario de Épocas Hábiles y Lista de especies de Aves Canoras y de Ornato para captura con fines de subsistencia temporada 2016-2017. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/115665/TEMPORADAS_HABILES_2016-2017-ACO.pdf, 18/08/16, 10:00 h]

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Normas Oficiales Mexicanas. [<http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas>, 01/08/16, 9:00 h].

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ordenamiento Ecológico de Durango – 6 Hidrología [http://telesecundaria.gob.mx/mesa_tecnica/files/Hidrologia.pdf, 02/08/16, 12:00 h].