



BENEFICIO MINERALES HERIMОВI SA DE CV
R.F.C. BMH111110BW7
TORANCE, TOPIA, DURANGO.



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

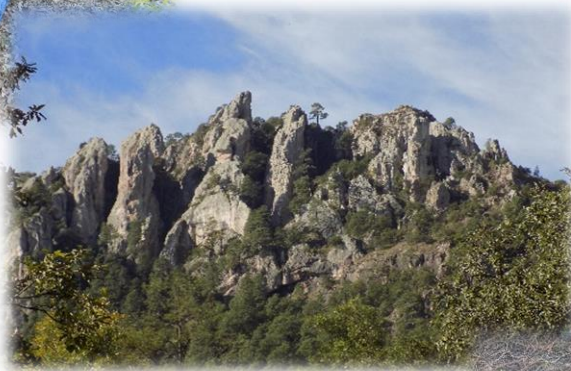
Proyecto:

“Depósito de Jales Filtrados HERIMОВI”

Dentro del municipio de Topia, Dgo.

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular



CONSULTORÍA FORESTAL Y AMBIENTAL “ING. ROBERTO TRUJILLO”



2024

CONTENIDO

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1.	Proyecto.....	1
I.1.1.	Nombre del proyecto	1
I.1.2.	Ubicación del proyecto.....	1
I.1.3.	Tiempo de vida útil del proyecto	2
I.1.4.	Presentación de la documentación legal	3
I.2.	Promovente.....	3
I.2.1.	Nombre o razón social	3
I.2.2.	Registro Federal de Contribuyentes	3
I.2.3.	Nombre y cargo del representante legal	3
I.2.4.	Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	3
I.3.	Responsable de la elaboración del estudio del impacto ambiental.....	3
I.3.1.	Nombre o razón social	3
I.3.2.	Registro Federal de Contribuyentes	3
I.3.3.	Nombre del responsable técnico del estudio.....	3
I.3.4.	Dirección del responsable técnico del estudio	3
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
II.1.	Información general del proyecto.....	4
II.1.1.	Justificación del proyecto.....	4
II.1.2.	Antecedentes	7
II.1.3.	Selección del sitio.....	7
II.1.4.	Ubicación física del proyecto	8
II.1.5.	Inversión requerida	8
II.1.6.	Dimensiones del proyecto.....	9
II.1.7.	Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el área del proyecto y en sus colindancias	11
II.1.8.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	12
II.2.	Características particulares del proyecto.....	12
II.2.1.	Programa general de trabajo	21
II.2.2.	Preparación del sitio.....	23
II.2.3.	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	24
II.2.4.	Etapas de construcción	25
II.2.5.	Etapas de operación y mantenimiento	46
II.2.6.	Descripción de obras asociadas al proyecto	47
II.2.7.	Etapas de abandono del área del proyecto	48
II.2.8.	Utilización de explosivos	48
II.2.9.	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	48
II.2.10.	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.....	49
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	50
III.1.	Análisis de los Instrumentos de planeación	50
III.1.1.	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.....	50
III.1.2.	Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 (PED) del Estado de Durango	50
III.1.3.	Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio (PNDU-OT vigente).....	51
III.1.4.	Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024 (PROMARNAT)	51
III.1.5.	Vinculación del proyecto con relación a las Áreas de Importancia Ecológica	52
III.1.6.	Regiones Prioritarias	54
III.1.7.	Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's)	54

III.1.8. Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	56
III.1.9. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's)	58
III.1.10. Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas	59
III.1.11. Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	60
III.1.12. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango	63
III.2. Análisis de Instrumentos Normativos.....	72
III.2.1. Leyes	72
III.2.2. Reglamentos	75
III.2.3. Normas Oficiales Mexicanas que regulan la preparación del área, construcción y operación del proyecto	83
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	189
IV.1. Delimitación del área de estudio.....	189
IV.2. Aspectos Abióticos	191
IV.2.1. Clima	191
IV.2.2. Geología y geomorfología.....	195
IV.2.3. Suelos	199
IV.2.4. Recursos Hidrológicos	202
IV.3. Aspectos bióticos.....	206
IV.3.1. Vegetación Terrestre	206
IV.3.2. Fauna Silvestre.....	214
IV.4. Paisaje.....	219
IV.4.1. La Visibilidad	220
IV.4.2. La calidad visual del paisaje	221
IV.4.3. Fragilidad visual	226
IV.4.4. Conclusiones de la valoración del paisaje	231
IV.5. Medio socioeconómico (INEGI 2020).....	233
IV.5.1. Demografía.....	233
IV.5.2. Condición de actividad económica	233
IV.5.3. Vivienda y servicios básicos	233
IV.5.4. Servicios de salud	234
IV.5.5. Factores socioculturales.....	234
IV.6. Diagnóstico ambiental	235
IV.6.1. Integración e interpretación del inventario	235
IV.6.2. Síntesis del inventario ambiental	236
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	239
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	239
V.1.1. Indicadores de impacto.....	243
V.1.2. Criterios y metodologías de evaluación	248
V.1.3. Definición de los parámetros:	257
V.1.4. Conclusiones	271
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	273
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	273
VI.1.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o compensación por componente ambiental	274
VI.1.2. Factores Ambientales:	275
VI.2. Impactos residuales.....	281
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	282

VII.1. Pronóstico del escenario	282
VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto	283
VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto (sin las medidas de mitigación)	285
VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	288
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.....	291
VII.2.1. Programa de vigilancia ambiental calendarizado	291
VII.3. Conclusiones	305
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	306
VIII.1. Formatos de presentación	306
VIII.1.1. Planos definitivos	306
VIII.1.2. Fotografías.....	306
VIII.1.3. Videos	306
VIII.1.4. Lista de flora y fauna	306
VIII.1.5. Bibliografía	306

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II-1. Superficie de referencia y porcentaje de afectación	5
Cuadro II-2. Costo de medida de prevención y mitigación	9
Cuadro II-3. Delimitación del polígono del proyecto	9
Cuadro II-4. Clasificación de superficies para proyectos que requieren cambio de uso del suelo	10
Cuadro II-5. Vegetación que será removida por el proyecto	10
Cuadro II-6. Factor k calculado y su valor en la Tabla 2 de la Norma	17
Cuadro II-7. Cronograma de actividades.....	22
Cuadro II-8. Parámetros geomecánicos del jal.....	33
Cuadro II-9. Volúmenes de material a excavar y capacidad del depósito de jales.....	36
Cuadro II-10. Manejo del volumen de tepetate a extraer.....	36
Cuadro II-11. Análisis de estabilidad	38
Cuadro III-1. Áreas Naturales Protegidas presentes en el Estado de Durango.....	53
Cuadro III-2. Regiones Terrestres Prioritarias presentes en el Estado de Durango.....	54
Cuadro III-3. Regiones Hidrológicas Prioritarias presentes en el Estado de Durango	56
Cuadro III-4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves presentes en el Estado de Durango	58
Cuadro III-5. Lineamientos ecológicos de la UGA No. 92 “Sierra Alta con Cañones 11”	64
Cuadro III-6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA.....	76
Cuadro III-7. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS.....	81
Cuadro III-8. Vinculación con las normas aplicables	84
Cuadro III-9. Valores mensuales de la precipitación máxima en 24 hr (mm)	89
Cuadro III-10. Coeficiente de duración de lluvias entre 48 hr y 1 hr	90
Cuadro III-11. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.....	91
Cuadro III-12. Precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias	92
Cuadro III-13. Valor de las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.....	93
Cuadro III-14. Periodo de retorno de la tormenta de diseño.....	93
Cuadro III-15. Intensidad de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia de la misma	94
Cuadro III-16. Principales sistemas estructurales en los depósitos de jales	98
Cuadro III-17. Cálculo de la capacidad de carga admisible.....	104

Cuadro III-18. Actividades sísmicas registradas.....	106
Cuadro III-19. Valores de K en función del tipo y uso del suelo	108
Cuadro III-20. Valor del coeficiente de escorrentía en función del uso del suelo y la textura del área de la subcuenca hidrológica	108
Cuadro III-21. Intensidades de lluvia de acuerdo al periodo de retorno	109
Cuadro III-22. Valores del K, en función del tipo del uso y tipo del suelo.....	111
Cuadro III-23. Resultados del análisis de agua arriba del sitio del proyecto	114
Cuadro III-24. Resultados del análisis de agua abajo del sitio del proyecto.....	115
Cuadro III-25. Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial y subterránea	115
Cuadro III-26. Análisis físico-químicos	118
Cuadro III-27. Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos para el tipo de vegetación “BPQ” para el estrato arbóreo del proyecto	120
Cuadro III-28. Índice de completitud del estrato arbóreo para el proyecto	121
Cuadro III-29. Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos para el tipo de vegetación “BPQ” para el estrato arbustivo del proyecto	121
Cuadro III-30. Índice de completitud del estrato arbustivo para el sitio del proyecto.....	122
Cuadro III-31. Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos para el tipo de vegetación “BPQ” para el estrato herbáceo del proyecto	122
Cuadro III-32. Índice de Completitud del estrato herbáceo para en el proyecto.....	123
Cuadro III-33. Valores obtenidos de los modelos del estrato arbóreo del BPQ para en el sitio del proyecto.....	124
Cuadro III-34. Valores obtenidos de los modelos del estrato arbustivo del BPQ para el sitio del proyecto.....	125
Cuadro III-35. Valores obtenidos de los modelos del estrato herbáceo del BPQ para en el sitio del proyecto	126
Cuadro III-36. Tipo de condición en el área del proyecto	132
Cuadro III-37. Estimación de los diferentes estratos y sus indicadores	132
Cuadro III-38. Cantidad de cal a añadir por el Método SMP (Shoemaker et al., 1961).....	150
Cuadro III-39. Ubicación del banco de suelo fértil	152
Cuadro III-40. Estimación de almacenamiento de jales.....	155
Cuadro III-41. Volúmenes de material a excavar y capacidad del depósito de jales.....	159
Cuadro III-42. Capacidad del depósito de jales por elevación.....	160
Cuadro III-43. Resultados del análisis de granulometría de los jales obtenidos.....	173
Cuadro III-44. Actividades sísmicas registradas.....	187
Cuadro IV-1. Formula climática y tipo de clima del Sistema Ambiental.....	191
Cuadro IV-2. Temperatura registrada en la Estación La Huerta.....	193
Cuadro IV-3. Registro de la precipitación en la Estación La Huerta	194
Cuadro IV-4. Principales rasgos geomorfológicos del Sistema Ambiental	195
Cuadro IV-5. Clave entidad, Clase, Tipo, Era y Sistema de la Geología presentes en el Sistema Ambiental	196
Cuadro IV-6. Longitud de segmentos de fallas en el Sistema Ambiental	196
Cuadro IV-7. Tipo de suelo presente en el Sistema Ambiental	199
Cuadro IV-8. Clasificación Hidrológica del Sistema Ambiental.....	202
Cuadro IV-9. Elementos hidrológicos predominantes en el SA.....	202
Cuadro IV-10. Disponibilidad de agua subterránea del acuífero identificado en el Sistema Ambiental	205
Cuadro IV-11. Distribución de los tipos de vegetación y uso del suelo presentes en el SA	206
Cuadro IV-12. Listado de Flora presente en el Sistema Ambiental	208
Cuadro IV-13. Cálculo de los Índice de diversidad.....	212

Cuadro IV-14. Aves registradas en el Sistema Ambiental	215
Cuadro IV-15. Mamíferos registrados en el Sistema Ambiental	216
Cuadro IV-16. Anfibios y Reptiles registrados en el Sistema Ambiental.....	216
Cuadro IV-17. Estimación de Índices de diversidad de fauna silvestre en el SA.....	217
Cuadro IV-18. Formaciones visibles de la cuenca visual respecto al punto de observación.....	221
Cuadro IV-19. Valores a desnivel con respecto a la calidad fisiográfica	222
Cuadro IV-20. Frecuencia de clase de desnivel en la cuenca visual.....	222
Cuadro IV-21. Valores de Complejidad topográfica respecto a la Calidad Fisiográfica.....	222
Cuadro IV-22. Superficie de Formas estructurales en la Cuenca Visual.....	223
Cuadro IV-23. Valores de Diversidad de formaciones respecto a la Calidad de la Cubierta vegetal	223
Cuadro IV-24. Clasificación de la Diversidad de formaciones en la Cuenca Visual	223
Cuadro IV-25. Valores de Calidad Visual de las formaciones respecto a la Calidad de la Cubierta Vegetal	224
Cuadro IV-26. Clasificación de la calidad visual de las formaciones en la Cuenca Visual	224
Cuadro IV-27. Valores de la Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual.....	224
Cuadro IV-28. Valores de Densidad de Carreteras respecto al Grado de humanización.....	225
Cuadro IV-29. Valores de Densidad de población respecto al Grado de humanización	226
Cuadro IV-30. Valores de Cubierta Vegetal y uso del suelo respecto a la Fragilidad visual del punto de observación.....	227
Cuadro IV-31. Valores de pendiente respecto a la Fragilidad visual del punto de observación	228
Cuadro IV-32. Valores del relieve respecto a la Fragilidad visual del punto de observación	229
Cuadro IV-33. Valores de forma y tamaño respecto a la Fragilidad de la Cuenca Visual	229
Cuadro IV-34. Valores de Compacidad respecto a la Fragilidad de la Cuenca Visual	230
Cuadro IV-35. Valores de accesibilidad a carreteras.....	231
Cuadro IV-36. Valores de distancia a núcleos urbanos.....	231
Cuadro IV-37. Clasificación genérica de la valoración final de los elementos del paisaje.....	231
Cuadro IV-38. Valoración de las variables consideradas en el elemento de Calidad de paisaje	232
Cuadro IV-39. Valoración de las variables consideradas en el elemento de Fragilidad del paisaje	232
Cuadro IV-40. Viviendas particulares del municipio de Durango.....	234
Cuadro IV-41. Servicios básicos en las viviendas particulares del poblado Potrero sin Agua	234
Cuadro IV-42. Comparativo de la estimación general de las condiciones actuales y futuras.....	235
Cuadro IV-43. Descripción del pronóstico por componente ambiental.....	237
Cuadro V-1. Check list de las actividades susceptibles de producir impactos sobre el entorno natural.....	240
Cuadro V-2. Matriz simple de interacción de los componentes ambientales y las etapas del proyecto	241
Cuadro V-3. Estimación general de efectos sobre cada componente ambiental	242
Cuadro V-4. Indicadores de impacto sobre los factores ambientales.....	244
Cuadro V-5. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental	246
Cuadro V-6. Relación de los impactos benéficos identificados	254
Cuadro V-7. Matriz de resultados de la evaluación con el Método Battelle-Columbus	255
Cuadro V-8. Atributos de impacto para determinar la incidencia.....	263
Cuadro V-9. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados.....	265
Cuadro V-10. Tamizado de impactos destacables (significativos), utilizando atributos de incidencia.....	265
Cuadro V-11. Valoración de los indicadores sobre la importancia ambiental de los impactos	269
Cuadro V-12. Clasificación de los impactos	270
Cuadro V-13. Matriz de Determinación de Importancia.....	270
Cuadro VI-1. Propuesta de medidas de mitigación de impactos	275
Cuadro VI-2. Medida de aplicación al Factor Geomorfología	275
Cuadro VI-3. Medida de aplicación al Factor Suelo.....	275

Cuadro VI-4. Medidas de aplicación al Factor Clima.....	276
Cuadro VI-5. Medidas de aplicación al Factor Aire.....	277
Cuadro VI-6. Medidas de aplicación al Factor Agua.....	277
Cuadro VI-7. Medidas aplicables al Factor Flora silvestre.....	278
Cuadro VI-8. Medidas de aplicación al Factor Fauna silvestre.....	279
Cuadro VI-9. Medidas de aplicación al Factor Paisaje	280
Cuadro VI-10. Medidas aplicables al Factor Socioeconómico.....	280
Cuadro VII-1. Valoración ponderada de los factores involucrados.....	284
Cuadro VII-2. Variables ambientales con la intervención del proyecto (sin medidas de mitigación)	286
Cuadro VII-3. Valoración del pronóstico con Proyecto y medidas de mitigación.....	289
Cuadro VII-4. Componente ambiental de la medida A1	292
Cuadro VII-5. Componente ambiental de la medida A2	293
Cuadro VII-6. Componente ambiental de la medida A3	293
Cuadro VII-7. Componente ambiental de la medida A4	293
Cuadro VII-8. Componente ambiental de la medida A5	295
Cuadro VII-9. Conjunto de indicadores físicos, químicos y biológicos propuesto para monitorear los cambios que ocurren en el suelo (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin, 1994; Seybold et al., 1997)	296
Cuadro VII-10. Componente ambiental de la medida B1	297
Cuadro VII-11. Componente ambiental de la medida B2	299
Cuadro VII-12. Componente ambiental de la medida D1	299
Cuadro VII-13. Componente ambiental de la medida E1	301
Cuadro VII-14. Componente ambiental de la medida E2	302
Cuadro VII-15. Componente ambiental de la medida E3	302
Cuadro VII-16. Componente ambiental de la medida F1.....	302
Cuadro VII-17. Componente ambiental de la medida F2.....	303
Cuadro VII-18. Componente ambiental de la medida F3.....	303
Cuadro VII-19. Componente ambiental de la medida G1.....	304
Cuadro VII-20. Componente ambiental de la medida H1	304
Cuadro VII-21. Componente ambiental de la medida H2	304

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1. Croquis de ubicación del proyecto	2
Figura I-2. Ubicación del proyecto en el contexto estatal	2
Figura II-1. Vista general del depósito de jales.....	13
Figura II-2. Carta Hidrológica de la República Mexicana.....	15
Figura II-3. Vista de secciones longitudinales	16
Figura II-4. Perfiles topográficos.....	16
Figura II-5. Condición topográfica del sitio del proyecto de acuerdo a la Norma.....	17
Figura II-6. Regiones sísmicas de la República Mexicana	18
Figura II-7. Infraestructura y diseño para el filtrado de los jales	20
Figura II-8. Proyección del área destinada al depósito de jales	26
Figura II-9. Seccionamiento del polígono para la primera etapa	27
Figura II-10. Seccionamiento del polígono para la segunda etapa.....	28
Figura II-11. Sección longitudinal indicando la topografía original.....	28
Figura II-12. Instalación de tuberías ADS para el manejo de excedencias	29
Figura II-13. Vista general en planta del proyecto terminado	30

Figura II-14. Resistencia del material	31
Figura II-15. Método constructivo “aguas abajo y aguas arriba” con enrocamiento	32
Figura II-16. Posible acomodo de los terraplenes de jal con el análisis de estabilidad	33
Figura II-17. Vista en isométrico del área para el depósito de jales filtrados	34
Figura II-18. Base del Depósito con el primer corte.....	34
Figura II-19. Base del bordo iniciador	34
Figura II-20. Elevación gradual y vista general del depósito de jales	35
Figura II-21. Sección longitudinal del depósito de jales filtrados colmada.....	35
Figura II-22. Secciones utilizadas para el cálculo de estabilidad.....	38
Figura II-23. Perfil topográfico – sección 1 – cálculo de estabilidad	39
Figura II-24. Perfil topográfico – sección 2 – cálculo de estabilidad	39
Figura II-25. Perfil topográfico – sección 3 – cálculo de estabilidad	40
Figura II-26. Perfil topográfico – sección 4 – cálculo de estabilidad	40
Figura II-27. Perfil topográfico – sección 5 – cálculo de estabilidad	40
Figura II-28. Cuneta propuesta en la parte norte del depósito	45
Figura II-29. Ejemplos de proyectos que manejan jales filtrados	45
Figura II-30. Diagrama de flujo en el Beneficio de minerales y manejo de residuos	47
Figura III-1. Localización de las ANP con respecto al proyecto.....	53
Figura III-2. Regiones terrestres prioritarias presentes en el área del proyecto	55
Figura III-3. Regiones hidrológicas prioritarias presentes en el proyecto	57
Figura III-4. Localización de las AICA's presentes en el Estado de Durango	59
Figura III-5. Ubicación del proyecto en la Carta Hidrológica.....	88
Figura III-6. Representación Gráfica del registro del comportamiento de los vientos.....	95
Figura III-7. Clasificación topográfica en la República mexicana	96
Figura III-8. Principales características de la columna estratigráfica	98
Figura III-9. Estereogramas de los principales estratos de roca identificados en mapeo geológico-estructural.....	99
Figura III-10. Estereograma de las principales familias identificadas en mapeo geológico-estructural	100
Figura III-11. Representación gráfica de la composición geológica del sitio del proyecto	102
Figura III-12. Excavación para muestreo del suelo.....	103
Figura III-13. Regiones sísmicas de la República mexicana	105
Figura III-14. Representación gráfica de la subcuenca hidrológica aguas arriba	107
Figura III-15. Procesos básicos de escorrientias.....	110
Figura III-16. Ubicación del proyecto con respecto a la fisiografía de la subcuenca	113
Figura III-17. Referencia de proyecto con respecto al sitio de drenaje en que se encuentra	113
Figura III-18. Ubicación geográfica del proyecto con respecto a la delimitación del acuífero	117
Figura III-19. Resultados No Paramétricos del estrato arbóreo para BPQ en el proyecto	120
Figura III-20. Resultados No Paramétricos del estrato arbustivo para BPQ en el proyecto	121
Figura III-21. Resultados no paramétricos del estrato herbáceo para BPQ en el proyecto	122
Figura III-22. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbóreo del BPQ en el sitio del proyecto	124
Figura III-23. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbustivo del BPQ en el sitio del proyecto.....	125
Figura III-24. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato herbáceo del BPQ en el sitio del proyecto	126
Figura III-25. Equipo para la manipulación de la herpetofauna	128
Figura III-26. Manipulación de la herpetofauna	129
Figura III-27. Ejemplo de un proyecto de jales filtrados, evitando propagación de material particulado	137
Figura III-28. Proyección de secciones en el terreno.....	138
Figura III-29. Descripción grafica del Método Constructivo propuesto	140
Figura III-30. Acomodo del material de acuerdo al método constructivo propuesto	145

Figura III-31. Distribución de las secciones de análisis	146
Figura III-32. Referencia de la ubicación de los manantiales	148
Figura III-33. Ejemplo de colocación de geomembrana	149
Figura III-34. Sección longitudinal del Depósito	159
Figura III-36. Angulo en el talud o bordo iniciador	163
Figura III-37. Representación gráfica del ángulo de reposo del depósito.....	163
Figura III-38. Representación del ángulo general en las diferentes secciones del depósito	165
Figura III-39. Características fisiográficas del sitio del proyecto con respecto a la cuenca de aporte	167
Figura III-40. Referencia de los escurrimientos superficiales existentes	168
Figura III-41. Formación de una pileta a base de geomembrana	172
Figura III-42. Escurrimiento de la cuenca de aportación	174
Figura III-43. Proyección de la construcción del bordo iniciador	176
Figura III-44. Diseño geotécnico de un Depósito de jales filtrados.....	178
Figura IV-1 Tipo de clima presente en el sistema ambiental	192
Figura IV-2. Grafica representativa de la temperatura y precipitación media anual	194
Figura IV-3. Tipo de Geología presente en el Sistema Ambiental	197
Figura IV-4. Localización del sistema ambiental respecto a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana	198
Figura IV-5. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la susceptibilidad de peligro por inundación a nivel municipal.....	199
Figura IV-6. Tipo de edafología presente en el Sistema Ambiental.....	200
Figura IV-7. Localización del SA en el Acuífero 2504.....	205
Figura IV-8. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental.....	206
Figura IV-9. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental	207
Figura IV-10. Comparativo del muestreo de fauna silvestre.....	219
Figura IV-11. Capa de los rasgos terrestres en el SA	221
Figura IV-12. Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual	225
Figura IV-13. Modelo de Fragilidad Visual del Paisaje	227
Figura IV-14. Apreciación directa de la Cubierta vegetal y uso del suelo con respecto al punto de observación	228
Figura IV-15. Forma y tamaño de la unidad definida de la Cuenca Visual.....	230
Figura IV-16. Ponderación de capas y análisis multicriterio de la calidad ambiental del SA.....	237
Figura V-1. Secuencia general del proceso de evaluación de impactos de acuerdo con el método Battelle	251
Figura V-2. Graficas para funciones utilizadas	253
Figura V-3. Valores gráficos de importancia por impacto ambiental y su respectivo escenario	271
Figura VII-1. Condición del escenario Sin Proyecto (actual)	284
Figura VII-2. Comparación de las variables analizadas en los dos primeros escenarios	287
Figura VII-3. Comparación de los tres escenarios de acuerdo a cada etapa del proyecto.....	290

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

I.1. Proyecto

La Planta de Beneficio de Minerales “HERIMOVÍ” cuenta con autorización a través del Oficio No. SG/130.2.1.1/000021/13, así como una modificación al DTU autorizada con Oficio No. SG/130.2.1.1/1664/21 donde se incluye el filtro prensa y se aumenta la producción diaria de molienda y se encuentra dentro de una de las provincias metalogénicas más importantes del norte del estado de Durango, por la presencia de vetas con valores muy importantes en el mercado nacional e internacional, enfocándose principalmente al beneficio de Plomo y Zinc. Dentro del proceso de beneficio de estos minerales a través del método de flotación, resultando de este proceso los llamados jales o colas que serán sometidos a una deshidratación con un sistema de prensado y filtrando la mayor cantidad de agua para recircularla al proceso de beneficio dentro de la planta. Por lo anterior crece la necesidad de contar con un área para la disposición de los jales generados.

Los jales filtrados se caracterizan por contener características de estabilidad mayores a los jales convencionales con una diferencia de humedad del 60%, mejorando y facilitando su manejo, traslado y disposición en el área convenida a través de un bandeo y compactación incrementando el volumen a manejar en cierta área en comparación con los jales húmedos.

De acuerdo a la legislación aplicable en materia de evaluación de impacto ambiental se elabora la presente Manifestación de Impacto Ambiental, en su Modalidad Particular que consiste en evaluar la interacción del proyecto con fines de manejo y disposición de jales producto del beneficio de minerales bajo el método de filtrado dentro del municipio de Topia, Dgo, en las cercanías del poblado Potrero sin agua, por lo que se requiere de una revisión previa de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en Materia de Impacto Ambiental, como se estipula en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 28, Fracción VII.

I.1.1. Nombre del proyecto

“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio considerado para el establecimiento del proyecto se localiza hacia la parte Noroeste del estado, dentro del municipio de Topia, cercano a la localidad denominada Potrero sin Agua, en terrenos de la Comunidad San Francisco del municipio en mención.

Para llegar al proyecto se debe seguir la ruta partiendo desde la ciudad de Durango con dirección al Noroeste por carretera pavimentada hacia la localidad conocida como Tepehuanes, pasando por los poblados J. Gpe. Aguilera, Canatlan, Santiago Papasquiaro, para continuar el recorrido con dirección a la localidad conocida como Ciénega de Nuestra Señora; de este último poblado se debe conducir hacia la localidad conocida como Canelas por la misma carretera interestatal hasta conectar con el entronque hacia Topia y avanzar hacia la derecha, enseguida la ruta lo conduce hacia el poblado Torance, para de ahí continuar por el camino de terracería que conduce al sitio del proyecto. Para una mejor referencia véase en el Anexo 3 se encuentra la información cartográfica con respecto a la ubicación geográfica. En el mismo sentido a continuación se indica la siguiente coordenada central de ubicación del sitio del proyecto UTM WGS84 X: 351093.0, Y: 2791791.0.



Figura I-1. Croquis de ubicación del proyecto

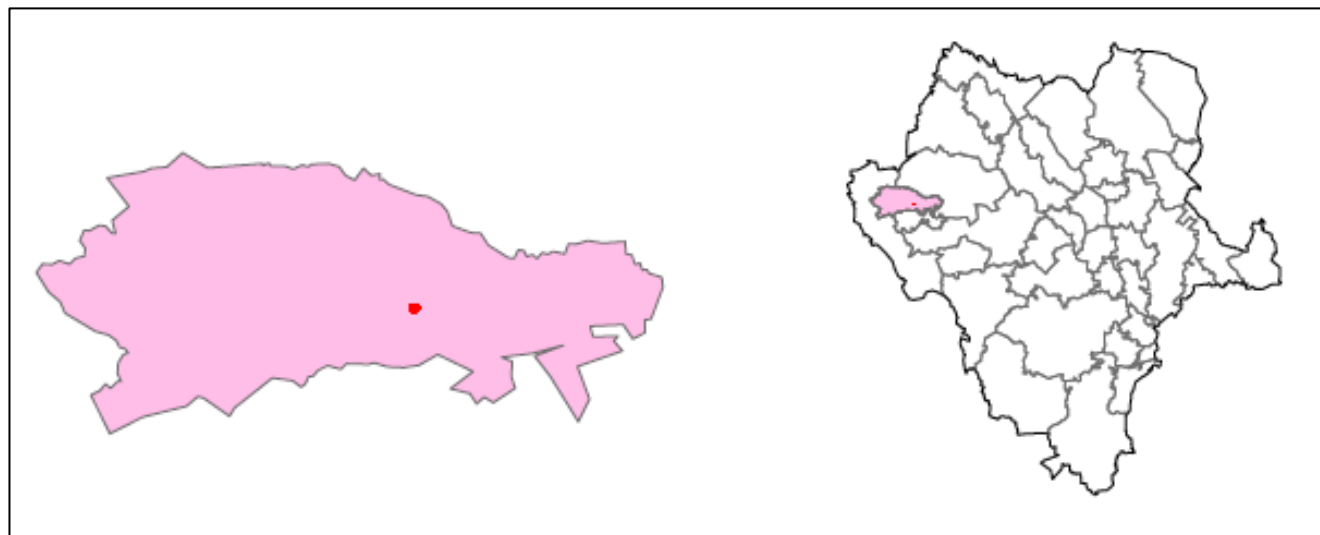


Figura I-2. Ubicación del proyecto en el contexto estatal

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Una vez obtenida la resolución emitida por la Oficina de Representación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Durango, en materia de Impacto Ambiental, se procederá al manejo del material, proponiendo una vida útil del proyecto de **7 años**, de igual manera se ha tramitado el cambio de utilización de terrenos forestales que se encuentra dentro del polígono total quedando autorizado bajo el Oficio No. SG/130.2.2/02527/22 de fecha 06 de septiembre de 2022.



I.1.4. Presentación de la documentación legal

En el Anexo 1, se presenta la documentación referente al promovente del proyecto.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social

Beneficio de Minerales HERIMOVÍ S.A de C.V.

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

. En el Anexo 1 se presenta copia simple de la cedula fiscal.

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Ing. Abraham Monarrez Madrid.

I.2.4. Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

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

I.3.1. Nombre o razón social

Ing. Roberto Trujillo.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Roberto Trujillo

Cedula Profesional:

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio

En el Anexo 2 se presenta copia simple de la documentación referida del Responsable Técnico de la elaboración del estudio.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1. Justificación del proyecto

La empresa "Beneficio de Minerales HERIMOVÍ, S A DE C V" requiere de la construcción de un nuevo depósito de jales para continuar con sus operaciones, ya que la presa actual está por llegar a su máxima capacidad.

El presente trabajo es un resumen de los cálculos necesarios para el diseño del depósito de jales, de antemano se sabe que se descargarán jales secos y su manejo es diferente al de una presa de jales convencional por la diferencia de humedad que contiene cada uno, no obstante, se dará cumplimiento a los preceptos normativos que por las características del proyecto puedan ser aplicables dentro de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

La actividad minera es fundamental para muchas regiones del país, ya que contribuye al desarrollo económico y social de las localidades a las que extiende su impacto y área de influencia.

- Estimula las condiciones de articulación de cadenas productivas locales y regionales al demandar insumos y servicios para su proceso productivo.
- Contribuye a la profesionalización y especialización de mano de obra local y altamente competitiva.
- La actividad minera genera empleos en zonas rurales apartadas y con pocas alternativas económicas.
- Como consecuencia de lo anterior genera ingresos en la población que contribuyen a la expansión incrementando el consumo que beneficia a otras actividades productivas y comerciales que contribuyen a mejorar la calidad de vida.
- Crea condiciones de arraigo en las poblaciones inhibiendo la migración.
- Genera una mayor base de ingresos para los recursos fiscales de los gobiernos municipales y estatales, permitiendo que un mayor gasto público se traduzca en beneficio directo y mejores servicios para la vida comunitaria.
- Crea vínculos interregionales a nivel nacional e internacional por su papel fundamental en la provisión de insumos para un amplio espectro de industrias y como una importante actividad exportadora.
- Permite el aprovechamiento de los recursos naturales en el marco de compromisos con el respeto del medio ambiente.
- Fomenta la convivencia y los acuerdos en la vida de las comunidades y poblaciones al trabajar conjuntamente con éstas y/o hacerlas partícipes de los beneficios de la actividad.

Lo anterior nos permite concluir que la producción minera en el Estado ha sido relevante en cuanto a minerales metálicos. Algunos de los yacimientos minerales explotados fueron y han sido los más importantes Ciénega de Nuestra Señora, Tayoltita, Velardeña, La Parrilla, Canelas, Guanaceví, Avino, La Platosa, Topia, Cerro de Mercado, La Ojuela, Bacís, Magistral del Oro, Indé y la mina San

Sebastián, los que primordialmente han contribuido a mantener una posición importante en la producción minera nacional.

El área del proyecto se localiza al oriente de la cabecera municipal de Topia y al Noroeste del estado de Durango.

La superficie total de la Comunidad San Francisco es de 1,487.74 ha, de acuerdo a la información proporcionada por el portal del Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) del Registro Agrario Nacional (RAN).

El proyecto será desarrollado por la empresa Beneficio de Minerales HERIMOVÍ, siendo esta la responsable de realizar las gestiones necesarias. En el Anexo 1 del presente documento, se adjunta copia certificada de la Documentación Legal de la empresa Beneficio de Minerales HERIMOVÍ S.A. de C.V.

El proyecto ocupará en forma directa una superficie total de 3.555 ha, lo que representa un 0.196% con respecto a la superficie del Sistema Ambiental (SA), tomando en consideración en el desarrollo del proyecto se acondicionara un área destinada al depósito de jales filtrados con una superficie de 35,550 m², ya que se ha orientado al manejo de los jales secos por su mayor estabilidad, bajo las especificaciones técnicas que enmarca la NOM-141-SEMARNAT-2003, ya que el lugar donde se pretende desarrollar el proyecto reúne los requisitos fisiográficos, de accesibilidad y económicos de acuerdo a las características de la zona donde se encuentra inmerso el proyecto.

Una porción de la superficie que, contemplada el proyecto, actualmente ostenta especies de flora silvestre que se conocen comúnmente como componentes del tipo de vegetación descrita como Bosque de Pino-Encino (BPQ). De acuerdo al muestreo de la vegetación sobre el área de Influencia considerada para el establecimiento del proyecto y obras provisionales o asociadas, se determinó que las especies de flora silvestre registradas, no se encuentran catalogadas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que esta vegetación es característica de toda la región, y las especies presentes se consideran como comunes o muy frecuentes.

Cuadro II-1. Superficie de referencia y porcentaje de afectación

TIPO	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)
Bosque de Pino-Encino	35,550	3.555
SUPERFICIE A AFECTAR (CUSTF)	35,550	3.555
% AFECTACIÓN	100%	

Dentro del presente estudio se considera un análisis que determina la viabilidad del manejo y acomodo de los residuos que son generados en la Planta de Beneficio de Minerales "HERIMOVÍ", acondicionando un área con características apropiadas que buscan cumplir con las expectativas que se requieren sobre todo en el cuidado ambiental. Por lo que "Deposito de Jales Filtrados HERIMOVÍ" es un proyecto a mediana escala, que propone llenar un complemento dentro de la infraestructura asociada al sector minero, pero una de las más importantes, ya que se debe tener la certeza de que la obra tendrá un nivel de seguridad que cumpla con los preceptos normativos relacionados, sin comprometer la seguridad del entorno natural o el bienestar social.



El Plan de Negocios procura plantear diversas opciones de medición, no todas necesariamente cuantitativas, pero susceptibles de ser observadas en ese nivel, con el fin de sacar conclusiones acerca de las posibilidades socioeconómicas reales del mismo. Es así como se examinan las perspectivas del sector en que se llevará a cabo el proyecto, las ventajas de que dispone, las posibilidades de alternativas y la propuesta de valor.

No se descuidaron los aspectos sociales ni los ambientales, lo mismo que los de carácter contable y financiero, todos los cuales están ligados funcional y operativamente. Se partió de un presupuesto general de gastos de producción, destacando los gastos administrativos y los costos de operación.

Las características geométricas obedecen a una ubicación con una pendiente poco pronunciada que realza la seguridad del proyecto y mejora la interacción con el entorno natural, el proyecto contará con una superficie total de 35,550.00 m² donde se pretende establecer infraestructura que permita satisfacer las expectativas esperadas.

A fin de impulsar el crecimiento económico, la integración regional y el desarrollo social, se vuelve fundamental la construcción y acondicionamiento de la infraestructura minera apropiada. Para ello, se plantea el fortalecer el proceso de planeación integral del sector referido, sustentando una visión de mediano y largo plazo, otorgar prioridad en la asignación de recursos de carácter privado a la continuidad de proyectos en proceso y a la realización de nuevas obras que puedan satisfacer criterios de rentabilidad dentro del distrito minero en que se encuentra. Se enfatizará además en el programa de trabajo que habrán de adaptarse las medidas necesarias para hacer compatible las actividades humanas con el entorno que lo asimila. Una de las estrategias es reforzar los mecanismos de planeación, para asegurar un uso eficiente de los recursos, actualizar la tecnología y desarrollar proyectos que cumplan las expectativas proyectadas.

II.1.1.1. Objetivo principal

Para dar cumplimiento a los preceptos legales aplicables en materia de evaluación de impacto ambiental es necesario desarrollar un proyecto en el que se describa y analice la información integral del proyecto en general con la finalidad de establecer una identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que se puedan generar en el entorno natural a causa del Cambio de Utilización de los Terrenos Forestales en una superficie de 35,550 m². Por lo que se deberán implementar medidas para la prevención, corrección y mitigación de los impactos generados por la ejecución del proyecto, estableciendo un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente a través del presente Manifiesto de Impacto Ambiental en consideración de la utilización de las mejores técnicas y metodologías adaptables a las características del proyecto.

II.1.1.2. Objetivos específicos

- Las actividades se realizarán de acuerdo a la información plasmada en el presente estudio, considerando una superficie total de 3.555 ha.
- Cumplir con la normatividad descrita en la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al ambiente, así como considerar sus Normas aplicables, reduciendo en la medida de lo posible los posibles impactos.
- Prevenir y reducir la afectación a especies de flora y fauna que estén registradas bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010) y que se puedan encontrar en el área limítrofe al sitio del proyecto.

- Realizar el depósito de jales con un mínimo de humedad, dentro el municipio de Topia, Dgo, proponiendo una superficie de intervención de 3.555 ha con un cambio de uso del suelo en la superficie total.
- Realizar una propuesta de medidas de restauración y conservación para mitigar los impactos ambientales generados por la implementación del proyecto en los componentes bióticos y abióticos que componen el ecosistema que rodea el área de intervención.

II.1.1.3. Objetivo y usos que se pretende cubrir en el terreno a través de la modificación de su cubierta vegetal

El objetivo principal que se pretende dar y que dan origen al cambio de uso del suelo en terrenos forestales en una superficie de 3.555 ha, es la construcción y operación de un depósito de jales secos (filtrados), debido a la necesidad de mejora en la infraestructura minera. Identificando y mitigando en lo mayor posible los impactos que se puedan generar en el entorno natural a través de su evaluación de Impacto Ambiental; puesto que la finalidad del proyecto será proveer de la infraestructura en materia de servicios mineros por el beneficio de minerales y el manejo de los residuos (jal), con el fin de mejorar la infraestructura y seguridad de los procesos a desarrollar.

Con el proyecto se pretende reducir los tiempos de recorrido, mejorar los niveles de servicio en términos de mayor seguridad, en función a las mejoras en las características geométricas del proyecto, con respecto a la demanda de infraestructura, e impulsar de manera sinérgica el desarrollo regional de la zona de influencia.

II.1.2. Antecedentes

Actualmente no se tiene registro de autorizaciones anteriores o modificaciones en el área seleccionada para el desarrollo del proyecto en materia de impacto ambiental, no obstante, se cuenta con la autorización para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales mediante el Oficio No. SG/130.2.2/02527/22, además que el proyecto se encuentra en el distrito minero que trasciende desde Topia hasta las colindancias con el vecino estado de Sinaloa.

II.1.3. Selección del sitio

El sitio del proyecto, se seleccionó en base a su ubicación específica, ya que se localiza en una zona contemplada dentro del distrito minero que comprende desde Topia hasta el vecino estado de Sinaloa, por lo que se contará con las gestiones necesarias para el desarrollo de este.

La selección adecuada del polígono y el requerimiento de superficie se fundamentarán en la disminución de los impactos ambientales, cuidando con especial interés los componentes biótico y abiótico del proyecto, sin olvidar las condicionantes técnicas y económicas que sustenten la viabilidad metodológica del depósito.

Para reducir los impactos que se ocasionarán al ambiente por el acondicionamiento del sitio se realizarán acciones de mitigación, restauración y/o compensación, minimizando en lo mayor posible los impactos negativos que se ocasionen al medio ambiente.

Los criterios socioeconómicos se sustentan en la indiscutible relación que conlleva el mejoramiento en infraestructura minera, con el desarrollo económico, social y cultural, así como la generación de empleos y requerimientos de mano de obra local.



Finalmente, con el proyecto se incidirá en la sustentabilidad al proveer a la sociedad de infraestructura minera que fomentará el bienestar social de la zona, además los impactos más relevantes que generará la obra se concentran durante las etapas de preparación del sitio y construcción; en su operación y mantenimiento, estos se reducirán y mitigarán.

Los criterios que se siguieron para la selección del sitio definitivo tienen el propósito de cumplir satisfactoriamente con las especificaciones del proyecto. Considerando la disposición de amplios servicios a los usuarios.

Ubicación del proyecto con respecto a zonas de anidación, refugio, reproducción o conservación de alguna especie. En el Anexo 6 del presente documento se adjunta el plano del proyecto con respecto a zonas de anidación, refugio, corredores biológicos y posibles avistamientos de especies con importancia ecológica.

II.1.4. Ubicación física del proyecto

El proyecto se localiza en la parte noroeste del estado, perteneciente al municipio de Topia, Dgo; dentro de la Comunidad San Francisco. Se adjunta plano de ubicación en el contexto estatal y croquis de acceso.

Las coordenadas del proyecto se encuentran integradas en el siguiente cuadro, así mismo los planos del proyecto ejecutivo se encuentran en el Anexo 4.

II.1.5. Inversión requerida

En base a información proporcionada por el Promovente se considera como inversión requerida para el establecimiento y desarrollo del proyecto minero “Deposito de Jales Filtrados HERIMOVÍ” la cantidad de \$4'200,000.00 (Cuatro millones, doscientos mil pesos 00/100 M.N.), considerando todas las etapas, como son: Preparación del sitio, Construcción, Operación, medidas de mitigación, Abandono del sitio, así como estudios y trámites correspondientes.

EMPLEOS DIRECTOS: El número probable de empleos directos es de 10, una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes e iniciada la cronología de las etapas del proyecto.

EMPLEOS INDIRECTOS: Para el concepto de empleos indirectos, estos serán prestadores de servicios y proveeduría, en ese rango, se considera generar 32 empleos indirectos.

Por otra parte, es pertinente resaltar el análisis económico efectuado, el cual reveló los requerimientos cuantitativos de la inversión y el cálculo de los egresos esperados con base en una tarifa hipotética pero razonable, lo mismo que las fuentes de financiamiento y aspectos contables básicos, tales como los cargos por depreciación de los activos, rubro que representa los costos ya efectuados pero que inciden en el cálculo general de los mismos.

Todo lo anterior es fundamental para tener una visión muy aproximada del monto de la inversión del proyecto y de los requerimientos de capital para implementarlo. Por ello, se elaboraron diversos ejercicios cuantitativos como el Balance General Proyectado, el Estado de Resultados, el Estado de Flujo de Efectivo y el de Capital de Trabajo.

Cabe resaltar que el proyecto no considera la recuperación de la inversión toda vez que no se obtendrá un bien o servicio de carácter comercial, siendo en el proceso del beneficio de minerales y la obtención de valores económicos dispuestos a comercializarse los que sean la fuente de ingresos



principal. De ahí que se tomó el acuerdo para asignar un recurso hacia el proyecto con la finalidad de acondicionar infraestructura con la finalidad de mejorar el servicio minero. El depósito de jales filtrados no representa una fuente de ingresos, ya que funge como una obra complementaria de la planta de beneficio.

Los costos que se contemplan para llevar a cabo las acciones de prevención y mitigación de impactos son de \$61,845.00 correspondientes a obras y prácticas de conservación y restauración de suelos, preservación de fauna.

Cuadro II-2. Costo de medida de prevención y mitigación

Actividad	Meta	Costo unitario	Costo total
Reforestación (<i>Pinus</i> y/o <i>Quercus</i> sp.)	3.555 ha	\$9,000.00	\$31,995.00
Acordonamiento de material vegetal muerto	400 m	\$10.00	\$4,000.00
Nidos artificiales	15	\$450	\$6,750.00
Letreros alusivos	3	\$1,200.00	\$3,600.00
Ahuyentamiento de fauna	5 recorridos	\$2,000.00	\$10,000.00
Construcción de refugios artificiales	10 piezas	\$550.00	\$5,500.00
TOTAL			\$61,845.00

II.1.6. Dimensiones del proyecto

Cuadro II-3. Delimitación del polígono del proyecto

Vértice	UTM X	UTM Y	Vértice	UTM X	UTM Y
0	351165.826	2791859.56	19	350982.523	2791772.99
1	351168.261	2791856.38	20	350985.056	2791782.75
2	351171.118	2791851.2	21	350978.315	2791807.79
3	351173.595	2791845.91	22	350944.461	2791809.75
4	351184.813	2791828.34	23	350913.268	2791808.33
5	351189.258	2791810.89	24	350898.777	2791813.62
6	351189.364	2791797.02	25	350887.493	2791824.35
7	351189.681	2791780.31	26	350883.277	2791833.66
8	351179.627	2791767.93	27	350885.845	2791840.78
9	351171.478	2791759.67	28	350919.33	2791841.42
10	351174.865	2791753.11	29	350968.33	2791867.3
11	351171.16	2791749.72	30	350989.776	2791865.32
12	351161.702	2791732.21	31	351024.11	2791855.91
13	351094.804	2791704.88	32	351036.171	2791856.4
14	351043.094	2791712.87	33	351039.97	2791862.62
15	351028.036	2791723.3	34	351049.544	2791863.38
16	350962.637	2791719.81	35	351076.79	2791895.33
17	350968.749	2791731.13	36	351128.989	2791884.56
18	350959.216	2791763.11	37	351162.104	2791867.64



La superficie requerida en este proyecto se encuentra principalmente dentro del tipo de vegetación compuesta por especies comunes de Bosque de Pino-Encino, ocupando en el área del proyecto una superficie de 3.555 ha, así mismo se presenta una condición en el perímetro del polígono delimitado por caminos de terracería que se usan como conectividad entre distintos puntos del distrito minero, así como intercomunicación de las comunidades cercanas, algunas características muy particulares del proyecto se desglosan de la siguiente forma:

Cuadro II-4. Clasificación de superficies para proyectos que requieren cambio de uso del suelo

Zonas	Clasificaciones	Sup. en Ha.	%
Zonas de Conservación y aprovechamiento restringido	Áreas Naturales Protegidas		
	Superficie arriba de los 3,000 MSNM		
	Superficies con pendientes mayores al 100% o 45°		
	Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña		
	Superficie con vegetación de galería		
Zonas de producción	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de producción maderable alta		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de producción maderable media	3.555	100
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de producción maderable baja		
	Terrenos con vegetación forestal en zonas áridas		
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones		
Zonas de restauración	Terrenos con degradación alta		
	Terrenos con degradación media		
	Terrenos con degradación baja		
	Terrenos degradados que ya están sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración		
TOTAL		3.555	100

En el cuadro anterior se plasma únicamente la superficie a afectar por la remoción de vegetación, ya que la superficie total del proyecto siendo de 3.555 ha por lo que solo se comprende el CUSTF en el porcentaje señalado, para el acondicionamiento del proyecto.

Cuadro II-5. Vegetación que será removida por el proyecto

ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TOTAL INDIVIDUOS	Suma de VOL. TOTAL (m ³ r.t.a.)*
ARBOREO	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	48	0.04324759
	<i>Acacia schaffneri</i>	Acacia	12	0.00728612
	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	508	11.75905417
	<i>Juniperus flaccida</i>	Enebro	12	0.21325639
	<i>Pinus engelmannii</i>	Pino real	408	82.91472962
	<i>Pinus herrerae</i>	Pino ocote	20	0.01999946
	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino colorado	36	6.14077290
	<i>Quercus durifolia</i>	Encino	180	5.74885386
	<i>Quercus laeta</i>	Encino	708	41.2831214
	<i>Quercus viminea</i>	Encino	720	109.9985923
ARBUSTIVO	<i>Acacia greggii</i>	Gatuño	220	
	<i>Agave inaequidens</i>	Maguey	900	
	<i>Crataegus rosei</i>	Tejocote	20	



ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TOTAL INDIVIDUOS	Suma de VOL. TOTAL (m³ r.t.a.)*
HERBACEO	<i>Dodonaea viscosa</i>	Cucaracha	56	
	<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	Vara dulce	536	
	<i>Aegopogon cenchroides</i>	Zacate pajon	36	
	<i>Aloysia wrightii</i>	Matorro flor blanca	608	
	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	24	
	<i>Buddleja americana</i>	Salvia	116	
	<i>Cologania angustifolia</i>	Lupinus	12	
	<i>Cynara cardunculus</i>	Espinocillo	12	
	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate liendrilla	24	
	<i>Oxalis albicans</i>	Trébol	12	
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	12	
	<i>Rumex pulcher</i>	Lengua de vaca	12	
	<i>Schkuhria pinnata</i>	Anisillo	24	
	<i>Stevia serrata</i>	Hierba del burro	72	
Total			5,348	258.1289139

*M³ rollo total árbol

En el cuadro anterior se presentan los estratos vegetales que serán afectados por el desarrollo del proyecto, esta información se obtuvo mediante un muestreo aleatorio con la finalidad de recabar información lo más exacta posible. La misma información registrada fue utilizada con fines de estimación de los índices de biodiversidad y valores de importancia ecológica para evaluar el estado actual dentro del inventario ambiental del Sistema Ambiental (SA).

Superficie a afectar: En el presente proyecto se habilitará el total de la superficie propuesta corresponde debido a las necesidades acondicionamiento y construcción de la infraestructura pretendida. La superficie afectada por la remoción de vegetación será de **3.555 ha**.

II.1.7. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el área del proyecto y en sus colindancias

El sitio del proyecto cuenta con cobertura vegetal predominando especies del género *Pinus* y *Quercus* dentro de la superficie no se aprecian actividades antropogénicas, no obstante, colinda con un camino de terracería, lo que ha tenido influencia por el ruido y las emisiones que se generan por la circulación de vehículos ligeros y de carga. En base a los recorridos de campo realizados en el área del proyecto se pudieron identificar de forma más particular los siguientes tipos de Uso de Suelo:

➤ Forestal

De acuerdo a la información recabada a través de los recorridos en el área del proyecto, el tipo de vegetación asociada se describe como Bosque de Pino-Encino (BPQ) de acuerdo a las especies registradas. Además de presentar diferentes condiciones como agricultura, ganadería intensiva, asentamientos humanos, forestal maderable y de construcción.



II.1.8. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

II.1.8.1. Urbanización del área

El proyecto se localiza en las cercanías del poblado Torance (como referencia de ubicación). Donde se cuenta con el servicio eléctrico y en algunas casas se tiene acceso a señal satelital de internet; para el abasto de agua se utilizan manantiales que se ubican aguas arriba del sitio del proyecto, donde el líquido es dirigido por gravedad hacia los puntos de consumo. En específico en el área de influencia se cuenta con energía eléctrica, agua, disponibilidad de internet y accesos terrestres en condiciones regulares.

Los caminos de acceso aledaños al área del proyecto son de terracería (brecha), la mayor parte del año se encuentran transitables, por lo que no se requerirá de la construcción de nuevos accesos para el desarrollo del proyecto, utilizando y dando mantenimiento a los accesos existentes, reduciendo de esta manera la generación de impactos adversos.

II.1.8.2. Servicios requeridos

Agua. El agua para el consumo humano en el área del proyecto será proporcionada por el personal que labore en las actividades del depósito y serán los encargados de suministrar el vital líquido por el método antes mencionado.

Hospedaje. Dentro de la infraestructura de la Planta de Beneficio se cuenta con el acondicionamiento de un campamento para la asistencia de los operadores de las diferentes áreas tanto de la Planta como del depósito de jales.

Alimentación. El personal que va a laborar en el proyecto se proveerá de sus alimentos por medio de un comedor acondicionado dentro de las instalaciones de la planta de beneficio.

Combustible. Para el desarrollo de los trabajos se requerirá combustibles como gasolina y diésel para los vehículos y maquinaria que participarán en la realización del proyecto, el combustible será adquirido en estaciones de servicio localizadas en la cabecera municipal y transportado en un vehículo nodriza, de acuerdo al consumo, para evitar contenerlo en grandes cantidades. El mantenimiento de los vehículos se realizará en sitios apropiados.

Servicio de apoyo sanitario. Se contará con letrinas portables en los diferentes frentes de trabajo, estos depósitos serán contratados con una empresa especializada en el manejo de residuos de desecho orgánico, la cual se encargará del traslado de estos a un centro de acopio especializado para su adecuado manejo.

II.2. Características particulares del proyecto

La construcción y operación del depósito de jales filtrados en mención está compuesta por diferentes fases, iniciando con el trazo topográfico de diseño para determinar los anchos y alturas correspondientes a los cortes o rellenos que se tendrán que hacer durante el movimiento de tierras. En el Anexo 4 se encuentran los planos e información del proyecto ejecutivo.

Superficie total del proyecto: El proyecto en cuestión consiste en la adecuación de un depósito de jales secos o filtrados, considerando además un polígono con características idóneas que satisfacen las expectativas del objetivo a cumplir, por lo que la superficie total del proyecto es de **3.555 ha**, en

base a los cálculos e información cartográfica obtenida mediante sistemas de información geográfica (ArcGis 10.2).

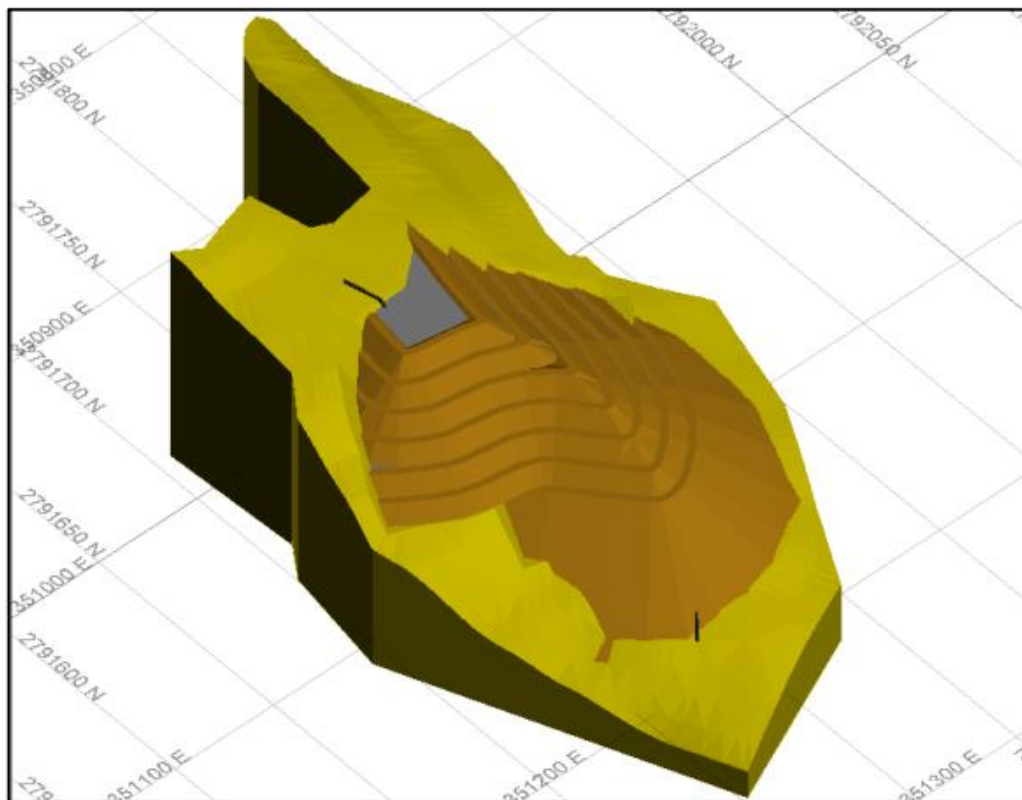


Figura II-1. Vista general del depósito de jales

La vida útil del proyecto está contemplada para la operación durante 7 años, en los cuales se desarrollarán las diferentes actividades que implica básicamente el depósito de jales filtrados, resultado del beneficio de minerales de interés económico a través de un proceso de separación de los mismos.

Preparación del sitio

Desmonte. Debido a que es un área que actualmente no cuenta con algún uso productivo aparente en la mayoría de la superficie ya que esta desprovista de una cubierta vegetal, además en una porción del sitio se cuenta con la vegetación que se removerá. Está integrada por especies de los géneros *Pinus*, *Agave*, *Quercus*, *Mimosa* y *Arbutus*, principalmente, además de algunas herbáceas; para realizar el desmonte se utilizará herramienta manual (hachas, machetes y motosierras), el derribo será de forma direccional con la finalidad de evitar dañar a la vegetación adyacente de este proyecto.

Despalme. Consistirá en retirar la cubierta de suelo fértil, la cual será depositada en un área estratégica con la finalidad de mantenerla accesible para utilizarla en algunas actividades de mitigación de impactos. Este material fértil será reacomodado una vez que termine la vida útil del proyecto y se implemente la etapa de abandono. Por la fisiografía del terreno se considera hacer algunos cortes para obtener una plataforma más uniforme donde depositar los jales.



Para la ejecución de esta actividad se utilizará maquinaria pesada como excavadoras y cargadores frontales.

El diseño del depósito de jales a partir de una cortina contenedora se realizará bajo la NOM-141-SEMARNAT-2003 que es el instrumento bajo el cual se deben de diseñar las presas de jales en la República Mexicana.

Construcción

Para esta etapa se debe realizar la caracterización tanto del sitio del proyecto que albergará los jales, como las características físico-químicas del jal que será depositado, siendo este el primer paso para la configuración del bordo iniciador y el depósito en general.

Este estudio fue realizado por Los Laboratorios Intertek Testing Service de México, S A de C V

En las pruebas realizadas hay dos puntos muy importantes

- Determinación de Potencial ácido

El límite máximo para considerar que los jales no son generadores de solución ácida es de 1.2

Las pruebas realizadas indican que la relación Potencial de neutralización (PN)/Potencial ácido resultó con un valor menor a 1.2 por lo que se considera generador de drenaje ácido de acuerdo a lo establecido por la norma.

- Prueba de extracción de constituyentes tóxicos

Según las pruebas realizadas, se cumple con los niveles establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-1993. Por lo tanto, el jal se describe como no tóxico.

Se presenta copia simple de los análisis realizados en el Anexo 4.

Caracterización del sitio

Aspectos climáticos. Determinación de la zona hidrológica de la ubicación del proyecto:

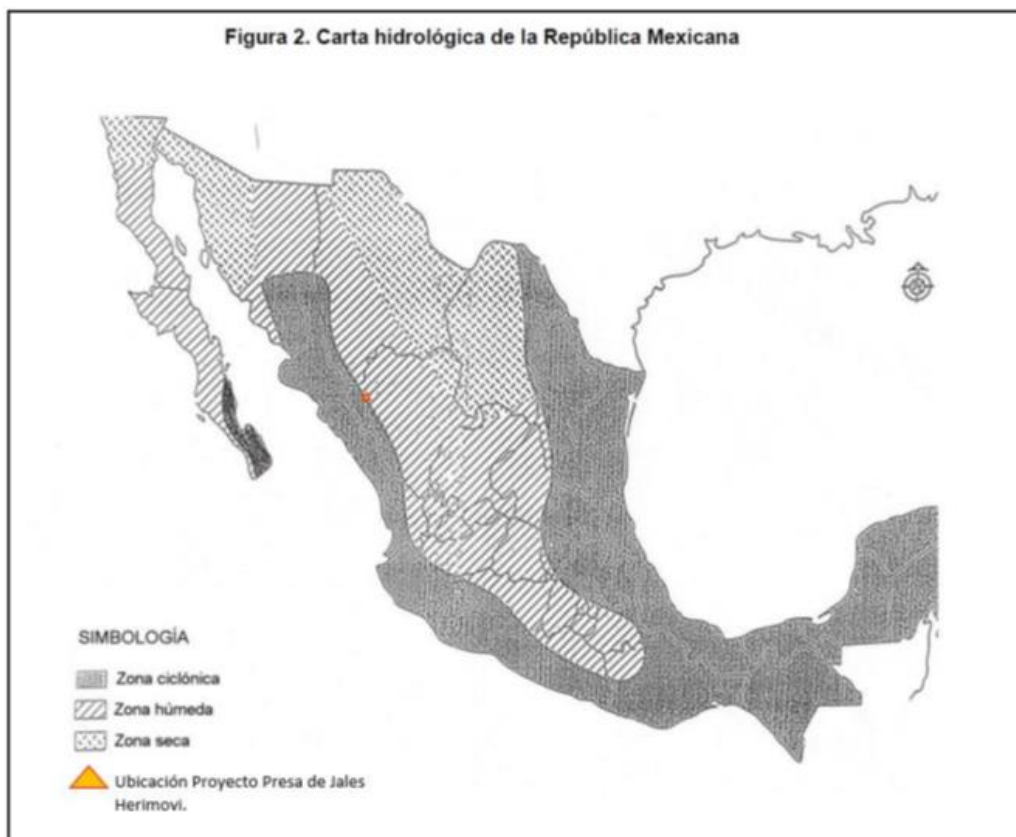


Figura II-2. Carta Hidrológica de la República Mexicana

Por medio de coordenadas UTM y mediante software de posicionamiento se importó la ubicación de la presa de Jales del Proyecto HERIMOVÍ a la Figura 2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003 “Carta Hidrológica de La República Mexicana”.

Basado en esto se determina que la ubicación de la presa de jales se ubica en una **zona ciclónica**.

Clasificación topográfica del sitio. Se debe determinar a qué clasificación topográfica de la República Mexicana corresponde la zona del proyecto.

Para esto se trazan 3 secciones longitudinales separadas 75 m entre sí para determinar la clasificación topográfica en base a la Tabla No. 2 de la NOM-140-SEMARNAT-2003 Clasificación topográfica de la República Mexicana Las secciones se trazan perpendiculares a la ubicación de la cortina contenedora de la presa de jales.

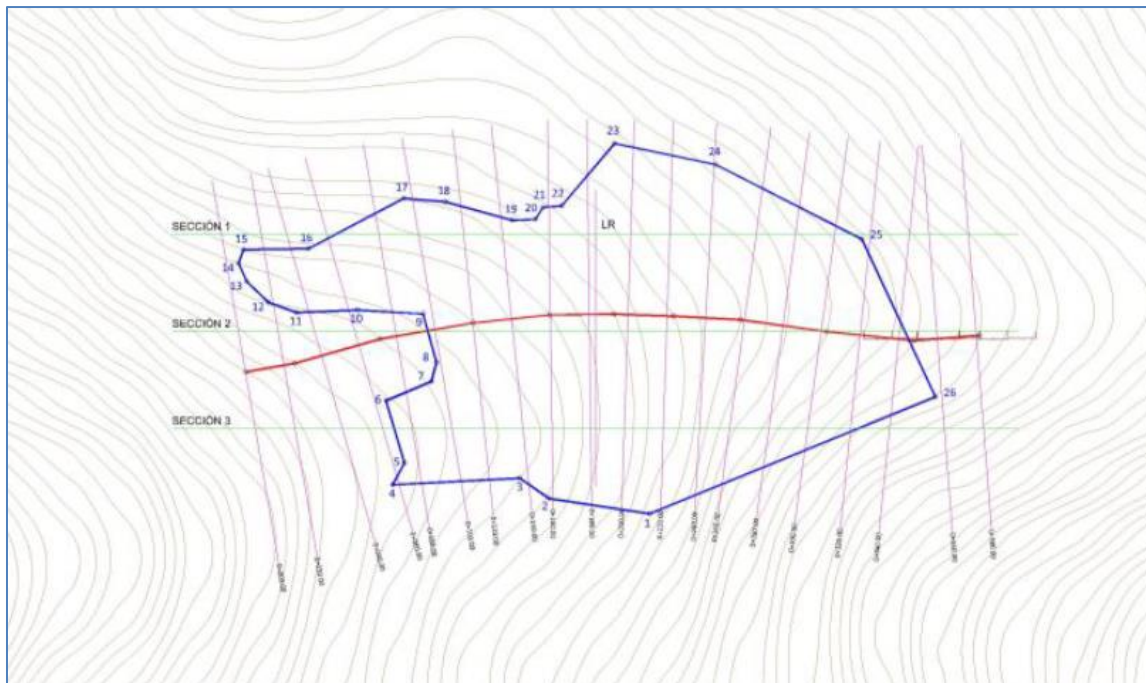


Figura II-3. Vista de secciones longitudinales

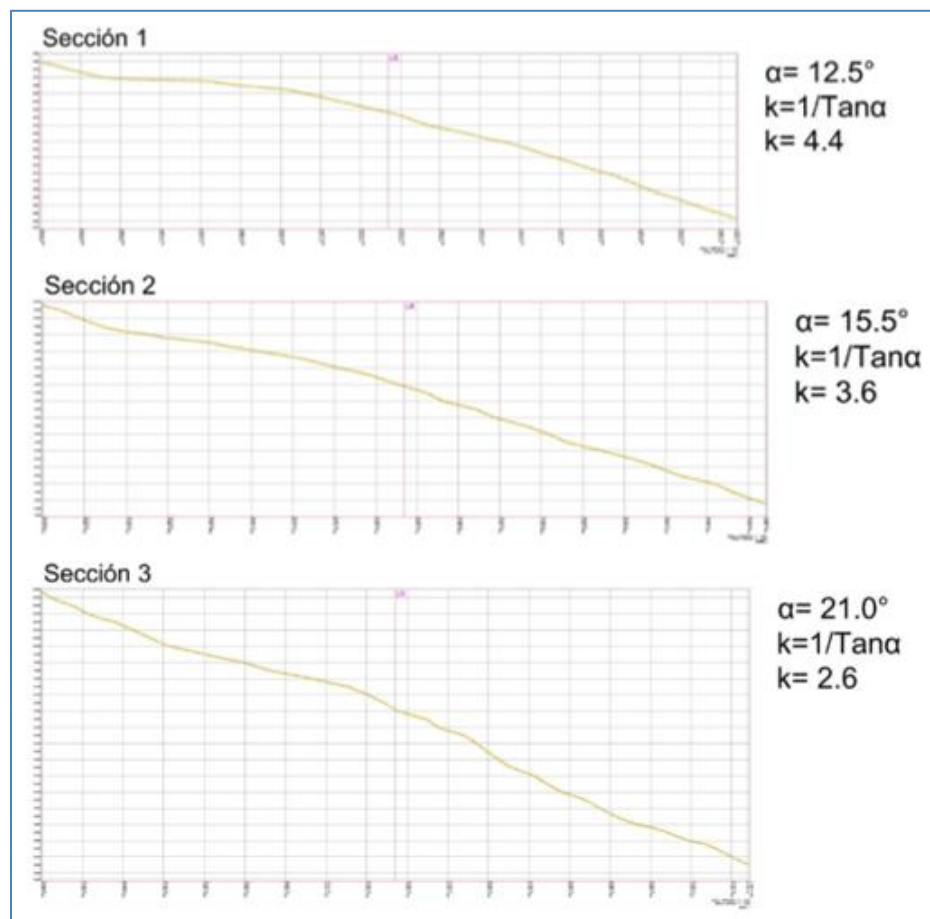


Figura II-4. Perfiles topográficos

De las tablas anteriores se obtuvieron los valores de "k" para cada sección.

Cuadro II-6. Factor k calculado y su valor en la Tabla 2 de la Norma

SECCION	K calculado	K tabla 2	α	Tan α
1	4.37	4.40	12.50	0.23
2	3.60	3.60	15.50	0.28
3	2.58	2.60	21.00	0.38

Con estos datos se realiza el trazo correspondiente en la Tabla No. 2 de la Norma.

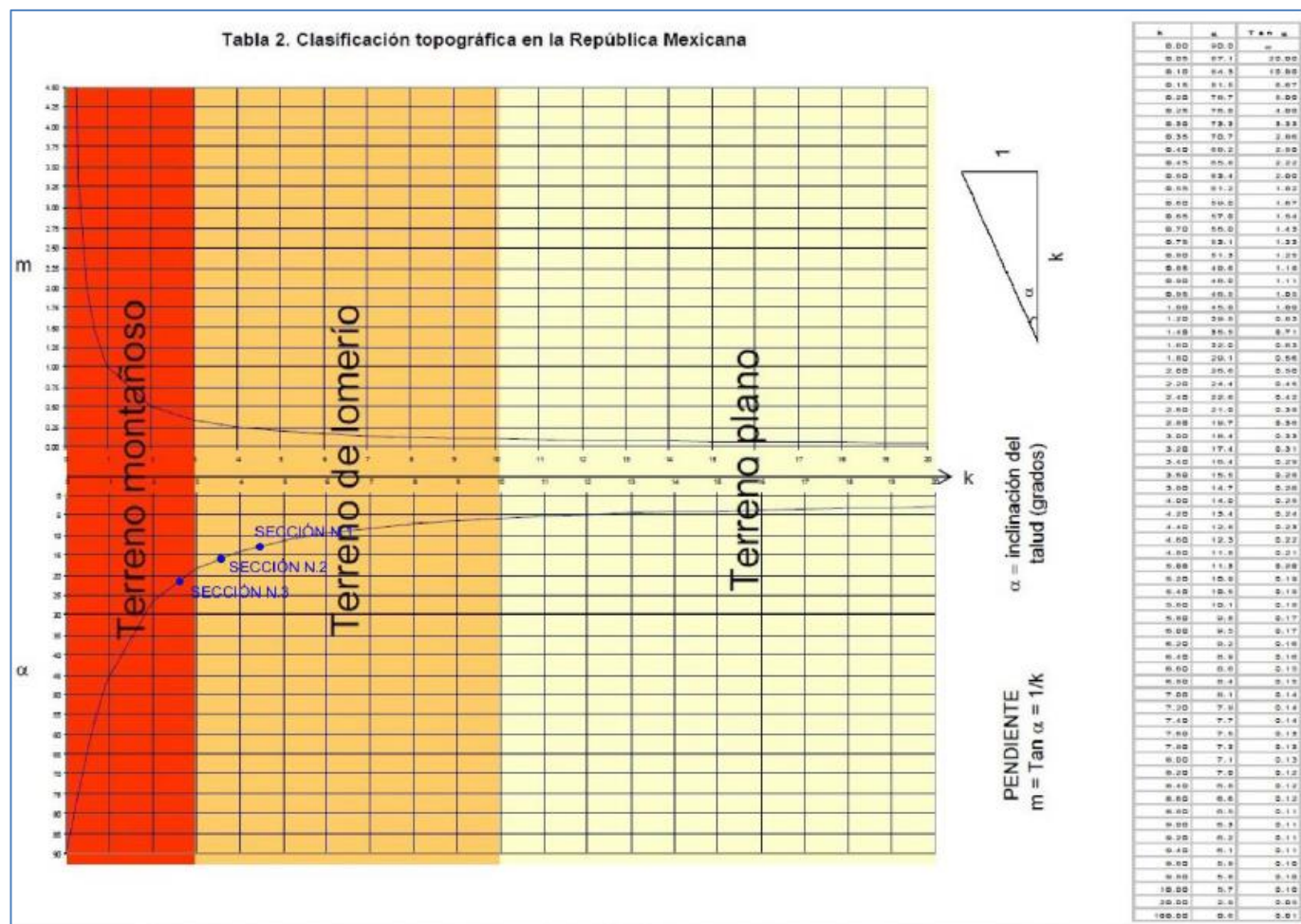


Figura II-5. Condición topográfica del sitio del proyecto de acuerdo a la Norma

En la figura anterior se aprecia que los valores de cada sección, se ubican dentro del rango de Terreno de Lomerío en las secciones 1 y 2 y terreno montañoso para la sección 3.

La Tabla 1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003 señala el número de años a que debe de hacer referencia la información de los aspectos climáticos, de acuerdo con la zona hidrológica y la topografía del terreno donde se pretenda construir el depósito de jales.

TABLA 1
Periodo de retorno de la tormenta de diseño
(Años)

Topografía	Zona Hidrológica					
	Seca		Húmeda		Ciclónica	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Montañoso	5	25	25	50	50	50
Lomerío	25	100	25	100	50	100
Plano	25	100	50	100	100	100

(1) Jal no peligroso por su toxicidad.

(2) Jal peligroso por su toxicidad.

Hasta este punto se ha determinado lo siguiente

- El Proyecto está ubicado en un Terreno de Lomerío
- La zona hidrológica corresponde a una zona ciclónica
- En la caracterización del jal se determinó que este no es tóxico

Con lo anterior se determina que el periodo de retorno de la tormenta de diseño será de **50 años**.

Determinación de la región sísmica donde se ubica el proyecto en base en la información de la Figura 1 Regiones sísmicas en la República Mexicana.

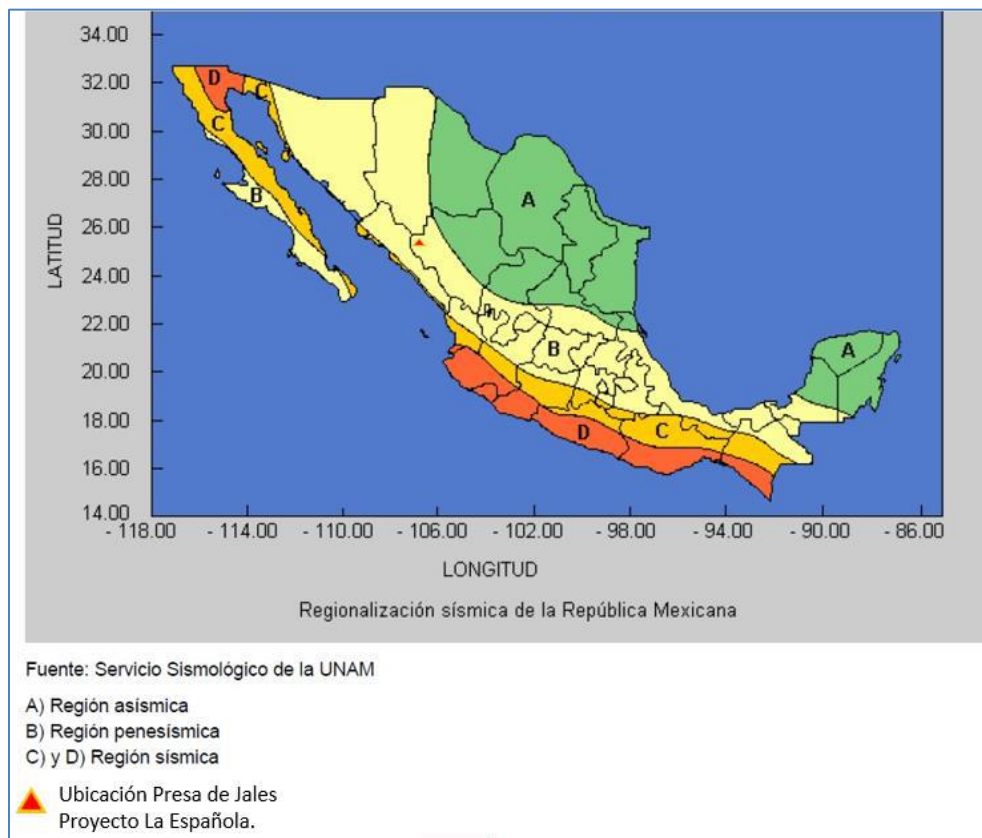


Figura II-6. Regiones sísmicas de la República Mexicana



Por medio de coordenadas UTM y mediante softwares de posicionamiento se importó la ubicación de la presa de Jales del Proyecto HERIMOVÍ a la Figura 1 (NOM-141-SEMARNAT-2003) Regiones Sísmicas de La República Mexicana.

Basado en esto se determina que la ubicación de la presa de jales se ubica en la **Región penesísmica**.

Basados en las características anteriores, se hace una proyección de acuerdo a lo que establece la NOM-141-SEMARNAT-2003, acerca de los métodos más recomendables de construcción de una presa de jales en el supuesto de coincidir con el valor de calificación “1” del Anexo normativo 3. Quedando de la siguiente manera.

Características del Terreno	Descripción
Terreno:	Lomerío
Zona Hidrológica:	Ciclónica
Región Sísmica:	Penesísmica

Método Constructivo	Calificación
Concentración de sólidos	2
Aguas abajo	
Enrocamiento	1
Homogénea con filtro	1
Arena cicloneada y compactada	1
Aguas abajo y aguas arriba	
Enrocamiento arena cicloneada	1
Enrocamiento espigas	2
Presa convencional sección graduada	1

Análisis de estabilidad	Calificación
Estático	
Convencional	2
Estático - elemento finito	1
Pseudoestático	2
Sísmico	
Elemento finito	1
Red neuronal	2

Monitoreo	Calificación
Piezómetros	1
Referencias superficiales	1
Sismógrafos	2

Sistema decantador drenante	Calificación
Alcantarilla	
Sección portal	1
Conducto circular o cuadrado	2
Bombeo en balsa	3
Sifones	4

Cabe señalar que la NOM-141-SEMARNAT-2003 no está relacionada directamente con el establecimiento del depósito de jales filtrados. Ya que uno de los objetivos del presente estudio es establecer la factibilidad en el desarrollo del proyecto con el entorno natural. Por otra parte, los jales que se pretenden producir y almacenar en el complejo “HERIMOVÍ” se denominan jales filtrados por la escasa cantidad de agua que puedan contener (<10%), aunado a las características que enuncia el Anexo Normativo 3 como lo es un sitio dentro de una zona hidrológica ciclónica, un terreno de lomerío y una región penesísmica se considera un método constructivo de “Concentración de Sólidos” por el depósito de jales filtrados que pertenece a la clase 2, de tal forma que su aplicación no está dentro de las más recomendadas en este caso, ya que existe potencial de daño, por lo que no se ajusta en su totalidad a las especificaciones de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Operación

Para la presente etapa, del Depósito de jales filtrados se relaciona directamente con la planta de beneficio establecida aledaña al presente proyecto, ya que ahí se originan los jales que serán depositados en los sitios propuestos para tal fin, en el caso de los jales filtrados pasan por un proceso de prensado para disminuir la cantidad de humedad a tal grado que su acomodo mejore la estabilidad a diferencia de los jales convencionales que se conducen a través de un medio acuoso que vienen

directamente de la separación de los valores de interés y las colas. A través de un proceso al que son sujetos los materiales inertes provenientes de diferentes minas, donde la primera fase es la molienda reduciendo el tamaño de las partículas del material a trabajar para luego mezclarlo con agua y algunos químicos que provocan una reacción de separación de los materiales de interés y del material sobrante o de desperdicio (jal) redirigiendo cada uno a una respectiva área para la continuidad de su manejo. Estas áreas, en el caso de los minerales beneficiados en la planta cuentan con depósitos provisionales separados de acuerdo a su proveniencia y de ahí se embarcan a donde los clientes dispongan de su interés.



Figura II-7. Infraestructura y diseño para el filtrado de los jales

El nuevo depósito deberá contar con especificaciones enmarcadas en la NOM-141-SEMARNAT-2003 y las demás que la autoridad y los expertos consideren pertinentes con la finalidad de reducir cualquier punto de afectación al entorno natural.

En esta etapa se contempla principalmente el depósito de jales provenientes de la planta de beneficio, que se consideran los jales secos que más adelante se describirán en lo particular.

Actividades de mantenimiento

a) Mantenimiento general

- Recolección de residuos domésticos
- Mantenimiento de los accesos dentro del área del proyecto

b) Mantenimiento preventivo

- Se refiere a las actividades de carácter preventivo que se aplicarán a la maquinaria involucrada
- Detección de movimientos superficiales a través de testigos

c) Mantenimiento correctivo

Se refiere a las actividades de carácter correctivo realizadas a la maquinaria y vehículos.



- Reparación de fugas de lubricantes y combustibles en la maquinaria y equipo que opera en relación al depósito de jales
- Corrección de filtraciones, movimientos superficiales o humedecimiento del bordo de contención

Abandono del sitio

La etapa de abandono del sitio se ejecutará una vez concluida la vida útil del proyecto (7 años), y que el volumen estimado a depositar se pueda haber cumplido de acuerdo a la capacidad del área. Una vez concluido el periodo de operación, quedará una superficie desprovista de cubierta vegetal, por lo que se considera distribuir por toda el área el suelo fértil que se removió al inicio de las acciones para la preparación del sitio y propiciar las condiciones para realizar una reforestación que sirva de protección para el restablecimiento del área, para así reincorporar los terrenos a su condición original.

En este caso, se realizarán las actividades necesarias para la implementación de un programa de abandono de áreas intervenidas y la verificación del cumplimiento de los términos y condicionantes que se establezcan en la resolución que sea expedida al caso.

II.2.1. Programa general de trabajo

El programa de trabajo, tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de estas, con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades extras de materiales, equipos y recursos económicos entre otros.

Cuadro II-7. Cronograma de actividades

Clave	Actividad	Duración	Años															3	4	5	6	7
			1										2									
			M E S E S																			
(meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							
a.1.1.	Trabajos preliminares	2.25																				
a.1.1.1.	Levantamiento topográfico	2.00																				
a.1.1.2.	Bancos de nivel y monumentos	0.50																				
a.1.2.	Preparacion de sitio	6.25																				
a.1.2.1	Rescate y reubicacion de especies	1.25																				
a.1.2.2	Desmonte y limpia	4.00																				
a.1.2.3	Mantenimiento de caminos y accesos	4.00																				
a.1.2.4	Confinamiento de materia vegetal	1.00																				
a.1.2.5	Cercado y señalización	0.75																				
b.1.1.	Construcción del depósito	12.00																				
b.1.1.1	Excavaciones y cortes	6.00																				
b.1.1.2	Bordo iniciador	7.75																				
b.1.1.3	Dique de emergencia	2.00																				
b.1.1.4	Obras de desvío de aguas pluviales	10.00																				
b.1.2.	Instalaciones y equipos	1.50																				
b.1.2.1	Instalaciones electromecánicas	1.25																				
c.1.1	Operación y Mantenimiento	permanente																				
c.1.1.1	Extraccion y acarreo de jales filtrados	permanente																				
c.1.1.2	Colocacion, conformacion y compactacion de jales filtrados	permanente																				
c.1.1.3	Colocacion progresiva de una capa de tepetate o material grueso	permanente																				
c.1.2.	Filtro prensa	permanente																				
c.1.2.1	Operación	permanente																				
c.1.2.2	Mantenimiento	permanente																				
c.1.3.	Depósito de Jales	permanente																				
c.1.3.1	Operación	permanente																				
c.1.3.2	Mantenimiento	permanente																				
d.1.3.	Abandono del sitio	0.50																				
d.1.3.1	Obras de reforestacion y conservacion de suelos por compensacion ambiental	3.00																				
d.1.3.2	Retiro de maquinaria y equipo	0.50																				
d.1.3.3	limpieza general del sitio	0.50																				



II.2.1.1. Estudios de campo y gabinete

Inicialmente se realizó el recorrido de reconocimiento por toda el área del proyecto, se ubicaron los vértices del polígono en base a los requerimientos de superficie o espacio, así mismo se documentó fotográficamente las condiciones actuales del área de estudio, de igual manera se recabo las condiciones de los aspectos bióticos y abióticos para posteriormente determinar la metodología para el registro y procesamiento de la información de campo, fundamentados en lo anterior y con el afán de que la información de campo fuera lo más objetiva posible, se determinó realizar un muestreo para la vegetación que se ubica dentro del área, así como la clasificación de la superficie propuesta para la realización de las obras y actividades propuestas.

La metodología empleada para la obtención del listado de especies de fauna a partir de observaciones en campo, fue la técnica de inventarios y monitoreo empleada por Gallina y López (2011) en su manual de técnicas para el estudio de fauna.

Durante cada punto de observación, se registraron todas las especies de vertebrados observadas, a partir de encuentros visuales. Dicha metodología se eligió por el hecho de que la fauna presente en el estado de Durango es una de las mejores descritas en el país, lo cual justifica las metodologías anteriormente mencionadas.

De igual manera, se revisó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para determinar las especies que estuvieran registradas bajo alguna categoría de riesgo.

En gabinete se estudiaron las muestras de flora para determinar su clasificación taxonómica, se revisaron cartas de INEGI de Suelos, Clima, Edafología y Geología, además se propuso la elaboración de la *Matriz de Battelle-Columbus* para valorar los impactos ambientales al ambiente que se generarán por la ejecución de este proyecto.

II.2.2. Preparación del sitio

II.2.2.1. Revisión y replanteo del polígono

Previo inicio de los trabajos relacionados con esta etapa, se deberá realizar la revisión del polígono y hacer el replanteo conforme a las coordenadas de ubicación del mismo.

II.2.2.2. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de flora y fauna

Esta actividad se desarrollará previo a los trabajos de desmonte, consiste en realizar recorridos por el área destinada para el proyecto provocando el mayor ruido posible para promover el desplazamiento de la fauna; en caso de existir fauna de lento desplazamiento, también se tomará el tiempo pertinente para lograr su desplazamiento o en un momento dado se utilizará el equipo adecuado para su movilización según sea el caso.

II.2.2.3. Marqueo de las especies forestales a remover

Después de realizar las actividades de delimitación del área, se propone efectuar el señalamiento físico del arbolado de las especies a remover con pintura de color visible, identificando aquellas que fueron observadas dentro de los trabajos de campo.

II.2.2.4. Desmonte

Consiste en realizar el derribo de la vegetación arbórea la cual deberá presentar en la base del fuste del árbol la marca para derribo previamente establecida. Se recomienda que el derribo sea direccional y se realice de los extremos de los límites hacia el centro para evitar dañar arbolado que se encuentre fuera del área autorizada. Para realizar esta actividad se utilizarán motosierras y herramientas de apoyo como hachas, machetes, cuñas, etc.

Para realizar la extracción del arbolado se utilizarán vehículos aptos para el traslado del material. Teniendo precaución en el arrastre de las trozas para evitar la erosión del suelo y el daño a más vegetación. Cabe señalar que esta actividad se considera en la superficie total del proyecto.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Construcción de caminos de acceso y vialidades. No se construirán ningún tipo de caminos ni vialidades, ya que se utilizarán los caminos existentes, para la movilización de vehículos y maquinaria.

Servicio médico y respuestas a emergencias. Se contará con botiquín de primeros auxilios y en caso de alguna emergencia mayor se trasladará al centro de atención médica más cercano.

Almacenes, recipientes, bodegas y talleres. No se contempla la afectación en algún área para el establecimiento temporal infraestructura adicional, ya que se utilizarán áreas contempladas dentro del polígono autorizado. No se requiere de almacén para el abastecimiento de combustible necesario para la operación de la maquinaria involucrada en las actividades de desarrollo, ya que los combustibles y lubricantes se alojarán en un vehículo nodriza, que contenga preferentemente el consumo diario estimado.

Campamentos, dormitorios, comedores. El proyecto no va requerir de la construcción de dormitorios ni comedores, ya que la planta de beneficio cuenta con esta infraestructura.

Instalaciones sanitarias. Se instalarán letrinas para el uso del personal que se encuentren laborando en el proyecto, de esta manera se evitará la contaminación del suelo por desechos fisiológicos durante las etapas de desarrollo del proyecto.

El manejo y disposición final de las aguas residuales producto de los desechos fisiológicos lo realizará una empresa especializada en el ramo, cumpliendo con la normatividad ambiental aplicable.

Planta de tratamiento de aguas residuales. No se considera la construcción o utilización de estas plantas.

Abastecimiento de energía eléctrica. Se requiere de la instalación de corriente eléctrica para el funcionamiento de las bombas para la pileta de recuperación, mencionando que en el sitio ya se cuenta con el servicio eléctrico por parte de la Comisión Federal de Electricidad.

El mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se realizarán en talleres especializados localizados en la cabecera municipal.

II.2.4. Etapa de construcción

La etapa de construcción comprende desde las excavaciones por etapa hasta el continuo crecimiento del bordo de contención y el aporte de jales, ya que las etapas de construcción y operación estarán desarrollándose a la par, por lo que deben producir los máximos beneficios a la colectividad con la inversión mínima posible. Una condición primordial para alcanzar este objetivo, es el conocimiento profundo de los problemas y la aplicación de las técnicas apropiadas para resolverlo.

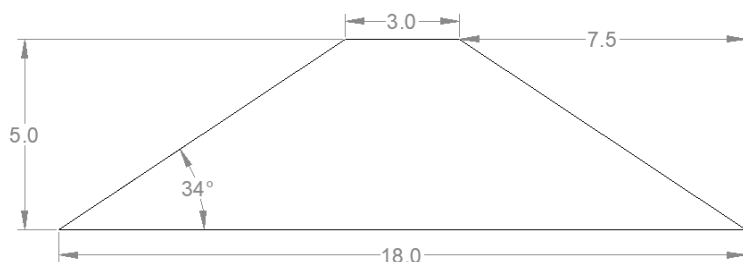
Lo anterior lleva a pensar que solo deben ejecutarse aquellas obras cuyo proyecto se encuentre completamente detallado en todas sus partes. Para la elaboración correcta de ese proyecto se requiere como base, que todos los estudios se hayan elaborado con la mayor precisión.

Se ejecutarán las excavaciones para alojar la mayor cantidad de volumen de jales, hasta el nivel señalado en el proyecto, según la capacidad de carga del terreno y transmisión de carga de las secciones. En general serán excavaciones a cielo abierto, utilizando equipo especializado y mano de obra de la región.

De ser necesario, se utilizará maquinaria como retroexcavadoras con llantas neumáticas, como también, excavadoras de orugas, para aumentar la eficiencia y rapidez en los trabajos. En todas las excavaciones se colocará una geomembrana para evitar filtraciones de lixiviados. Este tipo de materiales es muy común y apropiado en este tipo de proyectos del sector minero.

Si se toman en consideración primordial la seguridad de la obra con la finalidad de no comprometer los recursos y las condiciones de las áreas limítrofes al proyecto, haciendo de esta manera viable el desarrollo del mismo.

Se realizó un análisis de estabilidad preliminar el cual nos arroja los siguientes resultados:



Angulo general del talud para lograr un

factor de seguridad aceptable.

Estos datos se utilizarán de partida para el diseño de la cortina de la presa de jales. Para esto se corrieron varias simulaciones hasta llegar a un talud el cual tendrá un ángulo general de inclinación de 34° , esto provoca que el talud esté muy acostado, forzando a que el vaso del depósito de jales sea reducido, pero respetando este ángulo se asegura la estabilidad de la cortina.

Los bordos propuestos para la construcción de esta presa presentan las siguientes dimensiones:

Altura: 5.0 m

Base: 18 m

Corona: 3.0m

Angulo: 34°

Se diseñó un bordo con los parámetros anteriores recordando que la base del depósito será por el método de aguas abajo por lo que los bordos serán más robustos (más anchos) respetando el Angulo de 34° (1.5H:1.0V).

II.2.4.1. Criterios de construcción

Con estos datos de partida se comenzó a diseñar la cortina del depósito de jales, más adelante se presentará el análisis de la estabilidad del talud con la cortina terminada.

Se realizaron varios diseños, en el primero se respetó la topografía del polígono asignado para el depósito de jales. Se realizó otro análisis haciendo cortes en el cerro removiendo parte del terreno hasta ajustar una vida útil considerable.

Por lo que se decidió proponer una excavación en el terreno en tres secciones, el volumen a remover es considerable, sin embargo, se llegó a una capacidad de la presa de 6.5 años aproximadamente más 0.5 año para el abandono.

El material producto de la excavación se propone sea utilizado en la construcción de los bordos de contención, en el revestimiento de caminos interiores de acarreo y en relleno a las obras subterráneas. Para el diseño y cálculo de volúmenes de la presa de jales se utilizó el software Vulcan. A continuación, se presentan las imágenes de las diferentes etapas de la construcción de la presa de jales.

Como primer paso se importó la topografía proporcionada en Autocad a Vulcan.

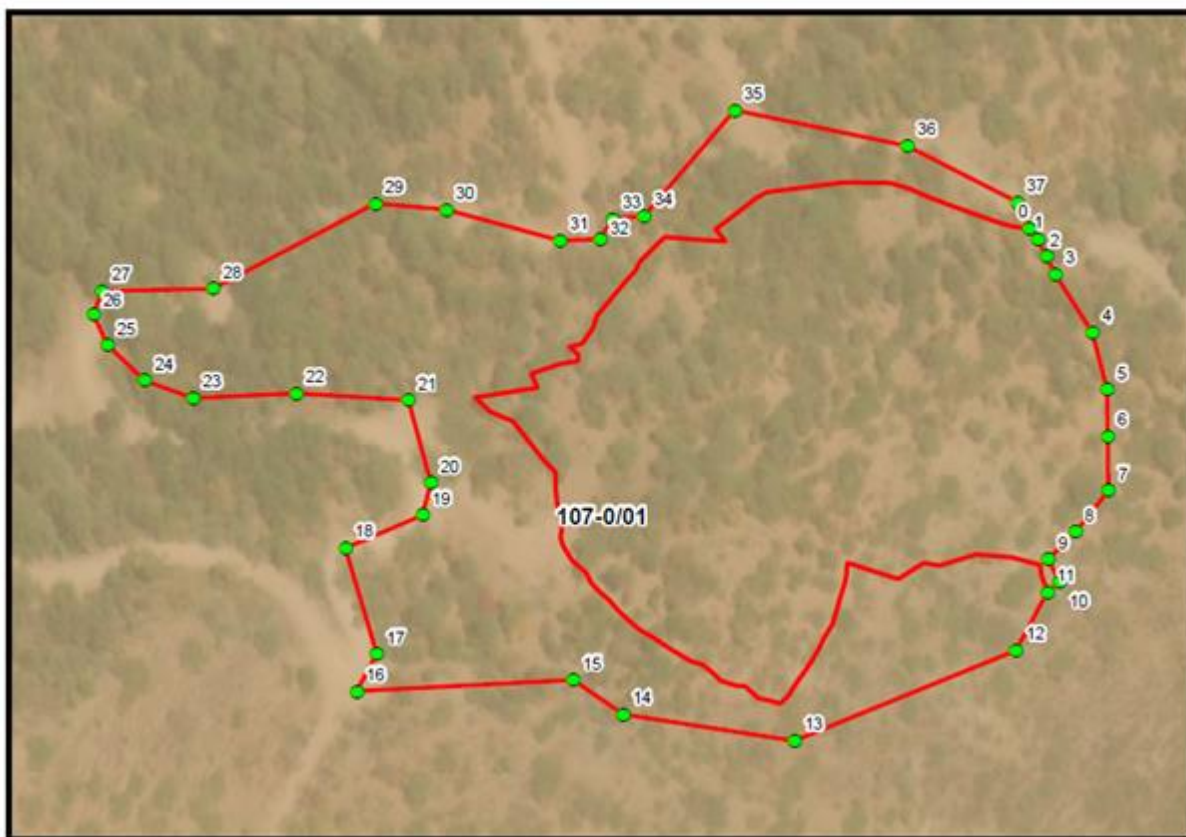


Figura II-8. Proyección del área destinada al depósito de jales

Se trabajará sobre este polígono para el diseño de la presa de jales, una vez removido el suelo orgánico se comenzará con la preparación del terreno. Como se había mencionado anteriormente se realizará una excavación la cual se dividirá en varias secciones. La primera va de la elevación 1,910 m a la elevación 1,930 m, y la segunda etapa de la elevación 1,930 a la 1,935.

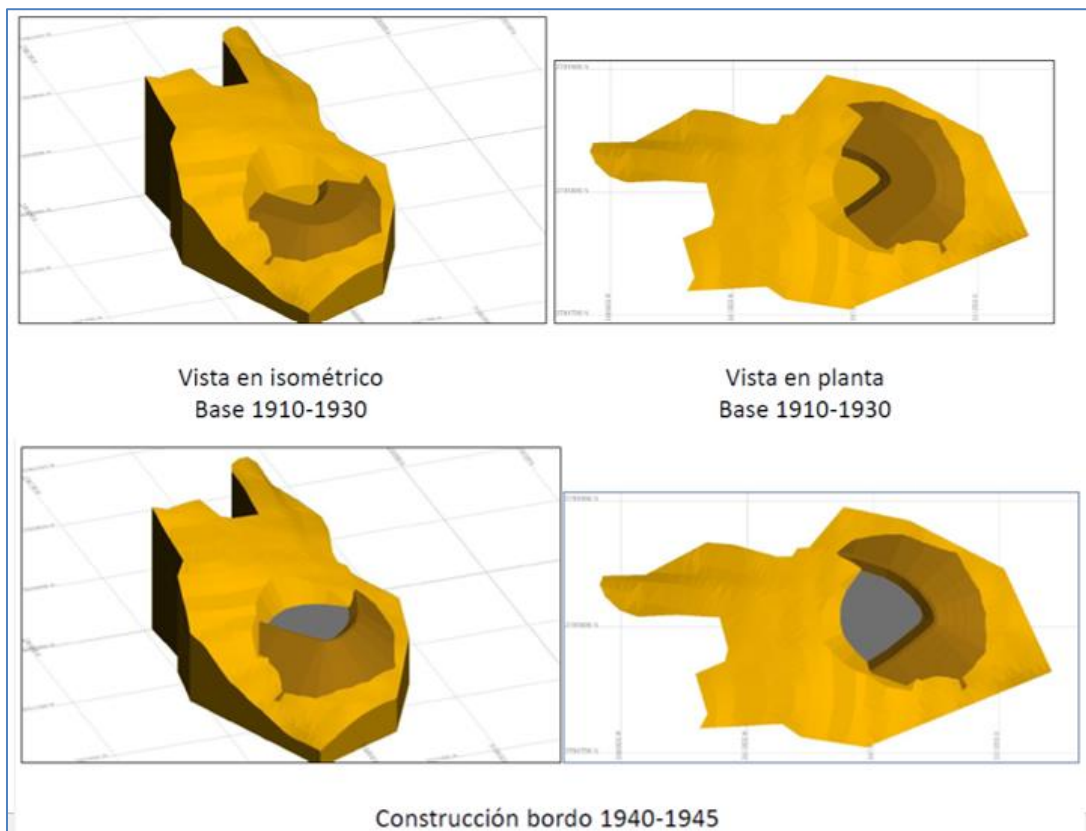


Figura II-9. Seccionamiento del polígono para la primera etapa

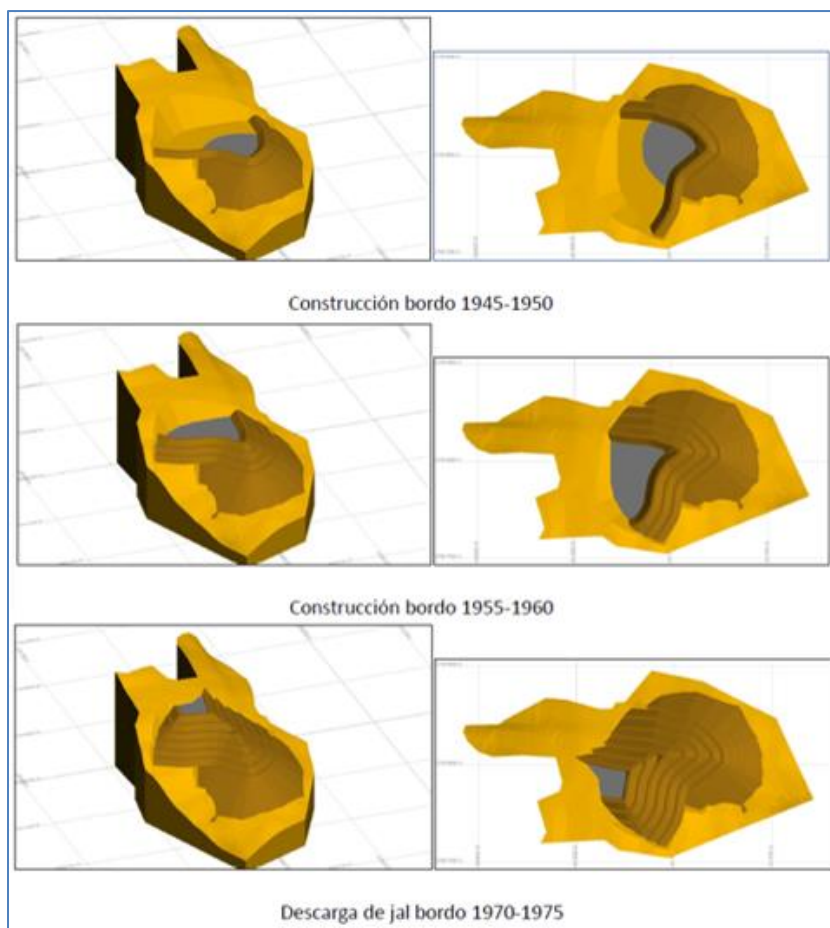


Figura II-10. Seccionamiento del polígono para la segunda etapa

En la primera etapa se remueven 66,723.80 m³ de material, en la segunda etapa se extraen 75,919.30 m³. Como se mencionó esto es necesario para poder general el espacio que se requiere para depositar el jal, este material se utilizará en otras áreas.

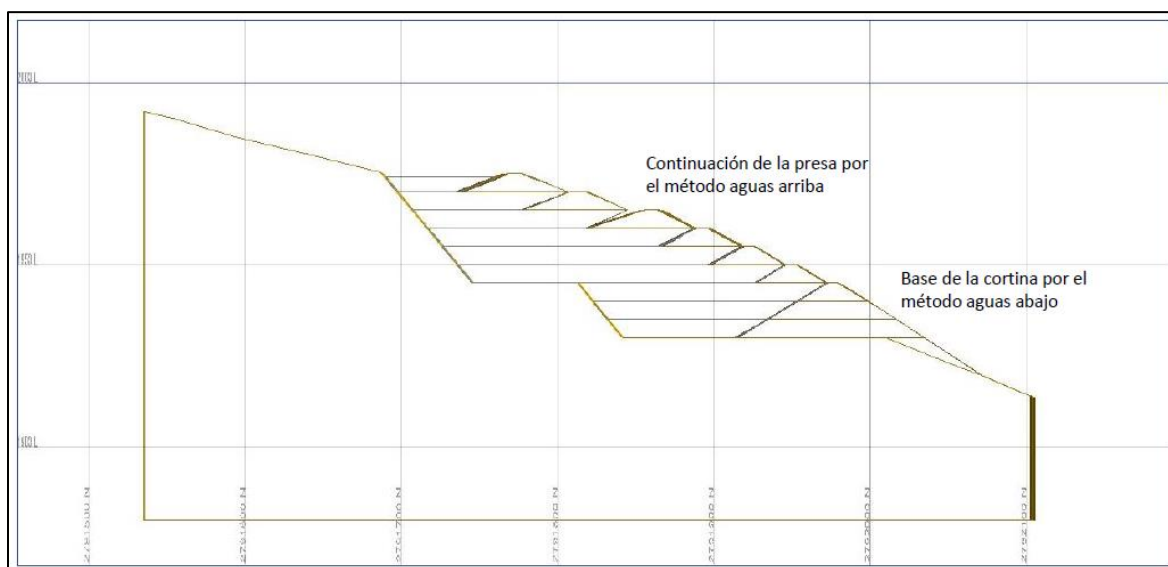


Figura II-11. Sección longitudinal indicando la topografía original

Una vez terminado el corte, el terreno deberá limpiarse perfectamente para poder colocar la geomembrana, como se mencionó anteriormente, el jal es generador de solución ácida por lo que todo el vaso del depósito deberá ser cubierto por este material.

Así mismo, en este punto se deben considerar otras obras como son:

- **Alcantarilla de excedencias**

El cálculo de las dimensiones de la alcantarilla se presentará más adelante. Es importante mencionar que anteriormente se diseñaban bóvedas con sección portal elaboradas de concreto para la conducción del agua pluvial y las excedencias de la presa de jales Actualmente tanto en las presas de jales como en los patios de lixiviación se utilizan tuberías de Poliuretano del tipo ADS las cuales llegan a manejar diámetros de hasta 60" soportan una columna de 100 mts de altura en los patios de lixiviación y tienen una vida promedio de 70 años, por lo que es muy recomendable instalar este tipo de tuberías. En caso de que una no sea suficiente para el volumen de agua a manejar, se puede poner en paralelo otra tubería sin ningún problema y a un costo muy bajo.



Figura II-12. Instalación de tuberías ADS para el manejo de excedencias

- **Dentellón**

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 dentellón es una obra de ingeniería que sirve como ancla para el desplante del bordo iniciador. Generalmente se construye de mampostería y va reforzado con acero (varilla).

Como ya se ha mencionado, para darle más capacidad al depósito de jales es necesario hacer un corte en el terreno, como se ve en la sección mostrada anteriormente. El desplante del bordo de la presa partirá de una zona plana debido a la excavación que se pretende realizar, por lo que el dentellón no será necesario. Por otra parte el tipo de cortina que se construirá para poder dar

cumplimiento al Anexo 3 de la Norma, es una combinación de aguas arriba con un desplante aguas abajo, por lo que la base de la cortina quedará muy amplia, con esto se justifica no construir el dentellón. En su lugar se construirán pequeños muros pero su función será fijar correctamente la tubería de la alcantarilla de la presa para evitar que se presente algún corrimiento de la misma.

II.2.4.2. Instalación de tubería

Primero hay que hacer una cama de arena sobre el terreno natural.

Se sienta la tubería sobre la arena

Se arman estructuras de concreto o mampostería solo para fijar la tubería y evitar corrimientos, estas solo se construyen en los puntos de quiebre en lugares de pendiente muy pronunciada solo para asegurar que no habrá movimiento de la tubería.



Figura II-13. Vista general en planta del proyecto terminado



H-20 (32,000 lbs de carga por eje) Fueron aplicadas sobre un tubo de 24" al cual se le removió el relleno sobre la corona.

Figura II-14. Resistencia del material

- Se recomienda que la preparación del terreno, así como la instalación de la tubería se por parte del proveedor.
- En este informe solo se calculará la capacidad de la tubería.
- Una de las ventajas de utilizar este tipo de material además de ser más económico es que es considerado flexible, una bóveda de concreto o mampostería se considera rígida y al estar ubicado el proyecto en una zona penesísmica es muy importante trabajar con los materiales adecuados.

II.2.4.3. Cortina contenedora o bordo iniciador

El tipo de cortina que se construirá para poder dar cumplimiento al Anexo 3 de la Norma, es una combinación de aguas arriba con un desplante aguas abajo, por lo que la base de la cortina será muy robusta, se construirán pequeños muros, pero su función será fijar correctamente la tubería de la alcantarilla del depósito para que esta no presente algún deslizamiento. para el Método Constructivo tomando en cuenta las características fisiográficas del área se tendrá que seleccionar aquella opción que tenga 1 de calificación.

Método Constructivo	Calificación
Concentración de sólidos	2
Aguas abajo	
Enrocamiento	1
Homogénea con filtro	1
Arena cicloneada y compactada	1
Aguas abajo y aguas arriba	
Enrocamiento y arena cicloneada	1
Enrocamiento y espigas	2
Presa convencional sección graduada	1

Como se observa en la tabla anterior, la calificación de 1 es en su mayor parte para el método constructivo aguas abajo, sin embargo, este método ocupa mucho espacio en su base, siendo esta muy robusta y resistente, pero se requiere de un terreno muy amplio para su construcción.

Otro método constructivo que se enlista con una calificación de 1 es el de aguas abajo y aguas arriba con enrocamiento. Este método cuenta con una base también amplia y robusta la cual le da una mayor estabilidad y a partir de cierta elevación cambia al método aguas arriba tal como se indica en las siguientes figuras.

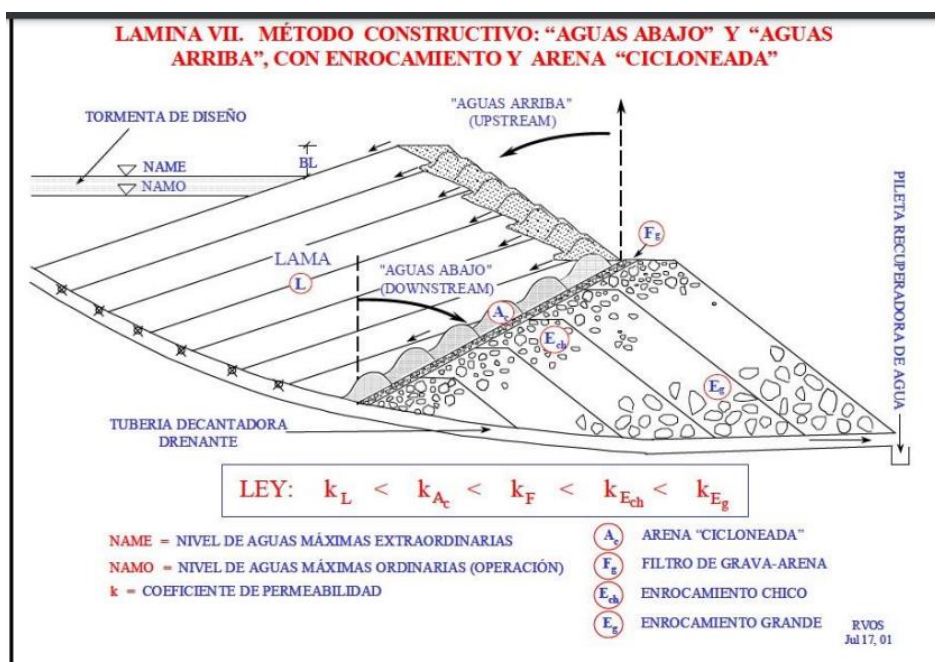


Figura II-15. Método constructivo “aguas abajo y aguas arriba” con enrocamiento

Este método es la combinación de una cortina aguas abajo y a cierta elevación cambia a aguas arriba, de igual manera presenta una base más amplia que el método tradicional de aguas arriba y no ocupa tanto espacio como el método de aguas abajo. En un principio la corona se aleja de la topografía, pero al cambiar a aguas arriba la corona de la cortina comienza a acercarse a la topografía del terreno.

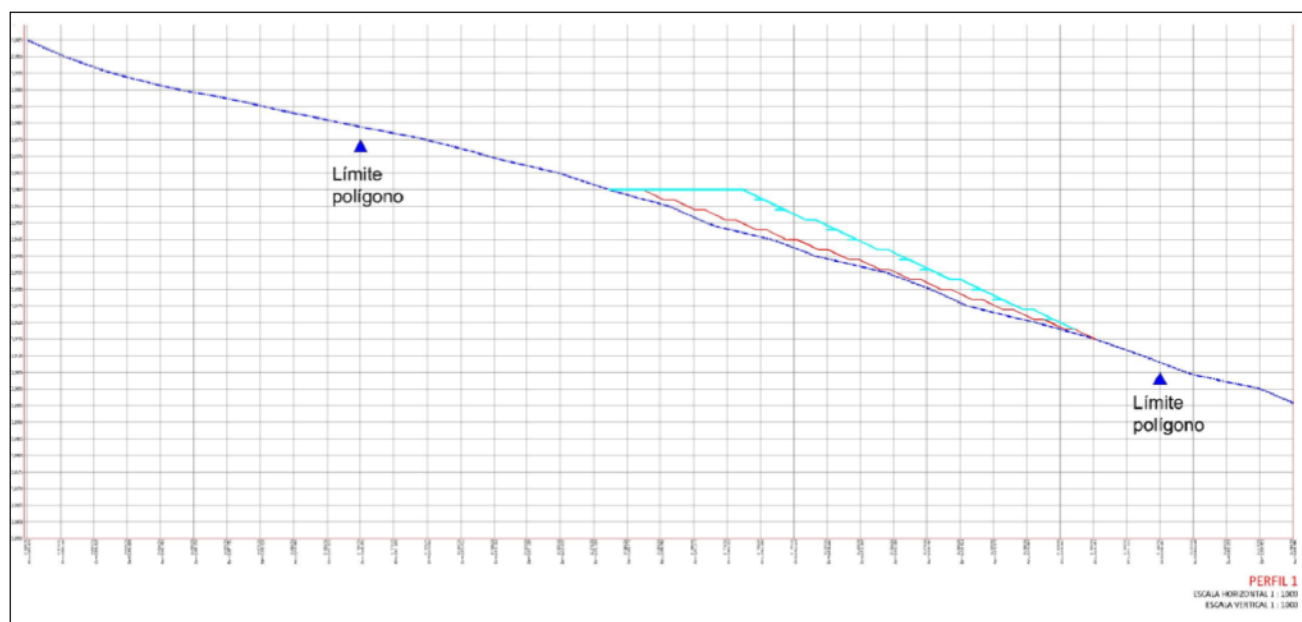


Figura II-16. Posible acomodo de los terraplenes de jal con el análisis de estabilidad

En el análisis de estabilidad realizado previamente "DESCRIPCIÓN DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD_DEP JAL HERIMOVÍ" se hace una propuesta más enfocada a lo que sería la operación de la presa con jales secos, se propone hacer una serie de terraplenes compactados y con un revestimiento de 0.50 m de material estéril o tepetate para evitar la erosión, se menciona que con este método se estima una vida de 10 años para el proyecto, se contempla una altura aproximada de 30 m con una relación 2H:1V (27°) para la cortina (ángulo general) con bermas cada 10 m con un talud particular de 1.5H:1V (34°).

Cuadro II-8. Parámetros geomecánicos del jal

Material	Peso volumétrico (γ_m) kN/m ³	Cohesión (c) kPa	Ángulo de fricción interna (ϕ), grados	Conductividad hidráulica (k_{sat}) m/día	Módulo de elasticidad (E) MPa	ν
Jal filtrado	15.0	0	34	0.00798	32 a 55	0.35
Tepetate	19.5	0	36	0.05530	500	0.25
Suelo residual	17.0	145	22	0.00430	60	0.30
Caliza estratificada	20.0	0	40	0.05530	2000	0.18
Brecha andesítica	20.0	0	40	8.64×10^{-6}	2500	0.16
Brecha andesítica con intercalaciones de lutitas	20.0	0	40	8.64×10^{-6}	3000	0.16

En la actualidad la NOM-141-SEMARNAT-2003 no maneja un apartado para el manejo de jales secos, por tal motivo se tiene que calcular la cortina contenedora de la presa como si fuera una descarga tradicional o convencional, es decir por medio de una pulpa.

Por otra parte, la topografía de la zona del proyecto presenta pendientes muy fuertes por lo que sería necesario realizar un modelo independiente de la disposición de los jales en banquetas o bermas, aparentemente en la sección se observa una capacidad muy reducida.



Figura II-17. Vista en isométrico del área para el depósito de jales filtrados

Para el primer corte del material superficial se instalará la tubería para la conducción de excedencias.

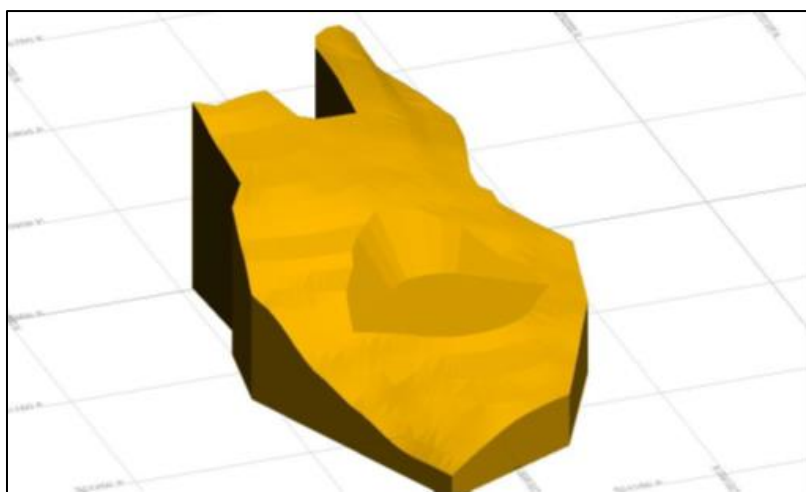


Figura II-18. Base del Depósito con el primer corte

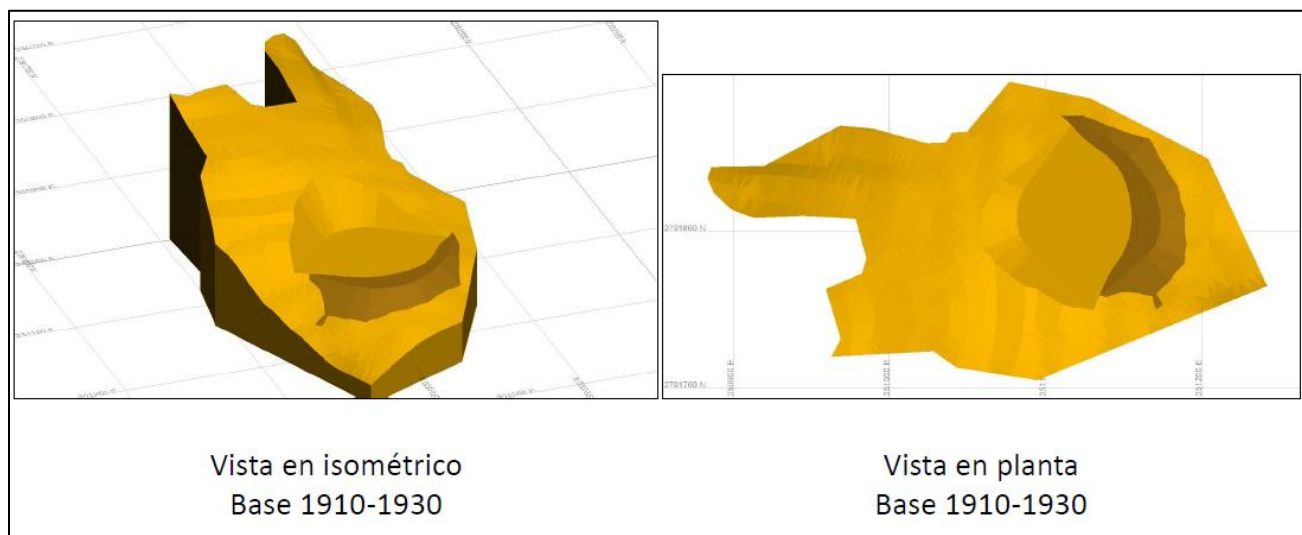


Figura II-19. Base del bordo iniciador

Continuación de la presa por el método aguas arriba

Base de la cortina por el método aguas abajo

A continuación, se presenta el cuadro de volúmenes de material a extraer y del jal a descargar.

Cuadro II-9. Volúmenes de material a excavar y capacidad del depósito de jales

Bordos	Tepetate (m ³)		Jal (m ³)
	Excavación	Construcción de bordo	Capacidad de la presa
Etapas 1	66,723.80		
Base 1910 - 1930		10,093.00	0.00
Bordo 1930-1935		25,742.70	7,218.90
Bordo 1935-1940		17,693.20	12,233.30
Bordo 1940-1945		8,153.30	18,629.80
Etapas 2	75,919.30		
Bordo 1945-1950		4,329.33	26,072.00
Bordo 1950-1955		10,175.70	24,810.90
Bordo 1955-1960		9,204.30	17,870.40
Bordo 1960-1965		7,908.70	11,623.03
Bordo 1965-1970		6,334.10	6,667.10
Bordo 1970-1975		5,056.90	2,088.50
Total	142,643.10	104,691.23	127,213.93

Cuadro II-10. Manejo del volumen de tepetate a extraer

Concepto	Medida	Cantidad	Porcentaje
Tepetate extraído	M ³	142,643	100
Construcción de cortina		104,641	73
Recuperación de suelo orgánico		19,990	14
Revestimiento accesos		10,000	7
Relleno para obras en interior de mina		7,962	6



Capacidad del depósito: 127,214 m³

Peso volumétrico del jal (ton/m³): 1.85

Capacidad de la presa: 235,346 ton

En base a las proyecciones se estima un tiempo de vida útil para depositar jales en el sitio de 6.5 años, no obstante, se considera medio año extra para el cierre y abandono del proyecto.

II.2.4.4. Métodos de análisis de estabilidad de taludes finitos

Los métodos de análisis de estabilidad se basan en un planteamiento físico matemático en el que intervienen las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras, que actúan sobre el talud y que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad.

El método de las dovelas se clasifica como un método preciso (teorías de Morgenstern Price, Spencer y Bishop).

En cuanto a los Métodos de las Dovelas, estos son usados en aquellos casos en que la superficie de rotura del terreno es del tipo circular. De esta manera, el problema se aborda bidimensionalmente, tomando una sección transversal representativa del talud y dividiéndola en franjas del mismo tamaño. A cada dovela se le analiza su nivel de estabilidad, lo que permite concluir acerca de la seguridad global del talud.

Actualmente se cuenta con softwares especializados capaces de determinar la estabilidad de los taludes con una gran precisión.

Para el cálculo de estabilidad de la cortina del depósito se utilizó el software GEO-5 para determinar primero el factor de seguridad de una falla circular propuesta y posteriormente llegar a un valor óptimo para el factor de seguridad en base a varios modelos (Fellenius/Patterson, Spencer, Janbu, Morgenstern Price). Se cargaron los parámetros geomecánicos para la Andesita y se corrió el análisis de estabilidad, en todos los casos el factor de seguridad fue favorable, siendo el valor más alto de 1.34 y el más bajo de 1.19 en promedio se tiene un FS=1.3.

Cabe mencionar que la sección n. 4 corta todos los bordos desde la elevación 1910 hasta la elevación 1975 esta coincide con la parte central de la cortina y es la que presenta el factor de seguridad más alto.

Estabilidad de taludes

Debido a que se trata de una presa muy pequeña para el cálculo de la estabilidad de taludes se harán 3 secciones perpendiculares a la cortina.

Por definición el factor de seguridad es una relación entre un esfuerzo último entre un esfuerzo admisible por lo tanto el factor de seguridad para que un talud se considere estable deberá ser mayor a 1.

FS= $U_{\text{último}} / U_{\text{admisible}}$

FS<1 se considera No suficiente o inestable

FS=1 se considera No suficiente o inestable

FS>1 se considera Suficiente o estable

Cuadro II-11. Análisis de estabilidad

Sección	F.S.
1	1.27
2	1.19
3	1.34
4	1.34
5	1.31
Promedio	1.29

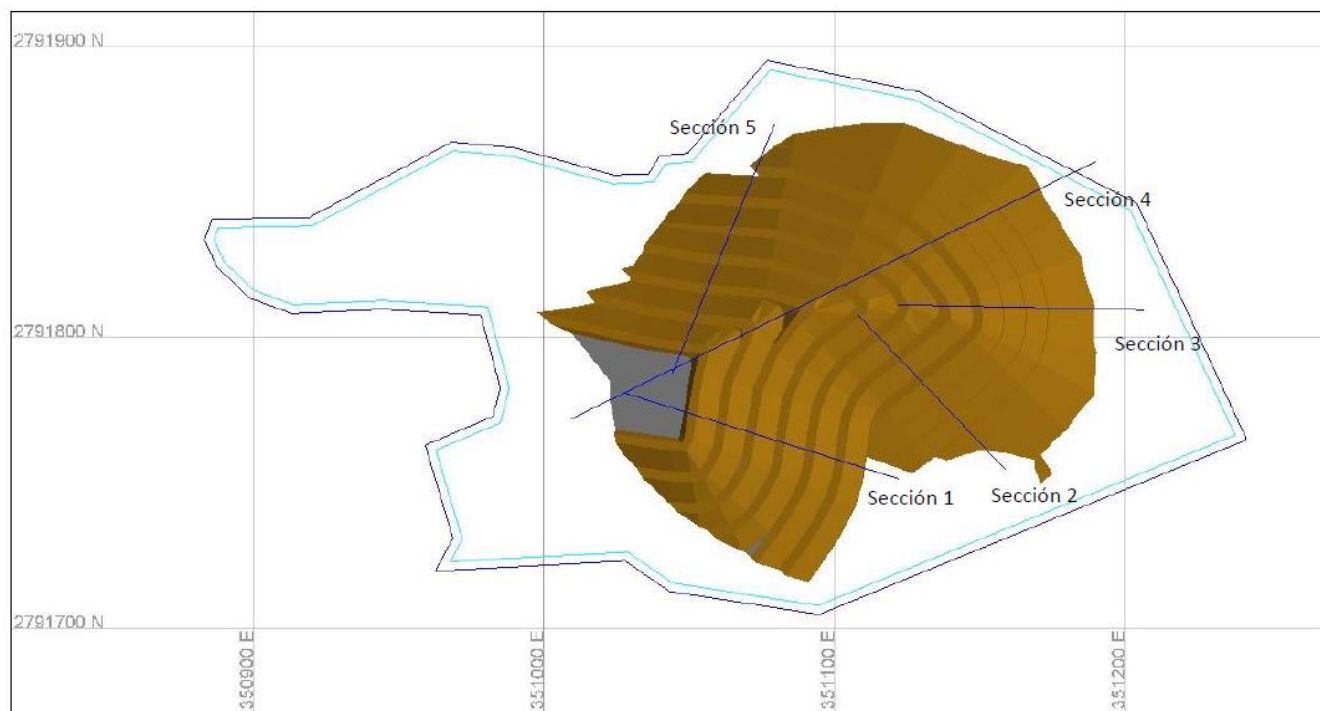


Figura II-22. Secciones utilizadas para el cálculo de estabilidad

En la figura anterior se indican las secciones transversales que se utilizarán para el análisis de estabilidad.

Se escogieron las secciones tratando de que fueran perpendiculares a los bordos.

El material con el que está construida la cortina es andesita.

En el análisis de mecánica de suelos se utilizarán los datos indicados en el análisis de estabilidad realizado previamente para conjugar los valores.

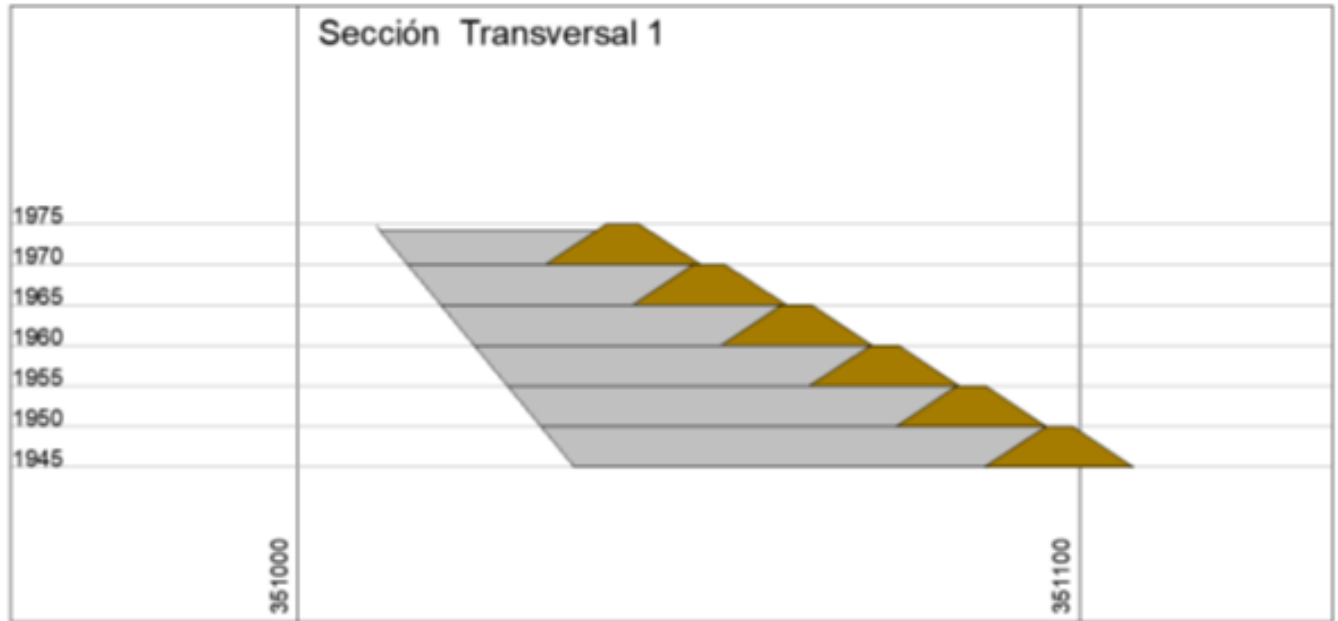


Figura II-23. Perfil topográfico – sección 1 – cálculo de estabilidad

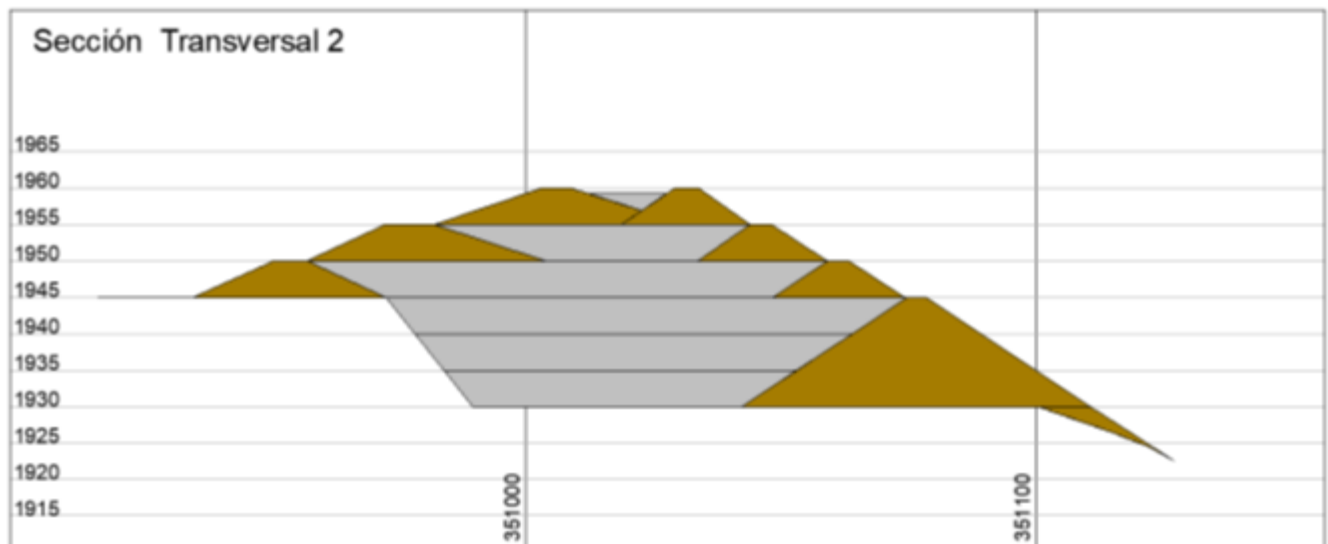


Figura II-24. Perfil topográfico – sección 2 – cálculo de estabilidad

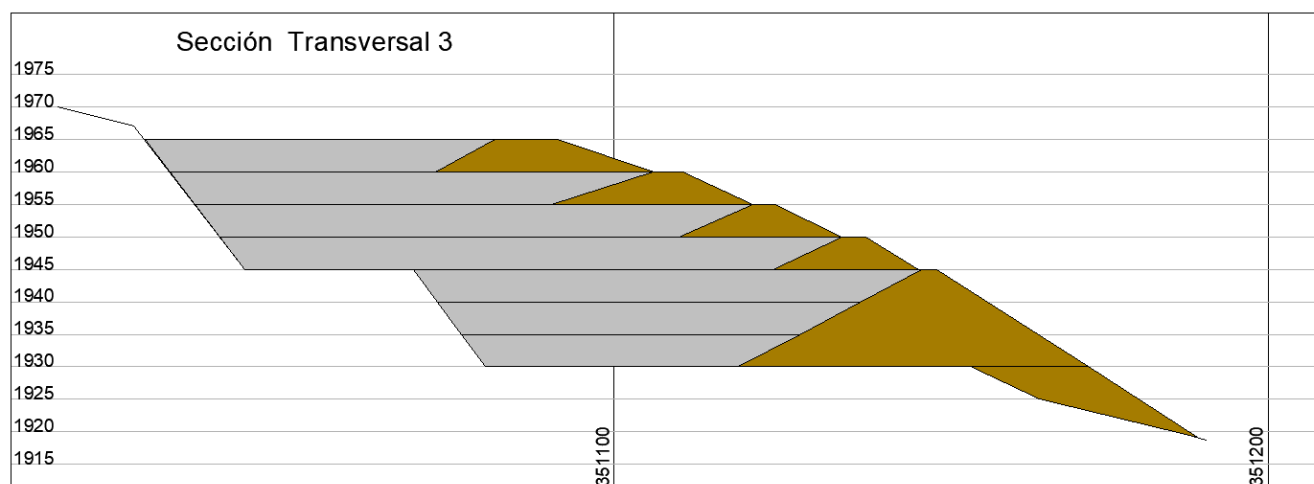


Figura II-25. Perfil topográfico – sección 3 – cálculo de estabilidad

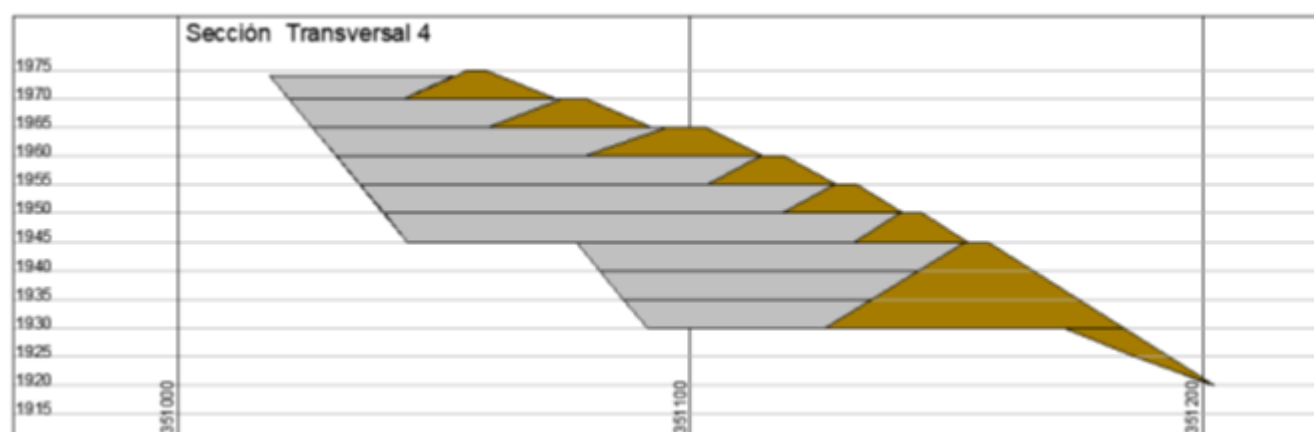


Figura II-26. Perfil topográfico – sección 4 – cálculo de estabilidad

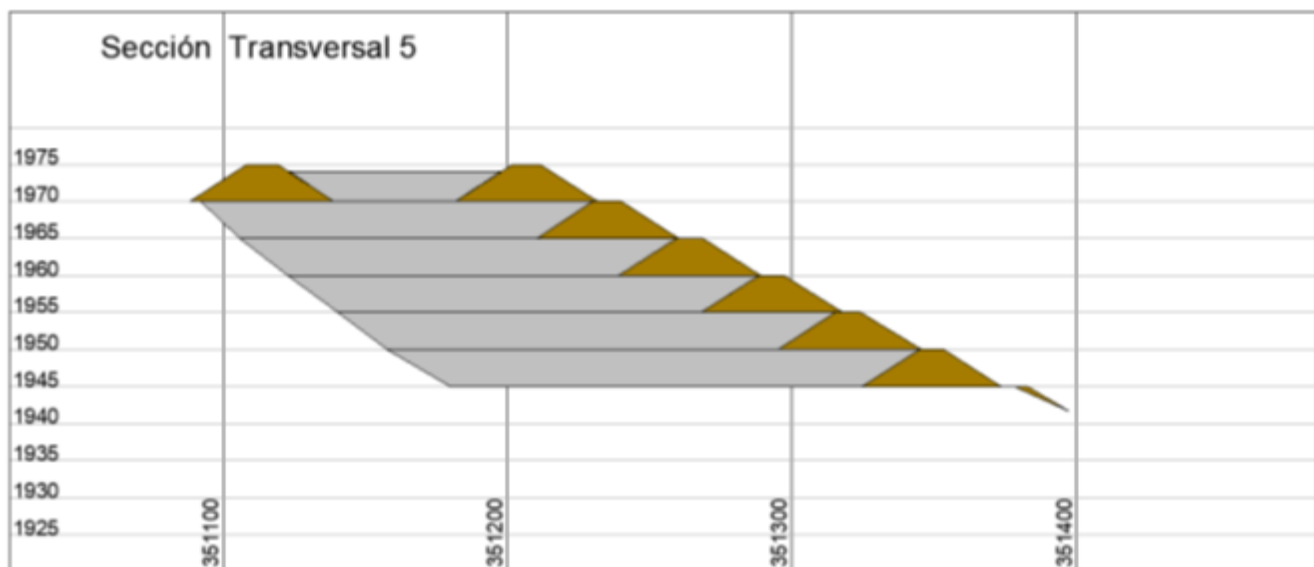
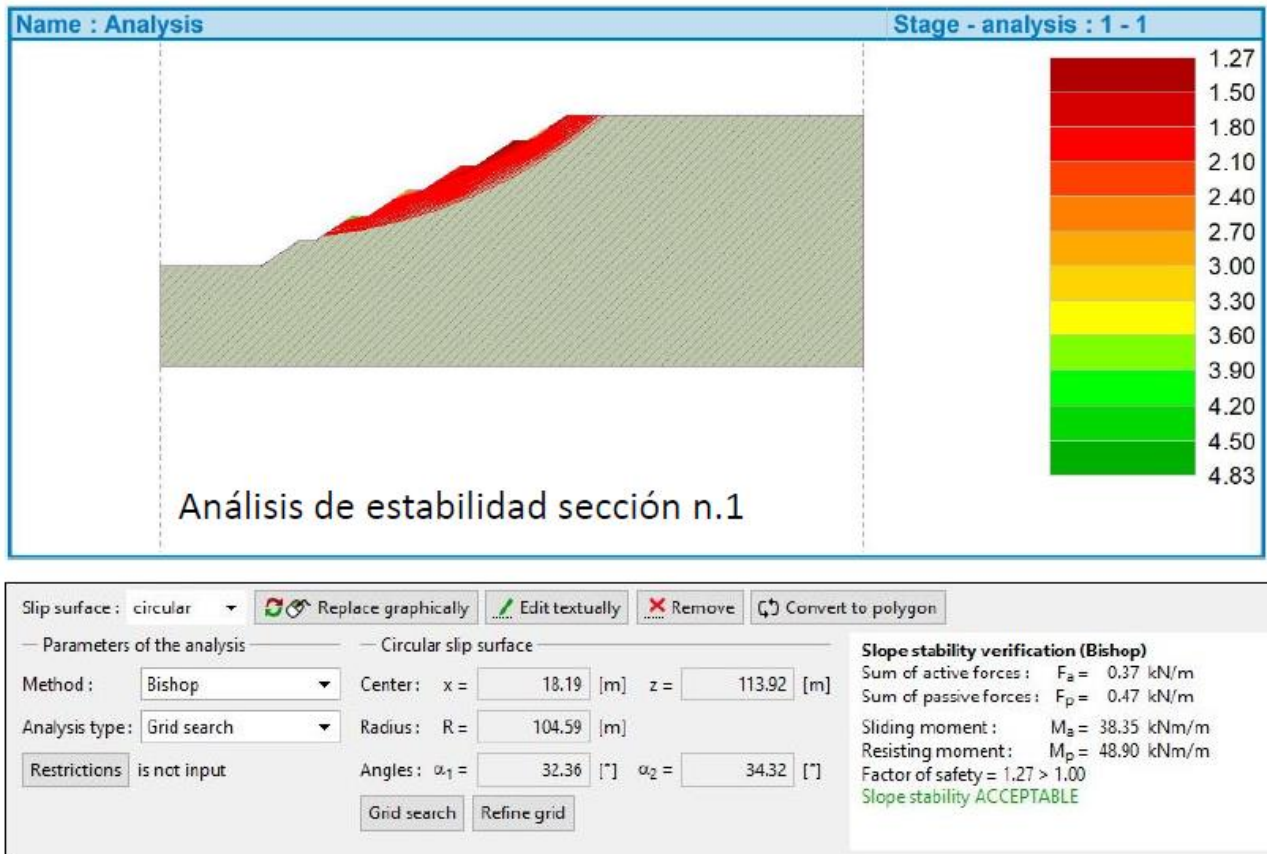


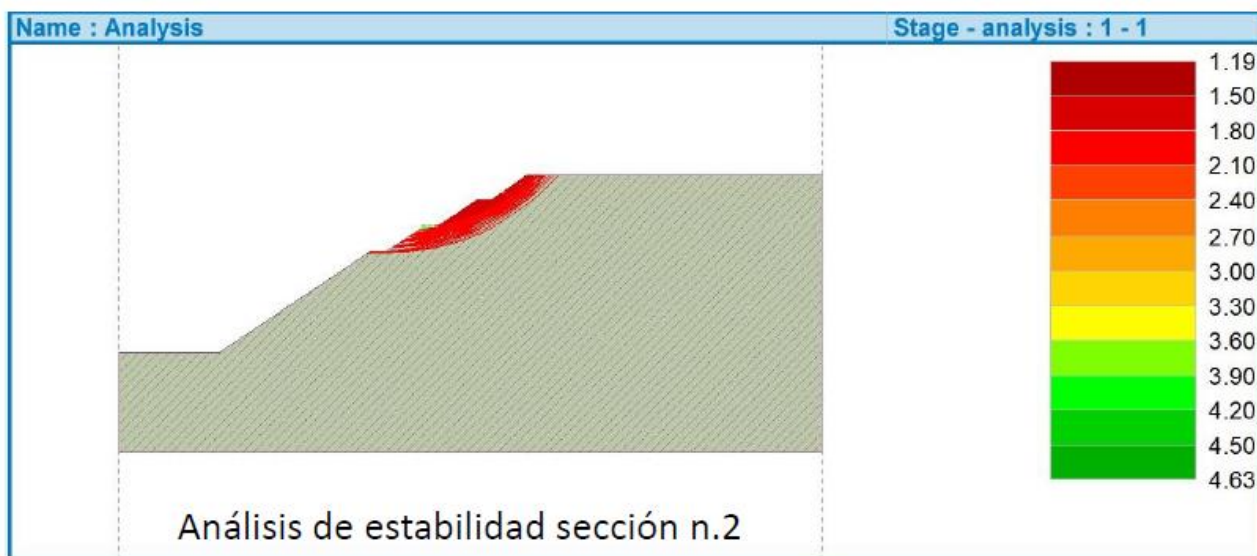
Figura II-27. Perfil topográfico – sección 5 – cálculo de estabilidad

Se alimentaron los perfiles topográficos y la información obtenida del informe de mecánica de suelos en el software GEO-5 que es un programa especializado en el diseño y estabilidad de taludes y se obtuvieron los siguientes resultados.



Los factores de seguridad calculados por el programa para la sección 1 van desde 1.27 a 4.83 considerando un radio para la falla circular que va desde 104.59 m.

Con el factor de seguridad 1.27 se considera que el talud ES ESTABLE.



Slip surface: circular Replace graphically Edit textually Remove Convert to polygon

Parameters of the analysis

Method : Bishop

Analysis type : Grid search

Restrictions is not input

Circular slip surface

Center: x = 52.01 [m] z = 66.61 [m]

Radius: R = 42.71 [m]

Angles: $\alpha_1 = 34.78$ [°] $\alpha_2 = 35.53$ [°]

Grid search Refine grid

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 0.12$ kN/m

Sum of passive forces : $F_p = 0.14$ kN/m

Sliding moment : $M_a = 4.92$ kNm/m

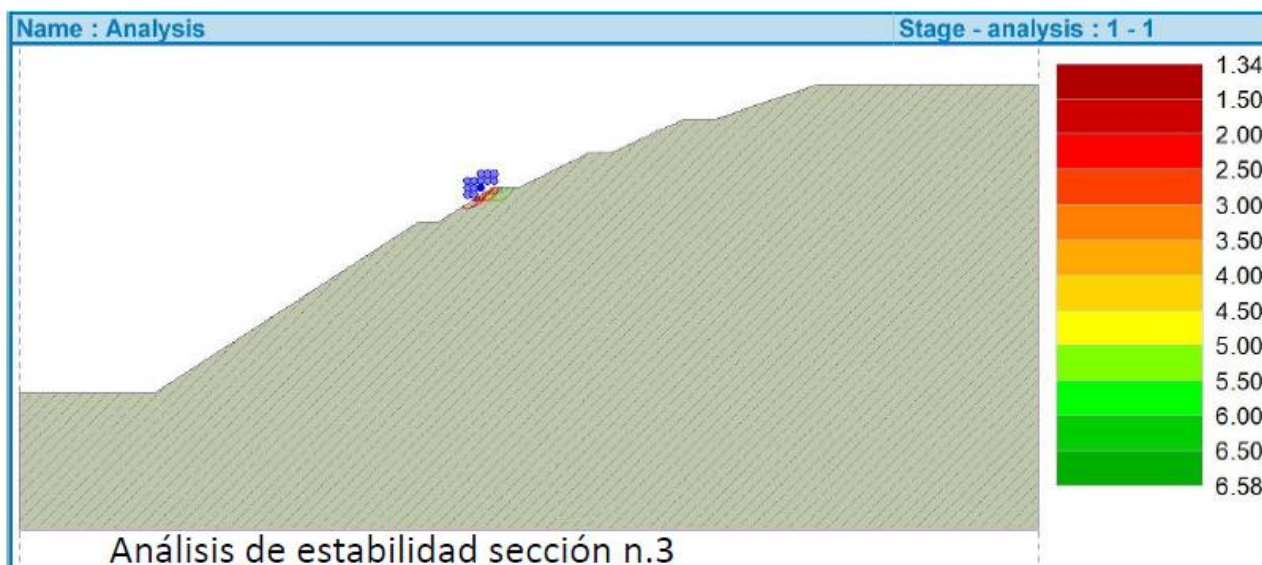
Resisting moment : $M_p = 5.86$ kNm/m

Factor of safety = 1.19 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

Los factores de seguridad calculados por el programa para la sección 2 van desde 1.19 a 4.63 considerando un radio para la falla circular que va desde 42.71 m.

Con el factor de seguridad 1.19 se considera que el talud ES ESTABLE.



Slip surface : circular Replace graphically Edit textually Remove Convert to polygon

Parameters of the analysis

Method : **Bishop**

Analysis type: Optimization

Restrictions is not input

Circular slip surface

Center: x = 67.88 [m] z = 29.97 [m]

Radius: R = 0.94 [m]

Angles: $\alpha_1 = 29.58$ [°] $\alpha_2 = 34.43$ [°]

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces: $F_a = 0.11$ kN/m

Sum of passive forces: $F_p = 0.14$ kN/m

Sliding moment: $M_a = 0.10$ kNm/m

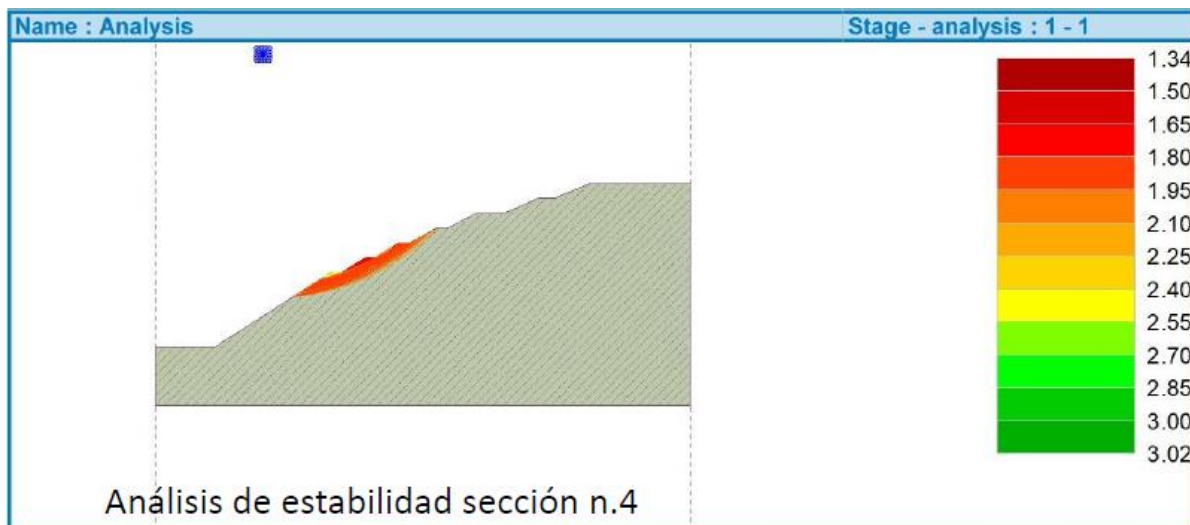
Resisting moment: $M_p = 0.13$ kNm/m

Factor of safety = 1.34 > 1.00

Slope stability **ACCEPTABLE**

Los factores de seguridad calculados por el programa para la sección 3 van desde 1.34 a 6.58 considerando un radio para la falla circular de 0.94 m.

Con el factor de seguridad 1.34 se considera que el talud ES ESTABLE.



Slip surface: circular

Parameters of the analysis

Method: Bishop

Analysis type: Optimization

Restrictions: is not input

Circular slip surface

Center: x = 36.14 [m] z = 98.55 [m]

Radius: R = 78.22 [m]

Angles: $\alpha_1 = 30.59$ [°] $\alpha_2 = 33.42$ [°]

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces: $F_a = 0.62$ kN/m

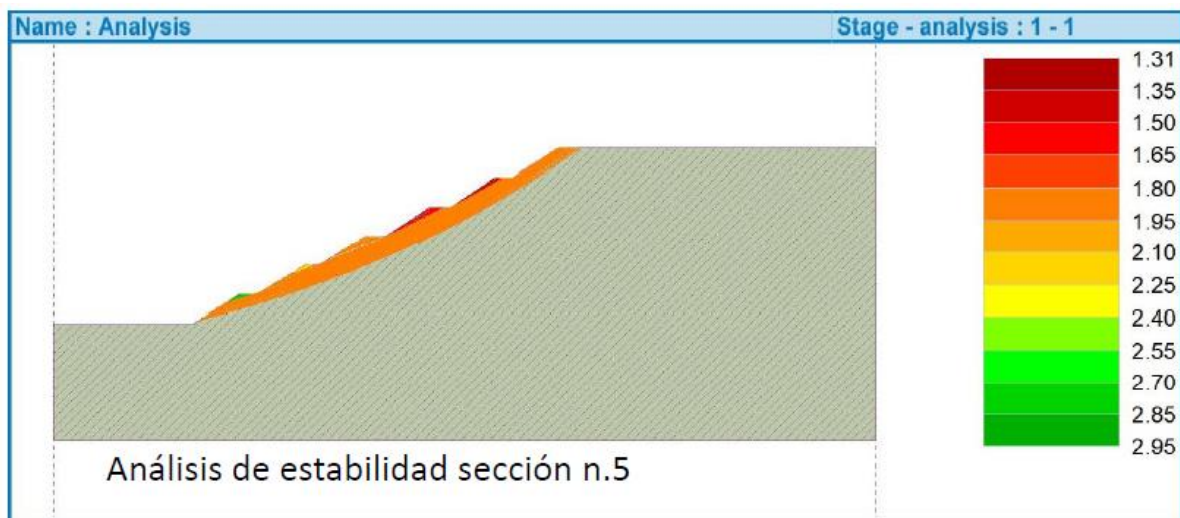
Sum of passive forces: $F_p = 0.83$ kN/m

Sliding moment: $M_a = 48.36$ kNm/m

Resisting moment: $M_p = 64.91$ kNm/m

Factor of safety = 1.34 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE



Slip surface: circular

Parameters of the analysis

Method: Bishop

Analysis type: Optimization

Restrictions: is not input

Circular slip surface

Center: x = -23.33 [m] z = 188.79 [m]

Radius: R = 192.64 [m]

Angles: $\alpha_1 = 32.07$ [°] $\alpha_2 = 33.25$ [°]

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces: $F_a = 0.25$ kN/m

Sum of passive forces: $F_p = 0.34$ kN/m

Sliding moment: $M_a = 49.42$ kNm/m

Resisting moment: $M_p = 64.67$ kNm/m

Factor of safety = 1.31 > 1.00

Slope stability ACCEPTABLE

Alcantarilla para excedencias

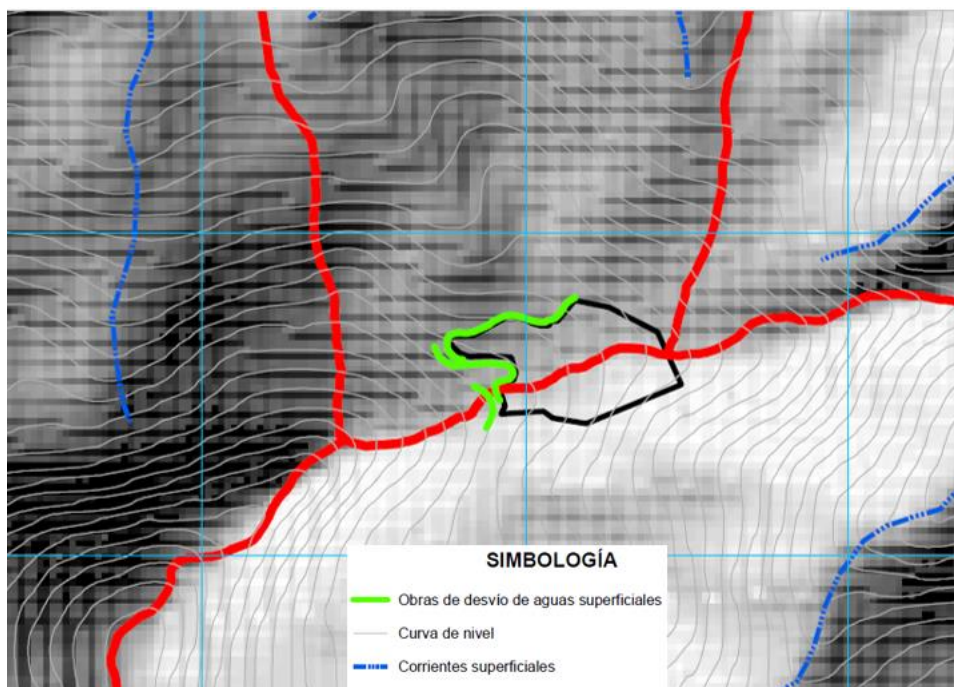


Figura II-28. Cuneta propuesta en la parte norte del depósito

La cuneta o canal deberá tener una sección suficiente que permita desalojar la cantidad de agua calculada en la tormenta máxima.

Se recomienda que dicha cuneta o canal se revista de concreto para mejorar el escurrimiento del agua y evitar que el terreno natural se erosione provocando así zonas de estancamiento que pudieran causar desbordamientos.

Piletas

Se deberá construir una pileta al pie de la presa con la finalidad de captar toda el agua que se drene de la presa, en esta pileta se instalará una bomba para retornar la solución a la planta de beneficio.

En la actualidad en lugar de piletas de concreto o mampostería se hacen excavaciones en el terreno natural y estas se forran con geomembrana, lo cual las vuelve muy económicas y el impacto a la zona es menor.



Figura II-29. Ejemplos de proyectos que manejan jales filtrados

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

El proyecto será supervisado y avalado por un especialista, quien sujetará a la obra a los lineamientos operativos que rigen los trabajos de esta naturaleza.

Como se mencionó anteriormente la operación de una presa o depósito de jales es dinámica, es decir se construye al mismo tiempo que se opera. El proceso de operación consiste principalmente en depositar los jales dentro de las secciones propuestas, y con estos ir conformando terrazas. Los jales serán depositados por medio de traslado a través de camiones de volteo que colocaran el material en el depósito para después esparcirlo mediante bandeo con ayuda de maquinaria que al mismo tiempo que los extiende será compactado mejorando su estabilidad y reduciendo la cantidad de infiltración de agua pluvial considerando un punto de saturación de la capa superficial.

En el numeral anterior, se ejemplifico el crecimiento del depósito de manera paulatina durante su vida útil en relación a la capacidad de almacenamiento que se tiene considerada. Durante esta etapa se tiene contemplado utilizar un tipo de monitoreo acorde al manejo de jales filtrados con la finalidad de detectar cualquier anomalía principalmente a través de testigos superficiales, descartando la utilización de piezómetros, ya que estos son utilizados en medios acuosos lo contrario al objetivo del presente proyecto.

Durante la operación se considera seguir la descripción de las características particulares del proyecto expuestas en el numeral II.2.4 del presente documento, ya que como se mencionó la operación está ligada directamente con la construcción del depósito de jales filtrados.

El manejo de jales filtrados mediante su acomodo y compactación aumenta el grado de estabilidad como se ha observado en otros proyectos similares.

Ventajas Depósitos de Jal Filtrado o Menor consumo de agua fresca, por la recuperación de retorno a proceso. O Aumento inherente de factores de seguridad o Mayor control de generación de polvos debido al encapsulado resultado de la compactación Nota: puede ser una desventaja en climas extremos secos. O Menor huella de ocupación de los depósitos de jal filtrado comparado con presas de jal convencionales.

Menor demanda de materiales de préstamo para su contención (incluso autosoportantes). O Posible reclamación progresiva, distribuyendo los costos de cierre en un periodo de tiempo largo, comparado con las presas convencionales. O Menor riesgo de contaminación de cuerpos de agua subterránea por infiltración.

En climas fríos, se elimina la posibilidad de congelamiento de tuberías, ya que el transporte del jal filtrado sería por banda o camiones. Reduce potencial de licuación. Mejor percepción pública y menor riesgo a vida silvestre debido a la ausencia de espejos de agua. Recuperación de valores de solución y menor consumo de cal dispuesta área para depositar durante la temporada de lluvias.

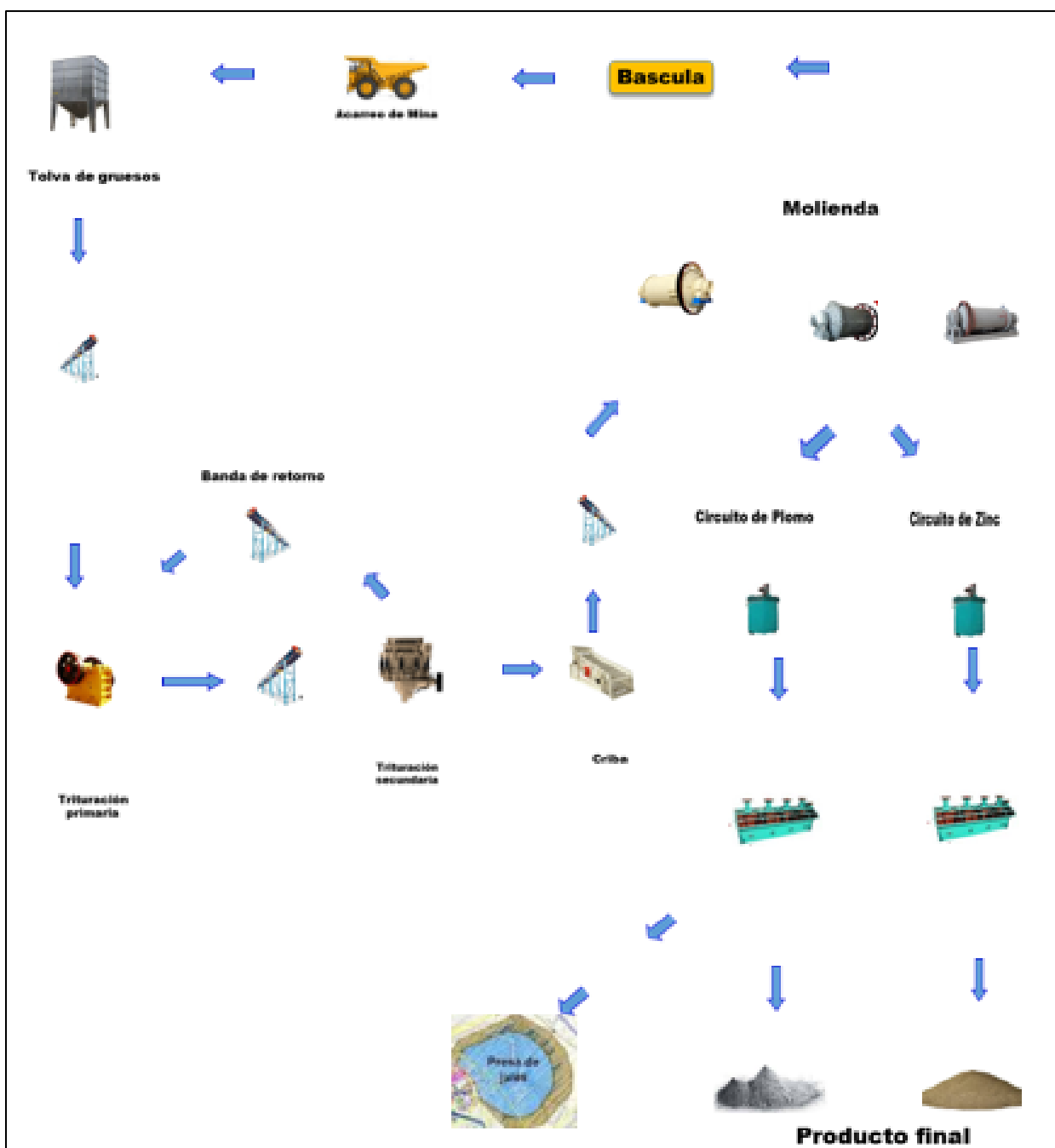


Figura II-30. Diagrama de flujo en el Beneficio de minerales y manejo de residuos

II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto

No se contempla el desarrollo de obras asociadas a las ya descritas en el presente documento, se utilizarán los caminos existentes; no obstante, en caso de ser necesaria la apertura de nuevos caminos u otro tipo de obras, éstos se gestionarán ante las autoridades correspondientes tramitando nuevos estudios.



II.2.7. Etapa de abandono del área del proyecto

La etapa de abandono del sitio se ejecutará una vez concluida la vida útil del proyecto en base a la capacidad de almacenamiento proyectada, siendo esta de 6.5 años y se considera medio año más para el cierre y abandono del sitio considerando los preceptos normativos para ello.

En el tiempo que proceda el abandono del área del proyecto, se realizarán las actividades necesarias para la implementación de actividades de restauración, mitigación y compensación de áreas intervenidas, como lo es la restitución de la capa orgánica de suelo con la finalidad de mejorar las condiciones para el desarrollo de una capa protectora de vegetación.

El objetivo principal en el abandono del sitio será instrumentar acciones para recuperar y/o compensar las condiciones de los factores ambientales afectados directamente por las obras y actividades del proyecto, así como de aquellos que presenten estado de deterioro en el área de influencia.

El proyecto contemplará un análisis de las opciones para la atención de los aspectos ambientales al término de sus operaciones. Comprende la caracterización de los principales componentes ambientales (de acuerdo a la NOM-141-SEMARNAT-2003), el plan de actividades conceptuales para cada obra del proyecto, el manejo de los residuos que se generen, la rehabilitación y la verificación de las actividades de cierre, incluyendo el monitoreo y la documentación del mismo.

II.2.8. Utilización de explosivos

El uso de explosivos no está previsto en ninguna etapa del proyecto.

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

Los residuos que se generarán en este proyecto serán mínimos, principalmente residuos domésticos, fisiológicos, ruido y emisiones de partículas a la atmósfera provocados por el equipo y maquinaria a utilizar, en razón a ello estos últimos deberán estar por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

- **Depósitos municipales:** Los materiales residuales que son susceptibles de aprovechamiento y/o reutilización se destinarán al depósito municipal más próximo al área del proyecto, siempre observando las Normas que para el caso existan.
- **Rellenos sanitarios:** No se requiere de rellenos sanitarios, ya que los residuos sólidos no reutilizables serán depositados en el basurero más cercano, y que cumpla con la NOM-083-SEMARNAT-2003; así mismo, se utilizarán instalaciones provisionales (letrinas portátiles), a las cuales se les dará mantenimiento por una compañía autorizada que será contratada por el promovente.
- **Generación, manejo y control de emisiones a la atmósfera:** En lo referente a la emisión de gases, serán únicamente los que generen los vehículos y maquinaria utilizados; dichas emisiones se mantendrán por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establecen los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina y Diésel como combustible, respectivamente, esto se logrará procurando brindar el mantenimiento requerido a estos.



Las emisiones de ruido serán únicamente las que generen los vehículos y la maquinaria utilizados, por ello se afirma que estarán por debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con los parámetros estipulados en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores y su método de medición.

➤ **Medidas de seguridad**

Como medidas de seguridad para prever cualquier accidente, emergencia o contingencia ambiental que se llegarán a presentar durante la operación de este proyecto, se recomiendan que se utilicen los equipos de seguridad y capacitación necesaria para este tipo de proyectos, como lo establece la NOM-017-STPS-2008.

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

Para los residuos no peligrosos serán depositados en el basurero municipal, y en el caso de la generación de gran volumen y los residuos peligrosos, se dispondrán en apego a las indicaciones de las autoridades competentes. Para el caso de las letrinas portátiles se manejarán por una empresa especializada en el rubro.

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

III.1. Análisis de los Instrumentos de planeación

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El desarrollo del presente proyecto es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el cual marca en su objetivo I. POLITICA Y GOBIERNO, y su estrategia 2. Garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud y por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo: Jóvenes Construyendo el Futuro, Instituto Nacional de Salud para el Bienestar, Universidades para el Bienestar, Pensión Universal para Personas Adultas Mayores, Becas "Benito Juárez", Crédito Ganadero a la Palabra, Producción para el Bienestar, Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos, programas de Comunidades Sustentables "Sembrando Vida", de Infraestructura Carretera, Zona Libre de la Frontera Norte, Tren Maya, Corredor Multimodal Interoceánico y Aeropuerto "Felipe Ángeles" en Santa Lucía.

La operación del depósito de jales filtrados, favorece y fortalece el objetivo del Plan Nacional de Desarrollo, y a su estrategia relacionada con la garantía del empleo, pues si bien la sustentabilidad económica por medio de la generación de empleos, al ejecutar el proyecto permitirá que las condiciones en servicios y demanda de mano de obra mejoren.

Aunado a lo anterior, el proyecto se vincula con el ámbito de planeación 3 (economía), El presente proyecto se beneficia con la política de aliento a la inversión privada, gozando de los mecanismos del aparato estatal suficientes y viables para fomentar e impulsar propuestas del sector privado como lo es el proyecto que nos ocupa, encaminado a la implementación de infraestructura minera que necesariamente dirige al desarrollo.

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 (PED) del Estado de Durango

El Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 está constituido por 4 ejes rectores derivados del diagnóstico estatal y de las áreas de oportunidad detectadas. Cada eje rector articula diversos sectores señalando una ruta a seguir para la ejecución de programas y proyectos orientados a la consecución de objetivos con un sentido integral que den respuesta a las demandas de la sociedad.

El proyecto tiene relación con el eje 4. DESARROLLO CON EQUIDAD. - Infraestructura para el desarrollo.- La infraestructura es uno de los principales motores del desarrollo económico. Actualmente se ha concentrado en los municipios de Durango, Gómez Palacio y Lerdo y se han desaprovechado las potencialidades de otras regiones del Estado que carecen de la infraestructura necesaria para su desarrollo. La falta de una adecuada coordinación con los Ayuntamientos ha impedido su viabilidad.

Efectivamente el PED 2022-2028 permite a través de su estrategia de mejora en la Infraestructura para el desarrollo, que una vez puesto en marcha, sin duda alguna el acceso de las localidades cercanas al mismo, de los municipios de Durango y Pueblo Nuevo, podrán contar con mejores



servicios, accesibles, con mayor seguridad, al contar con las mejores condiciones, y que en el mismo sentido permitirá que los demás servicios básicos, alimentación y recreativos se vean favorecidos.

III.1.3. Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio (PNDU-OT vigente)

En México existe una amplia experiencia sobre los temas de planeación urbana y regional, de la cual se han obtenido diversas enseñanzas que ahora conducen a la búsqueda de nuevos enfoques y prácticas. Hoy es imperativo diseñar una nueva política territorial que eleve la competitividad económica de las ciudades y las regiones del país; acreciente la equidad y la igualdad de oportunidades; fortalezca la cohesión y el capital social; y garantice la independencia, soberanía e integridad territorial de la Nación.

El PNDU-OT vigente presenta los siguientes objetivos rectores que se relacionan con el proyecto:

- Área de Desarrollo Social y Humano:
 - ✓ Conducir responsablemente la marcha del país,
 - ✓ Elevar y extender la competitividad,
 - ✓ Promover el desarrollo regional equilibrado y,
 - ✓ Crear condiciones para un desarrollo sustentable.

En este sentido el presente proyecto de operación de la infraestructura minera podrá satisfacer el desarrollo regional, vinculándose de forma estrecha con el PNDU-OT vigente, mejorando las condiciones de demanda de mano de obra, de bienes y servicios de los habitantes de la región del municipio de Topia, Dgo.

Por otro lado, la ordenación de territorio es una política que permite maximizar la eficiencia económica del territorio, garantizando al mismo tiempo, su cohesión social, política y cultural en condiciones de sustentabilidad. En particular es una estrategia que, al considerar plenamente la dimensión especial, tiene como objetivo hacer no solo compatible si no complementarias las aspiraciones locales y regionales con las orientaciones nacionales.

El gobierno federal por su parte, deberá identificar las áreas y mecanismos estratégicos para instrumentar acciones oportunas destinadas a: “orientar el crecimiento bajo los principios de equidad y sustentabilidad, mediante instrumentos que mitiguen las extremidades negativas de la expansión y con el empleo de las herramientas de planeación, que impulsen el aprovechamiento del espacio urbano su entorno bajo una perspectiva regional de largo plazo.

III.1.4. Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024 (PROMARNAT)

El PROMARNAT contiene los objetivos, estrategias y las acciones puntuales que guiarán los esfuerzos de la SEMARNAT y sus organismos sectorizados durante la presente administración. Es el resultado de un esfuerzo participativo de planeación democrática.

Los cinco objetivos del programa son los siguientes:

- Conservación, Uso Sustentable, Restauración y Ordenamiento Territorial.



- Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.
- Agua Potable y Saneamiento, Eficiencia y Protección de Cuencas.
- Control y Prevención de la Contaminación.
- Mejor Acción Gubernamental, Participación Ciudadana y Educación Ambiental.

Sus objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores se alinean con la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia.

Dentro de la estrategia 1.3. Un medio ambiente sano, es un derecho constitucional en México; no obstante, parte de la población está expuesta a mala calidad del aire y del agua o a la degradación de los suelos que afectan su salud y bienestar. Si bien mejorar la calidad del ambiente es un enorme reto, también ofrece una gran oportunidad para generar empleo, valor agregado y detonar el crecimiento económico que ayude a disminuir la pobreza.

El desarrollo del proyecto provocará algunos impactos ambientales en la calidad de aire y agua, así como el aumento de los niveles de erosión por los efectos de los componentes ambientales del entorno en que interactúa el mismo. Para tal efecto, la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos ambientales se llevará a cabo con la implementación de las medidas adecuadas para cada uno de los efectos ocasionados por el proyecto dentro de sus etapas de ejecución.

Es el resultado de un esfuerzo participativo de planeación democrática. Sus objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores se alinean con la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia. Las metas estratégicas dentro de la estrategia 1.3. *Un medio ambiente sano*, es un derecho constitucional en México; sin embargo, parte de la población está expuesta a mala calidad del aire y del agua o a la degradación de los suelos que afectan su salud y bienestar. Si bien mejorar la calidad del ambiente es un enorme reto, también ofrece una gran oportunidad para generar empleo, valor agregado y detonar el crecimiento económico que ayude a disminuir la pobreza. El desarrollo del proyecto provocará algunos impactos ambientales en la calidad de aire y agua, pero con las medidas de prevención y mitigaciones propuestas en el Numeral VI del presente estudio disminuirán los impactos generados durante la ejecución.

III.1.5. Vinculación del proyecto con relación a las Áreas de Importancia Ecológica

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 46 contenido en la LGEEPA se consideran áreas naturales protegidas, las siguientes: Reservas de la Biósfera, Parques Nacionales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Parques y Reservas Estatales, monumento natural y Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población.

Con el firme propósito de preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos presentes en el Estado de Durango, se han decretado Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia Federal (Cuadro siguiente).

Cuadro III-1. Áreas Naturales Protegidas presentes en el Estado de Durango

Nombre	Categoría	Superficie (km ²)	Ubicación	Distancia al proyecto (km)
Mapimí	Reserva de la Biósfera	3,423.88	Durango, Chihuahua y Coahuila	284.90
La Michilía	Reserva de la Biósfera	93.25	Durango	289.05
Cuenca alimentadora de Riego 043	Áreas de protección de recursos naturales	23,289.75	Durango, Jalisco, Nayarit, Aguascalientes y Zacatecas	227.61
Sierra de Órganos	Parque Nacional	1,125	Zacatecas y Durango	257.36

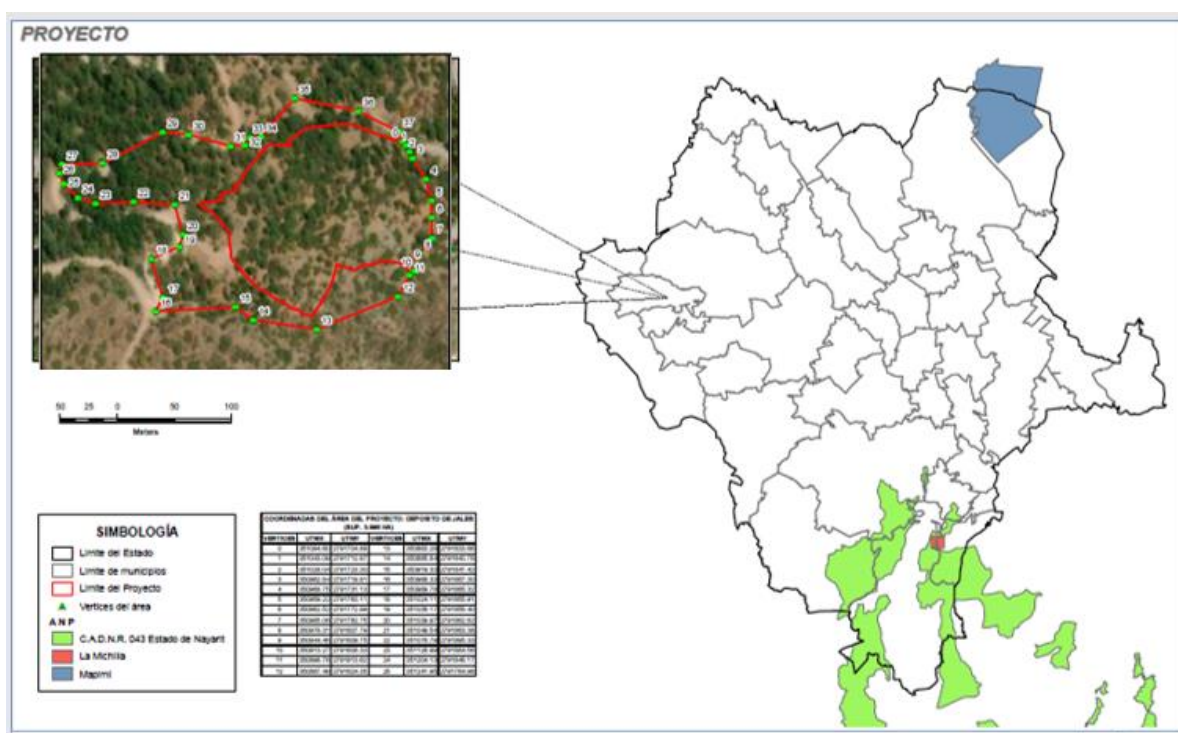


Figura III-1. Localización de las ANP con respecto al proyecto

El presente proyecto no afectará ninguna **ANP**'s; el Área Natural Protegida más cercana es la Reserva de la *Cuenca Alimentadora de Riego 043*, ubicada a **227.61 km**, al sureste del proyecto. Por lo cual las actividades del presente proyecto, no modificarán ninguna de las características ambientales de las ANP mencionadas anteriormente.

En el Anexo 6 se presenta el plano de ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP).



III.1.6. Regiones Prioritarias

Con el fin de optimizar los recursos naturales; financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (**CONABIO**) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestres (Regiones Terrestre Prioritarias), marino (Regiones Marinas Prioritarias) y acuático epicontinental (Regiones Hidrológicas Prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas de mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales, económicos y ecológicos.

III.1.7. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's)

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

Las RTP's 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.

De acuerdo a la regionalización que la CONABIO determinó, las RTP's que se localizan en el estado de Durango representadas en el siguiente Cuadro:

Cuadro III-2. Regiones Terrestres Prioritarias presentes en el Estado de Durango

Nombre	Superficie (km ²)	Ubicación	Ubicación del proyecto (km)
San Juan de Camarones	4,691	Durango y Sinaloa	16.13
Río Humaya	2,064	Durango y Sinaloa	45.07
Guadalupe y Calvo-Mohinora	1,442	Chihuahua y Durango	55.87
Mapimí	884	Chihuahua, Coahuila y Durango	293.03
Cuchillas de la Zarca	4,261	Chihuahua y Durango	168.20
Santiaguillo-Promontorio	1,964	Durango	131.74
Río Presidio	3,472	Durango y Sinaloa	150.69
Pueblo Nuevo	2,093	Durango	187.11
Guacamayita	3,548	Durango	232.69
La Michilía	225	Durango y Zacatecas	303.76
Cuenca del Río Jesús María	6,776	Durango, Jalisco, Nayarit	301.35
Sierra de Órganos	917	Durango y Zacatecas	278.80

De acuerdo al Cuadro anterior el proyecto se encuentra más próximo de la Región Terrestre Prioritaria denominada “San Juan de Camarones”. Cabe señalar que las actividades del proyecto son de bajo riesgo y mediante acciones de mitigación de impactos no se alterará la condición de las características ambientales de las Regiones Terrestres Prioritarias antes mencionadas.

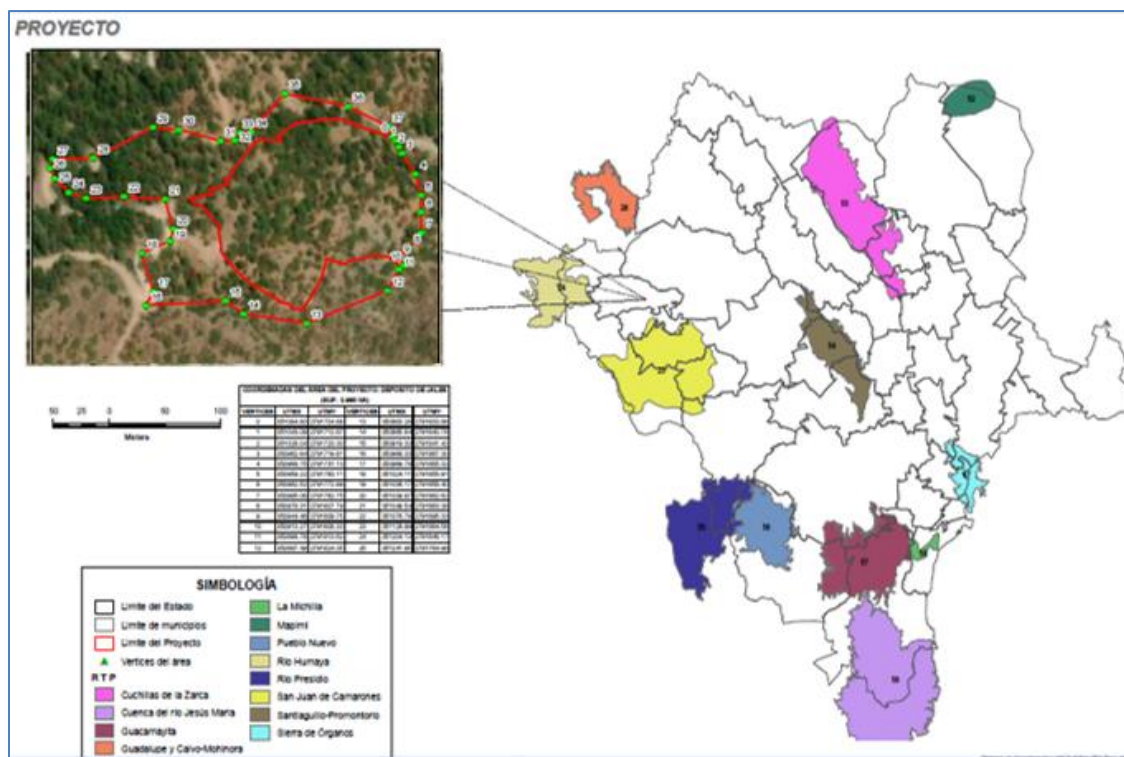


Figura III-2. Regiones terrestres prioritarias presentes en el área del proyecto

En el **Anexo 6** se presenta el plano de ubicación del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere, con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

Las RTP's 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.

De acuerdo a la información consultada el proyecto se encuentra más cerca la Región Terrestre Prioritaria denominada “San Juan de Camarones”. Con relación a su vinculación con el proyecto, es importante señalar que las actividades propias del proyecto como es la actividad del desmonte disminuirán la estructura de las plantas vasculares en 3.555 ha, sin embargo, el promovente propone medidas de compensación y restauración de impactos ambientales que pudiera causar las actividades propias del proyecto que permitirá conservar la diversidad florística y faunística en áreas adyacentes que carecen de vegetación.

El proyecto traerá consigo un beneficio social y económico por la operación de la infraestructura minera para las zonas en desarrollo a través de actividades de beneficio de minerales que se pudieran establecer.

Las áreas afectadas serán mitigadas a través de medidas pertinentes permitiendo compensar la estructura en la comunidad florística equilibrando la infiltración y el flujo de germoplasma.



III.1.8. Regiones Hidrológicas Prioritarias

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 Regiones Hidrológicas Prioritarias, 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. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

De acuerdo a los polígonos de la Regiones Hidrológicas Prioritarias establecidas por la CONABIO, en el Estado de Durango se encuentran las siguientes RHP.

Cuadro III-3. Regiones Hidrológicas Prioritarias presentes en el Estado de Durango

Nombre	Superficie (km ²)	Ubicación	Ubicación del proyecto (km)
Cuenca alta del Río Fuerte	24,529.52	Chihuahua, Durango y Sinaloa y Sonora	73.75
Cuenca alta de los Ríos Culiacán y Humaya	10,367.54	Durango y Sinaloa	DENTRO
Cuenca alta del Río San Lorenzo-Minas de Piaxtla	14,287.23	Durango y Sinaloa	35.72
Río Baluarte-Marismas Nacionales	38,768.73	Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Zacatecas	186.68
Cuenca alta del Río Conchos y Río Florido	21,139.93	Chihuahua y Durango	106.07
Río Nazas	35,036.86	Durango	40.20
La India	13,479.50	Chihuahua, Coahuila y Durango	170.76
El Rey	12,030.68	Chihuahua, Coahuila y Durango	333.86
Camacho-Gruñidora	16,976.38	Durango, San Luis Potosí Zacatecas	401.29

Con base en la información del Cuadro anterior y la Figura siguiente, el presente proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria denominada “Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya”, Cabe señalar que las actividades del proyecto son de bajo riesgo y mediante acciones de mitigación de impactos no se alterará la condición de las características ambientales de la Región Hidrológica Prioritaria.

De acuerdo a los polígonos de la Regiones Hidrológicas Prioritarias establecidas por la CONABIO, el presente proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica Prioritaria denominada “Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya”. La ejecución del proyecto solamente afectará al tipo de vegetación compuesta por especies comunes de Bosque de Pino-Encino (BPQ) principalmente a las especies arbóreas y arbustivas que lo componen y que forman parte de la diversidad.

Para el proyecto en cuestión no se utilizarán agroquímicos, pesticidas, no se generarán descargas de aguas negras debido a que se tiene contemplado la recuperación de cualquier cantidad de agua dentro del proyecto.

Debido a la naturaleza del proyecto y su ubicación no habrá introducción de nuevas especies en esta región hidrológica.

Este proyecto no alterara el patrón hidrológico hacia las partes bajas de la cuenca hidrológica.

La factibilidad ambiental en los sistemas socioeconómicos y biofísicos interactúa de una manera compleja y dinámica en la RHP “Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya”. Su comportamiento es el resultado del manejo de los recursos como el agua, suelo, flora y fauna en las actividades productivas humanas que se realizan en la zona de estudio, donde se presenta índice de marginalidad altos con la presencia de la comunidad dedicada a la agricultura y ganadería, propiciando el aprovechamiento de los recursos naturales, la infraestructura es escasa dada la lejanía a los centros de población y comercio más importantes de la región, sin embargo el proyecto de índole minero generará un beneficio social y económico, donde los recursos naturales que se verán afectados en una superficie mínima de 3.555 ha (CUSTF) y que para compensar y amortiguar los impactos ocasionado por el proyecto en la zona de interés se llevará a cabo obras de conservación de los suelos acordes a los datos estimación por las metodologías del Balance Hídrico y la estimación de Perdida de Suelo desarrolladas para el presente proyecto.

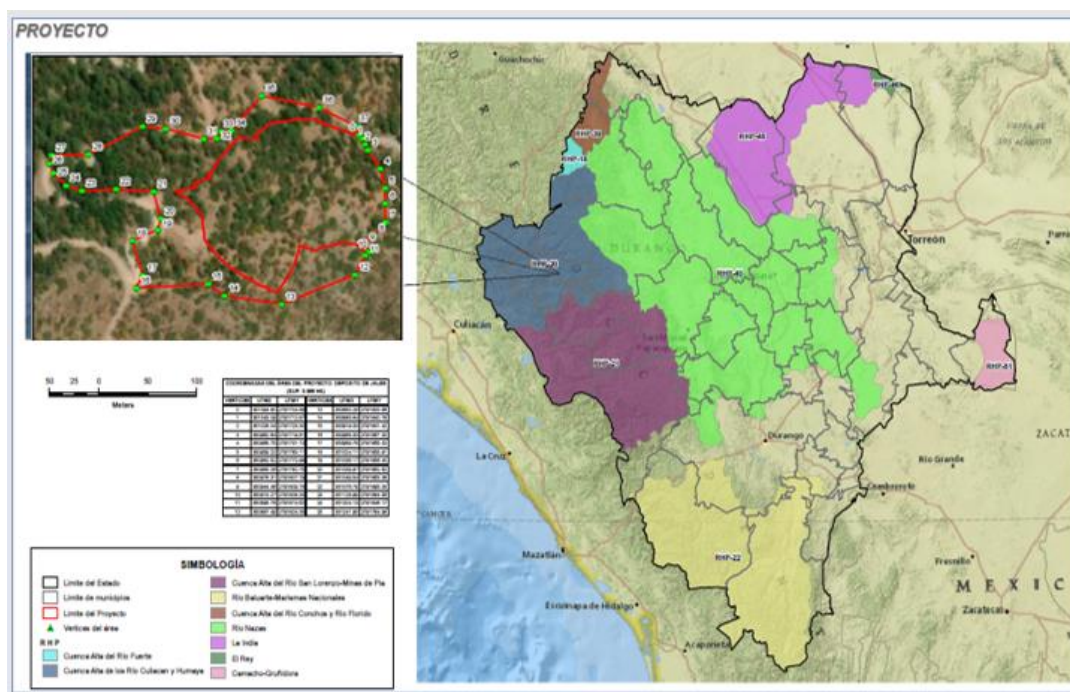


Figura III-3. Regiones Hidrológicas Prioritarias presentes en el proyecto

En base a la descripción de la RHP Cuenca Alta de los Ríos Culiacán y Humaya, se aprecia que no se establecen restricciones para que el proyecto minero se lleve a cabo, no obstante, se realizaran obras y prácticas para la prevención y mitigación. En el Anexo 6 se presenta el plano de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) con respecto a la ubicación del proyecto.



III.1.9. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA^s)

Por su ubicación biogeográfica, nuestro país presenta una enorme riqueza biológica. En nuestro país están representados todos los grupos de flora y fauna. Entre la fauna, las aves ocupan un lugar especial, pues en México habita el 12% del total de las especies del mundo; el 10% de estas son endémicas. El programa Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA^s) en México pretende formar parte a nivel mundial de una red de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos. El Programa de las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA^s, o IBA^s, por sus siglas en inglés) de BirdLife International es una iniciativa global enfocada a la identificación, documentación y conservación de una red de sitios críticos para las aves del mundo.

Las AICA^s presentan las siguientes características:

- Sitios de significancia internacional para la escala subregional, regional o global.
- Herramientas para la conservación.
- Se eligen utilizando criterios estandarizados.
- Áreas hasta donde sea posible ser suficientemente grandes para soportar poblaciones viables de las especies para las cuales son importantes.
- Deben ser posibles de conservar.
- Deben de incluir, si es apropiado las redes existentes de áreas naturales protegidas.
- No son apropiadas para la conservación de todas las especies, y para algunas es posible que representen solamente parte de sus rangos de distribución.
- Deben de ser parte de un plan general de conservación en donde se manejen sitios, especies y hábitats como unidades de conservación.

Dentro de las áreas seleccionadas para estar en el programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, se incluyen Reservas de la Biósfera, Parques Nacionales, Estaciones Biológicas y Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre, todas decretadas dentro de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; así mismo se incluyen algunas Regiones Terrestres Prioritarias catalogadas por las CONABIO, las presentes en el estado de Durango se muestran a continuación (Cuadro siguiente).

Cuadro III-4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves presentes en el Estado de Durango

Nombre	Superficie (km ²)	Ubicación	Ubicación del proyecto (km)
Cuchillas de la Zarca	6,297.87	Durango	168.2673
San Juan de Camarones	1,075.46	Durango	5.0396
Santiaguillo	3,807.00	Durango	128.1099
Las Bufas	108.93	Durango	99.9833
Rio Presido-Pueblo Nuevo	2,747.41	Durango y Sinaloa	163.9085
Guacamayita	1,107.30	Durango	253.8621

Nombre	Superficie (km ²)	Ubicación	Ubicación del proyecto (km)
La Michilia	913.98	Chihuahua, Coahuila y Durango	289.0481
Mapimí	261.64	Durango	289.713
Sierra de Órganos	886.95	Durango y Zacatecas	276.7434
Parte alta del Rio Humaya	4,353.65	Durango	DENTRO
Piélagos	1,075.46	Durango	111.1167
Pericos	ND	Durango	40.545
Pericos-Parte alta de Rio Humaya	ND	Durango-Chihuahua	31.1472

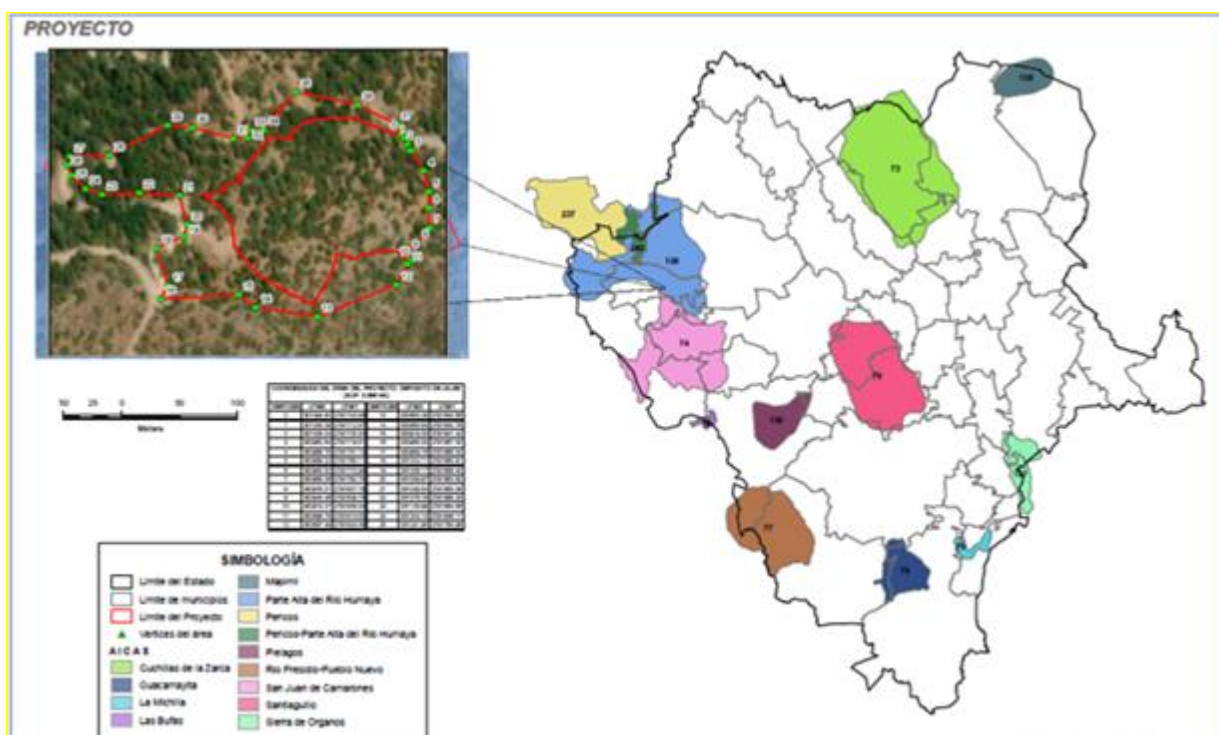


Figura III-4. Localización de las AICA^S presentes en el Estado de Durango

De acuerdo con la Figura y Cuadro anteriores se identifica que el proyecto se encuentra cerca de la AICA denominada "Parte Alta del Rio Humaya".

En el Anexo 6 se presenta el plano del proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

III.1.10. Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) tiene la atribución y responsabilidad conferida sobre los Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, de la conservación, la investigación de la cultura y difusión del patrimonio cultural.

Dentro del área del proyecto no se encuentra ningún sitio histórico y/o zona arqueológica, por lo cual, el presente, no producirá impactos a este tipo de bienes.



III.1.11. Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Publicado en D.O.F. el 7 de septiembre de 2012.

La propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización Ecológica:

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2, 000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; dichas Unidades difieren en el proceso de construcción, toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 24 del Reglamento Ordenamiento Ecológico, las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF. En cada una de las



UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

En función de lo anterior, se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada UAB, por lo que serán promotores del desarrollo sustentable en la UAB y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias. Lo anterior sólo es posible mediante la participación y colaboración de los distintos sectores involucrados en la ejecución de este programa, y mediante una visión integral y sinérgica de su actuación en el territorio, independientemente de la obligación que en términos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento, tienen de observar este Programa en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública. Además, los sectores reconocen bajo este esquema, la necesidad de trabajar conjuntamente organizados hacia tal fin en el Grupo de Trabajo Intersecretarial (GTI).

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala.

Tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 UAB, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se realizó una síntesis que dio como resultado las 80 regiones ecológicas, que finalmente se emplearon en la propuesta del POEGT.

Lineamientos y estrategias ecológicas.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Los lineamientos ecológicos a cumplir son:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.



4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De acuerdo a la ubicación del proyecto, este se ubica en la región número 9.19, en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) numero 93 denominada Cañones Duranguenses Norte, con una política ambiental "Aprovechamiento Sustentable". La UAB 93 se localiza hacia la parte Noroeste de Durango, con una superficie de 9,865.75 km², una población de 37,286 habitantes y con presencia de población indígena de los llamados Tarahumara.

El estado del medio ambiente en el 2008 para la UAB 93 descrita en el POEGT, indica lo siguiente:

93. Medianamente estable. Conflicto Sectorial Muy Bajo. No presenta superficie de ANP's. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Baja degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Sin información. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km²): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 26.5. Muy alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Mientras que el escenario para el 2033 señala que para esta UAB será Medianamente estable a inestable y un nivel de prioridad de atención Baja.



III.1.12. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango

El Ordenamiento Ecológico tiene como objetivo regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas, para lograr la protección y conservación de los recursos naturales; el Estado de Durango cuenta en la actualidad con un Ordenamiento Ecológico Territorial Estatal.

Actualmente para el estado de Durango existe un Programa de Ordenamiento Ecológico de su Territorio publicado el día 08 de septiembre de 2016 en el Periódico Oficial del Estado de Durango. Como un instrumento de planeación que tiene como propósito generar y promover políticas de uso del territorio bajo los principios de desarrollo sustentable, esto es que generen desarrollo económico, equidad social y equilibrio ambiental. Estas políticas ambientales generales deberán orientar el uso del territorio mediante la formulación de leyes, reglamentos, programas y proyectos acordes con la vocación natural del suelo, a fin de revertir los procesos de deterioro del ambiente.

El ordenamiento ecológico consiste en analizar especialmente la realidad en sus componente, natural y económico, para posteriormente desarrollar modelos de integración y evaluación que dan resultado una visión de la interacción de dichos componentes, y permitan una evaluación de la aptitud del terreno para los diferentes usos. La interacción de los tres subsistemas se manifiesta en la ocupación y transformación del territorio y es allí donde se produce el impacto de las actividades humanas.

Los beneficios en la instrumentación del ordenamiento ecológico entendido este como un proceso para dirimir conflictos sobre uso del territorio, altamente incluyente, se pueden se pueden señalar de manera resumida en la certidumbre que brinda con ello a la inversión, así como a la preservación del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales.

El Ordenamiento Ecológico tiene como objetivo regular e inducir el uso racional del suelo y el desarrollo de las actividades productivas, para lograr la protección y conservación de los recursos naturales. Considerando que el presente proyecto se localiza en el Estado de Durango.

Las estrategias ecológicas: Para cada una de las regiones identificadas en el modelo, resultan de la integración de los objetivos, acciones y proyectos, así como de los responsables de realizarlos. En la Entidad, a partir del año 2005 se inició la integración del estudio Técnico para el OE del Estado de Durango; proceso coordinando por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA), mismo que concluye en el año 2008 con la publicación de su decreto en el Periódico Oficial del Estado. En el año 2010, a raíz de su implementación, se reforman, derogan y adicionan diversas disposiciones del Decreto por el cual se aprueba el Programa de OE del Estado de Durango, esto a fin de acotar en su justa dimensión su alcance legal. Así, en el año 2011 se publica de nuevo el Programa de OE en el Periódico Oficial del Estado, con ligeras modificaciones con el objetivo de alinearlo a la modificación de decreto. Sin embargo, cabe señalar que el estudio técnico sigue conservando aun la información básica de inicio con datos estadísticos a actualizar; además de la necesidad de analizar e incorporar temas como minería y afectaciones por sequias en la entidad. Otras consideraciones tomadas en cuenta para la presente actualización del OE en el Estado son lo señalado en el Artículo 48, Fracción II del Reglamento en Materia de OE de la LGEEPA.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, este proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA), No. 92 denominada "Sierra Alta con Cañones 11" que cuenta con una extensión aproximada de 1,410.48 km², donde se sustenta una política ambiental



de Conservación con una promoción de usos como Conservación de la Biodiversidad, Explotación pecuaria de caprinos, Aprovechamiento forestal maderable y Minería.

A continuación, se presentan los Lineamientos establecidos para la UGA involucrada y su vinculación con el proyecto.

Cuadro III-5. Lineamientos ecológicos de la UGA No. 92 "Sierra Alta con Cañones 11"

Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD					
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Los programas de reforestación han hecho uso principalmente de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, lo que ha impedido que se tenga éxito en los propósitos de restauración ecológica. Los bosques de especies exóticas se transforman por lo general en “desiertos verdes” que no permiten la subsistencia de la gran mayoría de las especies locales de plantas y animales. A pesar de que en la gran mayoría de las superficies muy alteradas no lograremos ya recuperar lo que antes existía, aún es posible inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales. Un recurso fundamental para lograr lo anterior lo constituyen las especies vegetales herbáceas y leñosas nativas que	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo, 79 fracción I. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 33, fracción XI; 77; 86 y 131.	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Política Ambiental de Protección y/o Restauración.	El proyecto por su naturaleza no considera acciones de reintroducción de especies de flora y fauna como tal, sino más bien la conservación de la biodiversidad, por medio de las acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre, así mismo sobre la incorporación de flora silvestre mediante las acciones de reforestación mediante la implementación de programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre que se adjuntan para su ejecución.



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
		tengan la potencialidad de crecer en zonas profundamente alteradas y que, con el tiempo, permitan la recuperación de la fertilidad del suelo, un microclima y un ciclo hidrológico similares a los originales.			
GANADERIA					
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	La conversión de bosques a potreros amenaza la supervivencia de muchas especies y por lo tanto es una preocupación prioritaria de los conservacionistas (Serrado y Toledo, 1990; Szott <i>et al.</i> , 2000). Cuando los potreros se usan durante un periodo corto (≤ 5 años) y luego son abandonadas, la regeneración del bosque puede ser bastante rápida en comparación con aquellas áreas en donde la ganadería ha estado establecida por más de 12 años. Los límites entre las pasturas degradadas y los bosques tanto primarios como secundarios son a menudo abruptos, lo cual resulta en pérdidas de diversidad de especies silvestres (Wiens, 1992).	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, Artículo 62.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable y Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Explotación Pecuaria de Bovinos.	El proyecto como tal no considera el aprovechamiento de los recursos forestales maderables, si no más una consecuencia por la utilización del terreno para la edificación de la infraestructura de depósito de jales filtrados. Para el caso del establecimiento de la vegetación por la actividad de reforestación se dejará a consideración del promovente la construcción de un cercado para la protección de esta superficie.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua.	Las actividades ganaderas deberán evitar afectar la integridad del flujo hidrológico natural, zonas bajas inundables y cuerpos de agua temporales. (Ibarra et al, 2011)	Ley Ganadera del estado de Durango 2006	UGA con uso a promover de Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.	No aplicable
GAN05	No se deberá fomentar	No se deberá realizar el		UGA con Política	El proyecto como



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
	el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas <i>Eragrostis curvula</i> , <i>E. lehmanniana</i> , <i>E. superba</i> , <i>Melinum repens</i> y <i>Panicum coloratum</i>).	cultivo de especies exóticas invasivas, para evitar la afectación a la flora nativa (Ibarra et al, 2011)		de Restauración y usos a promover de Explotación Pecuaria	parte de la implementación de las medidas de compensación ambiental pretende el establecimiento de pastos mediante su siembra dando preferencia a las especies de la región, para ello se deberá restringir el uso de semilla de las especies exóticas señaladas en el presente criterio.
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y periodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	Los sistemas de pastoreo rotativo permiten un aprovechamiento planeado y periodos de recuperación, de manera que las plantas pueden producir semillas y plántulas. Estos sistemas de pastoreo tienden a beneficiar a la fauna más que el pastoreo anual o estacional. (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998)	Ley Ganadera para el estado de Durango, Artículo, 149; 151; 153 y 156; Ley de Desarrollo rural sustentable, Artículo, 164	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad, Aprovechamiento Forestal Maderable y Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.	No aplicable
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería), que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación al borde.	El pisoteo del ganado en los bordes de los cuerpos de agua, evita el crecimiento de la vegetación natural, causa la compactación del suelo y aumenta la turbidez del agua, la cual afecta a las plantas acuáticas y anfibios (Johnson, T.R. 1983).	Ley General de Vida Silvestre (Art. 19); Ley Ganadera para el estado de Durango (Art. 86,).	UGA con uso a promover de Explotación Pecuaria de Caprinos y/o Bovinos.	No aplicable



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición del agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera en bebederos o comederos de plástico con pequeñas aperturas según el tamaño del ganado pastando).	Las instalaciones estructuras convenciones para la suplementación aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades entre fauna y ganado, así como la mortalidad por ahogamiento. (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998).	Ley General de Vida Silvestre (Art. 19).	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Explotación Pecuaría de Caprinos y/o Bovinos.	Para el caso del proyecto el promovente considera el establecimiento de un cercado en la zona pretendida para la realización de los trabajos de cambio de uso de suelo, con lo cual se pretende evitar los posibles daños al ganado que pastoree en las zonas adyacentes al mismo.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	Los cercados convencionales pueden limitar el movimiento de la fauna y atrapar animales de gran tamaño (Payne, N.F. y F.C. Bryant. 1998).	Ley General de Vida Silvestre (Art. 73, 74 y 75).	UGA con usos a promover de Explotación Pecuaría	Como se ha mencionado en la vinculación del criterio anterior, la edificación del cercado se hará conforme a los materiales indicados por el presente criterio con la finalidad de disminuir los posibles daños a la fauna silvestre circundante en el sitio del proyecto.
APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE					
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	El beneficio tangible, en términos de servicios ambientales, que los corredores podrían proveer, por ejemplo al proteger cabeceras de cuencas hidrográficas, bosques de galería que evitan la erosión fluvial, restitución de los stocks pesqueros, etc., y en general por ser un concepto que puede integrar el uso sostenible de los recursos biológicos dentro del objetivo de mantener la conectividad o	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 80, Fracción I; VI; Ley General de Vida Silvestre, artículo 19 y 21.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	El aprovechamiento forestal maderable se efectuará como una actividad derivada del proyecto. De acuerdo a la ubicación del proyecto este no afecta los corredores biológicos identificados en los alrededores.



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
		comunicabilidad entre fragmentos de un ecosistema o paisaje (Bennet, 2003).			
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	La diversidad arbórea de México tiene entre sus componentes a un sinnúmero de especies de importancia forestal, entendiéndose esto último como poblaciones sujetas a un aprovechamiento y/o estudios que demuestran su importancia como reservas de genes con potencialidades actuales o futuras (Alba-Landa et al., 2008). La reproducción selectiva de especies forestales en vivero fomentará y promoverá un mejor aprovechamiento forestal al contar con disponibilidad de renuevos para la sustitución de los volúmenes que sean utilizados.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo, 132.	UGA con actividad forestal maderable y política de conservación; AFM a promover.	El proyecto contempla la adquisición de planta para reforestación la cual será adquirida en viveros locales que se especialicen en la producción de planta forestal procedente de la región.
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	Los incendios forestales constituyen uno de los principales agentes de perturbación de los ecosistemas del planeta, donde millones de hectáreas son afectadas cada año. La elevada presión de las actividades humanas y el calentamiento global están incrementando la frecuencia, intensidad y tamaño de estos incendios, con importantes consecuencias tanto para las comunidades naturales como para la sociedad en su conjunto (Pausas J.G, 2012).	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 24, Fracción II; 62, fracción XII; 112, Fracción V y 124.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	Durante la ejecución de la actividad de desmonte se contempla la prohibición del uso de fuego, esto como medida preventiva contra los posibles incendios forestales que se puedan presentar.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de	Los suelos cumplen con diversas funciones que posibilitan la producción de alimentos, fibras y	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 55 y 62, Fracción III. Ley de	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal	El proyecto dentro de las medidas de compensación ambiental ha



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
	conservación de suelos.	madera; mantienen la capacidad de retención de agua, regulan los gases de efecto invernadero y alojan una gran Biodiversidad, por lo que son esenciales para la sociedad (Blum <i>et al.</i> , 2006, citado por Cotler, H., S. et al, 2015). Ante el contexto del cambio climático, el mantenimiento de estas funciones a través de prácticas de conservación, es cada vez más relevante, más aún cuando con ello se aumenta el secuestro de carbono y se propicia la adaptación de la sociedad y de los ecosistemas al cambio climático (Cotler, H., S. et al, 2015).	Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, Artículo, 12, Fracción VII, XXXI; 46 y 72.	Maderable.	incluido la realización de 450 metros lineales de acordonamiento de material vegetal como parte de las obras de conservación de suelos.
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales	Las corrientes de agua son consideradas dentro de la normativa ambiental forestal como áreas de protección forestal, por lo que se deberá considerar la no interrupción del flujo hídrico existente en las zonas que corresponda.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 7, fracción II; Ley de Aguas Nacionales, artículo 119, fracción XIV.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.	Durante las etapas de construcción del proyecto se hará uso de los caminos forestales existentes, por lo cual no se hace necesaria la apertura de nuevos accesos.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.	Los SSP, manejados sobre bases agroecológicas —con diversidad de especies de diferentes patrones de desarrollo— garantizan mayor Biodiversidad, son autosuficientes, regulan la energía solar incidente sobre la superficie; con un efecto protector sobre la temperatura del sistema, la humedad relativa, la evapotranspiración, la escorrentía; disminuyen la erosión, mejoran la vida del suelo, lo que les permite que sean resilientes al cambio	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 104 y 130.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable y explotación Pecuaria de Caprinos y/o explotación Pecuaria de Bovinos.	El proyecto por su ubicación se encuentra en un área con aptitud forestal, sin embargo, se espera recuperar la vegetación por medio de la actividad de reforestación en una meta propuesta de 3.555 ha.



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
		climático. Estos sistemas propician la presencia de diferentes hábitats para las especies insectiles, ya que se crea un microclima que favorece su desarrollo; además, permite que se establezcan interacciones complejas que implican un mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores, favoreciendo el desarrollo de estos últimos, así como a otros micro-organismos benéficos (Milera, M., 2013).			
MINERIA					
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiental.	En la minería, las medidas de cuidado del medio ambiente tienen como objetivo que la actividad se desarrolle de manera que su efecto sobre la vegetación, el suelo, el agua y el resto de elementos del medio sea el mínimo posible, con ahorro de recursos y de energía, al tiempo que se reduce la contaminación y la generación de residuos (Escribano Bombín, M., 2007). Con lo anterior, los titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligados, entre otras, a sujetarse a las disposiciones contenidas en la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	Ley Minera, Artículo 27, fracción IV; 37, fracción II y 39.	UGA con uso minero a promover.	Al igual que se ha mencionado en los criterios anteriores el proyecto ha propuesto una serie de medidas encaminadas a la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos a generar por ejecución del proyecto, atendiendo la Normativa ambiental vigente.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen	El gas licuado de petróleo (GLP) es uno de los combustibles comerciales con menores emisiones de	NOM-050-SEMARNAT-1993	UGA con uso minero a promover	El promovente en acuerdo a lo estipulado por el presente criterio, implementará las



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
	gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normativa respectiva.	gases de efecto invernadero, si se considera todo su ciclo de vida. El GLP es el que produce menores emisiones de gases de efecto invernadero por 100 kilómetros recorridos, si se tiene en cuenta todo su ciclo de vida desde el pozo de extracción hasta el punto de consumo. Sus emisiones son inferiores a las de la gasolina y el gasóleo en casi todas las regiones del mundo e incluso un 12% más bajas que el etanol producido a partir de maíz (E85) en Norteamérica (LGP Exceptional Energy S/F).			acciones necesarias de reparaciones y/o mantenimientos preventivos y correctivos para permitir que los vehículos automotores en circulación dentro del área del proyecto lo hagan garantizando que las emisiones se encuentren dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa aplicable.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	Los vehículos a motor, se acepta, son la fuente de mayor contaminación ambiental. Los generadores principales de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV), y gases responsables del efecto invernadero (CO2 y metano) (Schifter I y López Salinas, E., 1998)	NOM-041-SEMARNAT-2006	UGA con uso minero a promover.	Al igual que el criterio anterior, la implementación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo permitirán que los vehículos automotores se encuentren dentro de los límites permisibles de emisiones indicados por la norma de referencia.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Para el correcto manejo de los residuos peligrosos, debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma que se minimicen los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos (Martínez, J., 2005).	NOM-052-SEMARNAT-2005 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Título Tercero Clasificación de los Residuos, artículos 15 al 21.	UGA con uso minero a promover.	El promovente ha considerado la implementación de un Programa de Manejo de Residuos para que se sean tratados conforme a su naturaleza, en el mismo sentido que su disposición se haga de manera adecuada.
URBANO					



Criterios de Regulación					VINCULACION CON EL CRITERIO
CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN	SUSTENTO TÉCNICO	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	REGLA DE ASIGNACION	
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	Las poblaciones pequeñas pueden contaminar localmente acuíferos, cauces y cuerpos de aguas por la descarga directa de sus aguas residuales (Rosales Escalante, E., 2003).	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente artículos 23 Fracción VII y IX, 120 Fracción II, 121, 122 Fracción I, 123, 124 y 133; Ley de Aguas Nacionales artículo 29 Fracción XIV, 29 BIS Fracción II y III, 45, 46 Fracción V, 47 y 47 Bis, 85 y 88 Bis Fracción VI, IX y X.	UGA con cobertura de zona urbana y poblaciones menores a 1000 habitantes.	En caso de requerirse, y dado que para la realización del proyecto se requiere la presencia permanente del personal, se tomará en cuenta la infraestructura con la que se cuenta en la planta de beneficio HERIMOVÍ.

De acuerdo a la información presentada con anterioridad y que se refiere a la UGA de carácter estatal sobre los lineamientos y criterios de regulación ecológica, se puede concluir que el proyecto es viable y que no existe restricción alguna para que se lleve a cabo. En este sentido se deben de tomar en cuenta cada una de las obras y actividades propuestas como parte de las medidas de mitigación, compensación y restauración a los posibles impactos que se generaran durante las obras y llevarlas a cabo para revertir esos posibles efectos por el proyecto.

En tal sentido, el presente proyecto tomara en cuenta los lineamientos establecidos en el documento que se menciona.

Para una mejor referencia se adjunta en el Anexo 5 los planos del proyecto dentro de las Unidades de Gestión Ambiental determinadas.

III.2. Análisis de Instrumentos Normativos

III.2.1. Leyes

III.2.1.1. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El presente proyecto cumplirá con lo establecido en el Artículo 28, apartados I y VII de la Ley General de Equilibrio y Protección al Ambiente (LGEEPA), el cual menciona que para este tipo de proyecto se requiere de la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental para su análisis y resolución por parte de la SEMARNAT.

La LGEEPA y su Reglamento mencionan que el uso de suelo deberá ser compatible con su vocación natural y que al hacer uso de él no se altere el equilibrio de los ecosistemas. En este caso el proyecto pretende dar un destino final a los residuos provenientes de la separación o beneficio de recursos encontrados en el subsuelo, evitando o reduciendo la magnitud de actividades y prácticas que propicien daños al medio ambiente o la modificación substancial al ecosistema.



Del mismo modo, y dando cumplimiento con el Artículo 30 de la misma ley, el proyecto que se somete a consideración de la autoridad requiere previamente de la autorización en materia de impacto ambiental, mediante el procedimiento que emplea la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de una Manifestación de Impacto Ambiental, en su Modalidad Particular, la cual incluye una descripción de los posibles efectos sobre los ecosistemas relevantes que pudieran verse afectados por las obras y actividades del proyecto; considerando sus implicaciones ambientales y la propuesta de una serie de medidas preventivas y de mitigación para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

En referencia al Artículo 35 con el presente proyecto, se observa que la formulación de la manifestación de impacto ambiental se realizó en base a los preceptos establecidos en la Sección V de la Ley con la finalidad de que en el proceso de evaluación, se pueda observar que se han contemplado un análisis de cada parte que integra el presente estudio con la finalidad de exponer toda la información que la Secretaría considera necesaria para emitir la autorización como se establece en las Fracciones I y II del mencionado Artículo.

III.2.1.2. Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos

La construcción del depósito de jales filtrados, generará residuos de diversas características; como: residuos vegetales, cartón, metal, material impregnado con grasas y aceites, entre otros. Si esto sucede serán almacenados temporalmente dentro de recipientes o contenedores acondicionados, que a su vez serán manejados por una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT; el promovente será el encargado de contratar una empresa especializada para confinarlos a los sitios autorizados para su tratamiento y/o su posible reciclaje. El proyecto dará cumplimiento a los Artículos 18 y 20, para clasificar los residuos sólidos urbanos, y con el objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, se deberán de considerar algunos de los factores enmarcados en el Artículo 21.

Dentro de la gestión de residuos de diferentes orígenes o clasificación es importante mencionar que dependiendo de cada actividad que se realice dentro del desarrollo del proyecto será necesario considerar las reglamentaciones y normas directamente relacionadas con el tipo de residuo que se podrá generar en el proyecto, esto con base a un adecuado manejo de los residuos considerando tres principales fases:

- 1- Recuperar y recoger los residuos: para ello, se usan contenedores en los que se deben depositar los residuos.
- 2- Transportar los residuos: en esta fase se llevan en camiones los residuos a las plantas de clasificación o tratamiento.
- 3- Tratamiento de residuos: en esta última fase de la gestión, los residuos sufren diferentes tratamientos dependiendo de su origen usando diferentes técnicas.

III.2.1.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

El objeto que establece la LGVS es la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, a fin de lograr la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la nación ejerce su jurisdicción. Asimismo, en el Artículo 5 de esta ley, se



Menciona que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

En este sentido, el desarrollo del proyecto se vincula directamente con esta Ley, toda vez que éste pretende ubicarse en una región con ecosistemas característicos de zonas aledañas a Bosque de Pino-Encino, sin poner en peligro alguno de los ecosistemas considerando su amplia distribución en el noroeste del País. Además, en el Artículo 58 de esta Ley, se indican las condiciones de las especies y poblaciones en riesgo como:

Peligro de extinción: Aquellas cuyas áreas de distribución o el tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente, lo que pone en riesgo su viabilidad biológica en su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas: aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial: Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, lo que determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Esta ley es aplicable al establecimiento del presente proyecto, ya que, derivado de los resultados obtenidos de los muestreos en campo realizados para el área del proyecto, se identificaron especies que pudieran estar incluidas bajo alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.2.1.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma 28-04-2022)

Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Artículo 94. Las autorizaciones de cambio de uso del suelo deberán inscribirse en el Registro.



Artículo 95. La Secretaría podrá autorizar la modificación de una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o bien, la ampliación del plazo de ejecución del cambio de uso de suelo establecido en la autorización respectiva, siempre que lo solicite el interesado, en los términos que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 96. Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.

Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terreno donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.

Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Artículo 99. La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la política de uso del suelo para estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de roza, tumba y quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación no otorgará apoyos o incentivos económicos para actividades agropecuarias en terrenos cuyo cambio de uso de suelo no haya sido autorizado por la Secretaría para tales actividades.

El presente proyecto ha sido elaborado bajo los Artículos descritos en la Sección Séptima de la Ley en referencia, a través de la elaboración del Estudio Técnico Justificativo por el Cambio de Utilización de Suelos Forestales a infraestructura minera que se elaboró paralelamente al presente manifiesto y que ya se cuenta con la autorización para realizar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. El estudio en mención cuenta con la información técnica de campo necesaria para la evaluación y obtención de datos con apoyo de las metodologías para cada concepto, de la consulta en fuentes de investigación debidamente reconocidas, con el único objetivo de demostrar la viabilidad objeto del estudio y por ende la realización de la remoción de la vegetación en un terreno forestal con la autorización otorgada por la autoridad en la materia.

III.2.2. Reglamentos

III.2.2.1. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en su Capítulo II, Artículo 5º, Inciso L Fracción III e Inciso O Fracción III.



Cuando al proyecto se le realicen modificaciones durante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, se harán del conocimiento a la SEMARNAT en tiempo y forma de acuerdo a lo establecido en los Artículos 27 y 28 del Reglamento.

La ejecución del proyecto deberá sujetarse a lo previsto en la resolución, que para su efecto expida la SEMARNAT, de acuerdo como lo marca el Artículo 47 del mismo Reglamento.

Cuadro III-6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA

Criterios	Vinculación Con El Proyecto
Artículo 3 fracción IX. <i>Esta fracción define el concepto de impacto ambiental significativo en los siguientes términos:</i> <i>IX. impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.</i>	La definición del concepto se asume como un elemento vinculante con el proyecto, toda vez que cuando la LGEEPA define lo que es una manifestación de impacto ambiental (Fracción XXI del Artículo 3º de la LGEEPA) alude a: “un documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generará una obra o actividad...”; en tal sentido, en el Capítulo V de esta MIA-P se hace un análisis exhaustivo respecto a la identificación y, en su caso, la valoración de los impactos ambientales identificados, tendiente a determinar su significancia con base en los alcances que este mismo instrumento define, esto es, que los impactos identificados: ➤ Resulten de la acción del hombre, ➤ Provoquen alteraciones en los ecosistemas y en sus recursos naturales, o ➤ Provoquen alteraciones en la salud (de las personas), ➤ Obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, ➤ Obstaculicen la continuidad de los procesos naturales. Sobre la base de esta definición y a los alcances que semánticamente tiene cada uno de los supuestos antes listados, en el Capítulo V de esta MIA-P se analiza que el proyecto no ocasionará impactos significativos, aunque, en un enfoque precautorio que el propio promovente aplicó durante la evaluación, es factible aseverar que existirán impactos destacables, es decir, con un grado alto de incidencia, pero sin alcanzar los niveles de los supuestos de significancia antes relacionados, por lo que se asume de manera voluntaria su atención. Con base en el resultado antes citado, de manera complementaria y de acuerdo con la metodología de evaluación del impacto ambiental aplicada en el Capítulo V, la detectabilidad de los impactos fue acotada a conceptos que permitieron reconocer los valores más altos (por encima del umbral de valor preestablecido en cuanto a su índice de incidencia y



Criterios	Vinculación Con El Proyecto
	de magnitud) desarrollados en el ejercicio, pormenorizando en el Capítulo V de la MIA-P.
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Inciso O: cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas: Fracción III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.	Al no existir una normatividad y legislación específica para los depósitos de jales filtrados, es que se generaliza el concepto de manejo y disposición de estos residuos. Aclarando que si bien hay algunos conceptos dentro de la NOM-141-SEMARNAT-2003, por ejemplo, que no son aplicables a los jales filtrados pero que se considera en todo momento un manejo adecuado con la finalidad de prevenir la afectación a los componentes ambientales asociados. Por otro lado, al existir remoción de vegetación para llevar a cabo las actividades del proyecto, será necesario el cambio de uso de suelo de áreas forestales.
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la Manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	Conforme al artículo referido, el presente documento conforma la MIA-P a que se refiere el precepto en análisis, en la modalidad que el propio REIA define, por lo que su alcance queda cumplido. El contenido de esta MIA-P se obtuvo de la página WEB de la SEMARNAT la “Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental”, con la que elaboró el documento del cual forma parte este capítulo en el que se ofrece la información relativa a las circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. En su Capítulo V identifica, describe y evalúa los impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto, de tal suerte que en el Capítulo VI se describen las medidas y los programas de medidas que la empresa compromete ejecutar para evitar, disminuir o corregir tales impactos y, en función de estas acciones, construirá escenarios que aportarán los elementos necesarios para que la autoridad evalúe la pertinencia del proyecto.
Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	Con el objeto de cumplir con la normatividad ambiental aplicable al proyecto, y, en lo relativo al alcance de esta disposición, el proyecto se traduce a una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P), concebida ésta como el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generará el proyecto, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo. Ese alcance deviene de la definición que al respecto establece la Fracción XXI del Artículo 3 de la LGEEPA respecto a lo que debe entenderse por MIA. En consecuencia, el objetivo fundamental de ésta MIA-P que asegura la vinculación de esta disposición con el proyecto, será el de dar a conocer a la autoridad competente, el impacto ambiental significativo que pudiera generar el proyecto y, en



Criterios	Vinculación Con El Proyecto
	esa orientación se integra la presente MIA-P.
Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En el Capítulo IV de esta MIA-P se ofrece a la autoridad la evidencia de que el análisis de los factores ambientales que constituyen el ecosistema se realiza de una manera integral, considerando a todos los elementos que lo constituyen y no únicamente los que van a ser objeto de aprovechamiento o afectación. El contenido de esta MIA-P permitirá a la autoridad dictaminar la procedencia del cumplimiento del proyecto respecto del alcance de la Fracción II del Artículo 44; en el Capítulo IV de la presente MIA-P se ofrecen evidencias de indicadores que demuestran que el ecosistema en donde se pretende establecer el proyecto reúne los atributos característicos de un ambiente moderadamente conservado. Aunado a lo anterior, se ha considerado la implementación de diversas medidas de prevención, compensación y mitigación con el fin de minimizar los impactos ambientales. Asimismo, serán consideradas aquellas medidas adicionales que la autoridad ambiental imponga dentro del oficio resolutivo. Cabe destacar que el área de establecimiento del proyecto se ubica fuera de alguna Área Natural Protegida (ANP). Los preceptos contenidos en este capítulo se enfocan a definir las bases para orientar la decisión que habrá de tomar la autoridad, no obstante, es necesario que ésta encuentre los elementos suficientes para poder determinar si el proyecto se ajusta a cada uno de los alcances de la disposición que se analiza. En tal sentido, es conveniente destacar que: por lo que se refiere a los supuestos detallados en cada una de las tres fracciones del Artículo en análisis, el proyecto se ajusta a sus alcances, según se demuestra a continuación: Alcances de la Fracción I: en lo relativo a la consideración de los efectos de las obras y/o las actividades del proyecto, en el o en los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento y/o afectación, en el Capítulo IV de la presente MIA-P se hace la identificación, valoración y el análisis de fragilidad y susceptibilidad de los sub-factores y de los factores de mayor relevancia, constitutivos de los ecosistemas sobre los cuales incidirá el proyecto y no únicamente de aquellos que como el suelo, la vegetación, la fauna y ciertos procesos ecosistémicos, podrán resultar afectados por su establecimiento; esta consideración holística derivó no sólo de la



Criterios	Vinculación Con El Proyecto
	obligación que deviene de la disposición que se analiza, sino de la interrelación que sustenta a la funcionalidad de los ecosistemas y que, deriva en efectos “dominó” cuando un sub-factor del ambiente es afectado de manera irreversible y ello provoca alteraciones de diferente magnitud sobre otros sub-factores interrelacionados; el análisis de las interacciones de los efectos se detalla en el Capítulo V, en el cual, la metodología de identificación de impactos empleada permite determinar el alcance de cada efecto para identificar impactos directos, indirectos o inducidos, lo cual requiere del conocimiento integral del conjunto de factores y sub factores de los ecosistemas en los cuales incidirá el proyecto y, por otro lado, permite prever el surgimiento de impactos no previstos por insuficiencia del proceso; en adición el esfuerzo también alcanza al establecimiento de las medidas de reducción, mitigación o compensación de esos efectos (impactos), las cuales se describen en el Capítulo VI; con esto queda en evidencia la atención y cumplimiento del alcance de éste apartado del Artículo 44 del REIA por parte del proyecto. Alcances de la Fracción II: los recursos naturales que serán “utilizados” de forma tal que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos. En lo referente al complemento de la disposición, esto es respecto a la “capacidad de carga” del ecosistema, asumiendo de manera supletoria la definición que respecto a ese concepto establece la fracción III del Artículo 3° de la Ley General de Vida Silvestre “Artículo 3o. ... <i>III. Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico”.</i> Del contenido de la disposición transcrita, resulta notable destacar para efecto del proyecto que nos ocupa, se realizaron los estudios específicos para integrar la MIA-P, diagnóstico ambiental relativo a la descripción de los principales componentes del ambiente y su valoración a nivel ecosistémico asociado en criterios de fragilidad ambiental tomando como variables el tipo de cubierta vegetal, y su estado de conservación; esta relación, en el contexto del análisis del SA delimitado, permitió



Criterios	Vinculación Con El Proyecto
	conocer cuáles son los principales procesos ecológicos que definen la integridad funcional del ecosistema presente, considerando ésta integridad funcional, bajo la siguiente definición conceptual: <i>“Un ecosistema tiene integridad si conserva suficiente biodiversidad, estructuras y funciones (bióticas y abióticas), para mantener su capacidad de auto-organización y complejidad a través del tiempo”.</i> Partiendo de la anterior definición, los ecosistemas presentes en el SA delimitado, para efecto del establecimiento del proyecto, muestra una amplia gama de procesos que han ocurrido, y que siguen ocurriendo, producto de la intervención humana, y que continúan modificando la estructura y funcionamiento de los mismos. Por lo tanto, y en este contexto específico, no es posible hablar o determinar sobre la integridad funcional cuando los atributos de los ecosistemas, tanto a nivel de componentes como de procesos, carecen de partes, lo cual, no significa necesariamente que no sigan funcionando o no puedan continuar. Se hace visible que el estado de presión al que están sometidos, supera, por mucho, la capacidad de carga de los mismos, al contar con elementos externos cuya ocupación territorial poco a poco gana terreno sobre las áreas naturales o bien se generan procesos que modifican los valores de conservación de los ensambles y, con ello, la propia estructura de los ecosistemas. Bajo este enfoque y conforme a la información ambiental recopilada, generada y analizada, se está en posibilidad de determinar que el SA delimitado mantiene un estado de conservación tendiente, aún, a la naturalidad. Las actividades que se desarrollan en el área del proyecto en la condición actual son, de hecho, uno de los elementos que incide en la calidad ambiental del SA caracterizado, toda vez que por las condiciones de la zona donde se encuentra ha influido en los procesos tanto de conservación como de degradación, para uso forestal y de pastoreo, lo cual representa un elemento negativo en la continuidad de la vegetación. Bajo este contexto de utilización de recursos existentes en el SA, el proyecto aporta medidas de mitigación, compensación y restauración propuestas en el Capítulo VI.



III.2.2.2. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma 09-12-2020)

De acuerdo al Título Cuarto.- de las Medidas de Conservación Forestal, Capítulo Segundo.- Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en el siguiente cuadro se ha realizado la vinculación con el objeto de dar cumplimiento a las disposiciones establecidas por el reglamento en cuestión.

Cuadro III-7. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS

Disposiciones		Vinculación con el Proyecto
Artículo 139	Para solicitar la autorización de Cambio de uso de Suelo en Terrenos Forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: - Nombre o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante - Lugar y fecha - Datos de ubicación del predio o conjunto de predios y - Superficie forestal solicitada para el cambio de uso del suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la clasificación de uso del suelo y vegetación del instituto nacional de estadística y geografía	En cumplimiento a lo establecido en el presente artículo se ha elaborado paralelamente al presente estudio, el formato correspondiente con la información necesaria para estar en condiciones de recepción y evaluación en la Secretaría.
Artículo 141	Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la ley, deberán contener.....	El documento para el cambio de uso del suelo se ha elaborado paralelamente al presente estudio para un contenido total de los capítulos bajo los criterios de información descriptiva, bibliográfica y técnica requerida con la finalidad de demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo; para tal efecto se ha integrado la información necesaria de acuerdo a lo solicitado en cada capítulo como lo solicita el presente Artículo.
Artículo 143	La Secretaría resolverá las solicitudes conforme a lo siguiente: - La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación; - Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite; - La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;	Para efectos de cumplimiento del presente Artículo se presentó el documento técnico justificativo donde la Secretaría emitió su dictamen conforme a la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos. El promovente está de acuerdo en sujetarse a los plazos que para tal efecto esta autoridad conforme a la Ley considere los adecuados.



Disposiciones		Vinculación con el Proyecto
	IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.	
Artículo 144	La Secretaría determinará el monto económico de compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 del Reglamento y notificará al solicitante para que realice el depósito respectivo ante el fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación. Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.	el promovente en apego a lo establecido por el presente Artículo, ha solventado la notificación sobre el monto económico que se tendría que depositar por efectos del pago por compensación ambiental, y mediante el cual se dio cumplimiento para que la Secretaría otorgara su autorización para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales al que se refiere el presente proyecto. De acuerdo a la logística del trámite.
Artículo 145	La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la ley y el presente reglamento.	Para tal efecto se realizarán las gestiones necesarias que la promovente tenga a bien considerar pertinentes en el desarrollo del proyecto
Artículo 146	Los interesados en que se modifique la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales presentaran ante la Secretaría la solicitud en el formato que para tal efecto se expida	De ser necesario contemplar alguna modificación al proyecto original, se hará del conocimiento de la Secretaría de acuerdo a la logística correspondiente
Artículo 148	La Secretaría otorgara la ampliación de plazo de ejecución de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, siempre que se solicite dentro del periodo de vigencia de la misma. Para tal efecto el interesado propondrá, mediante escrito libre el nuevo plazo, justificando la modificación y presentando la programación correspondiente. Dicha modificación se inscribirá en el Registro	De ser necesario, contemplar alguna modificación al proyecto original, se hará del conocimiento de la Secretaría de acuerdo a la logística correspondiente
Artículo 149	Conforme a lo establecido en el artículo 96 de la ley, los titulares de las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar: - Dentro de los primeros treinta días hábiles posteriores al inicio de la ejecución de la autorización, un aviso en el cual informen sobre el inicio de la ejecución del cambio de uso del suelo que les fue autorizado, con relación a lo establecido en la fracción VIII del artículo 141 de este reglamento - Dentro de los 30 días hábiles posteriores a su conclusión, un informe que contenga la ejecución y desarrollo del cambio de uso del	Para tal efecto se realizarán las gestiones necesarias que la promovente tenga a bien considerar pertinentes en el desarrollo del proyecto



Disposiciones		Vinculación con el Proyecto
	suelo	
Artículo 152	El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente: I. Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas.	El promovente, de acuerdo a las indicaciones de la Secretaría pudo acreditar la realización del Pago al FFM por los medios establecidos por esta autoridad.
Artículo 153	Los recursos obtenidos por concepto de compensación ambiental a que se refiere el penúltimo párrafo del Artículo 140 de la ley, también podrán utilizarse para la protección de recursos forestales tratándose de especies incluidas en alguna categoría de riesgo	En este sentido se han desarrollado estrategias para salvaguardar algún ejemplar que se pudiera comprometer en su integridad física.

III.2.3. Normas Oficiales Mexicanas que regulan la preparación del área, construcción y operación del proyecto

A continuación, se presentan las Normas Oficiales Mexicanas que rigen los procesos y actividades que se desarrollan en la preparación, construcción y operación del presente proyecto, las cuales serán de plena observancia.

III.2.3.1. Para la emisión de gases contaminantes producidos por vehículos automotores y fuentes fijas

NOM-041-SEMARNAT-2006: Establece los límites máximos permisibles de emisión de gas contaminante provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006: Establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

III.2.3.2. Para el manejo de residuos peligrosos

NOM-054-SEMARNAT-1993: Indica el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.



III.2.3.3. Para la protección del personal en la fuente de trabajo durante la preparación del área y construcción del proyecto

NOM-017-STPS-2008: Establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.

III.2.3.4. Para el manejo y protección de la flora y fauna bajo estatus de protección

NOM-059-SEMARNAT-2010: Determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestre acuática en peligro de extinción, amenazada, rara y sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección.

Para la caracterización, manejo y disposición de jales, así como construcción, operación y postoperación de presas de jales

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

III.2.3.5. Vinculación del proyecto con las normas aplicables

A continuación, se presenta el análisis de las Normas Oficiales Mexicanas, aplicables en cada etapa y de acuerdo a las materias aplicables, para el proyecto presentadas en el siguiente Cuadro.

Cuadro III-8. Vinculación con las normas aplicables

Norma Oficial Mexicana (Clave)	Etapas aplicables para el proyecto	Forma de cumplimiento o vinculación
Aire (Ruido y Emisiones)		
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. (D.O.F., 10/junio/2015)	Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento	Ya que las diferentes actividades a realizar involucran la utilización de vehículos que usan gasolina como combustible, se contará con un programa de mantenimiento preventivo para las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, el programa tendrá como compromiso modular, el cumplir satisfactoria y regularmente con la obligación de verificación vehicular de todo el parque de automotores con motor a gasolina en los talleres que se han habilitado por la unidad minera (Planta de Beneficio); todo lo anterior esto con el fin de conservar en buen estado los vehículos de los contratistas y estar en condiciones de registrar las emisiones por debajo de los límites permisibles de la presente Norma. Dentro del proyecto se contempla la utilización de maquinaria, equipo y vehículos automotores con uso de gasolina. En la totalidad del proyecto, someter a la verificación vehicular oficial a todos los vehículos con motores a gasolina, asegurará que se cumplan estándares, limitaciones y parámetros establecidos respecto de la emisión de gases contaminantes, cumpliendo con lo



Norma Oficial Mexicana (Clave)	Etapas aplicables para el proyecto	Forma de cumplimiento o vinculación
		permitido en la presente Norma.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. (D.O.F., 08/03/2018)	Preparación del sitio y construcción	Como se mencionó con anterioridad, se contempla la utilización de diferentes vehículos entre ellos los que utilicen diésel como combustible como lo es el caso de vehículos ligeros y maquinaria pesada, por lo que se contará con un programa de mantenimiento preventivo para las actividades en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, principalmente por el movimiento y utilización de maquinaria y traslado de materiales. El programa antes citado, tendrá como compromiso medular, el cumplir satisfactoria y regularmente con la obligación de verificación vehicular de todo el parque de automotores con motor a diésel en los talleres localizados dentro de la Unidad Minera para el efecto; todo lo anterior; en su defecto, los vehículos serán sometidos al mantenimiento preventivo regular de sus motores (afinación), de lo cual se dejará constancia en la bitácora de cada unidad, copia de la cual se agregará a los reportes periódicos del Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental. También dentro del proyecto serán utilizados vehículos que operan con diésel como combustible, de igual forma serán sometidos a los procedimientos relativos y se operarán en todo momento sin excepción, asegurando mantener los límites máximos de emisiones contaminantes permisibles. Siendo monitoreados periódicamente con la finalidad de verificar si la opacidad de las emisiones se encuentre dentro de los límites permisibles.
Flora y Fauna		
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. (D.O.F., 30/12/2010)	Preparación del sitio y construcción	El objetivo y campo de aplicación de esta NOM, está definido en su numeral primero, en él se define como objetivo: “identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción”. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en laguna de las categorías de riesgo, establecidas en esta NOM. Derivado de la obligatoriedad de esta NOM, para los fines que define el campo de aplicación, en el proyecto de la



Norma Oficial Mexicana (Clave)	Etapa aplicable para el proyecto	Forma de cumplimiento o vinculación
		optimización del depósito, la NOM solo servirá, en cualquier momento que se tenga duda, para corroborar si una especie (de flora o de fauna, o de ambas) determinada se encuentra listada con alguna categoría de riesgo y, en su caso proceder conforme lo disponga la Ley General de Vida Silvestre. Con base a lo anterior, el manejo de las especies y poblaciones en riesgo se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre, Considerando la elaboración y ejecución de un Programa de Rescate de Fauna Silvestre. Parte fundamental de los diversos estudios del presente proyecto son los levantamientos de caracterización biótica del sitio, Al y el Sistema Ambiental. De estos levantamientos, se obtuvieron los listados tanto de la fauna como de la flora y fauna silvestre y por lo que también permitió la identificación de especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Suelo, Agua (residuos)		
NOM-054-SEMARNAT-1993 Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (D.O.F., 23/04/2003)	Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento	La presente Norma es de observancia obligatoria en la generación y manejo de los residuos peligrosos que sean generados en cada etapa del proyecto, los cuales serán almacenados o dispuestos por el contratista, de forma temporal en contenedores específicos de acuerdo con la clasificación de cada residuo, observando sus reacciones para el equilibrio ecológico y el ambiente, que se producen con la mezcla de dos o más residuos peligrosos y posteriormente dentro del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos. Las especificaciones de la NOM-054-SEMARNAT-1993 se aplicarán cuando sea necesario determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos, considerados como tal por la NOM-052-SEMARNAT-1993.

Para la caracterización, manejo y disposición de jales, así como construcción, operación y post-operación de presas de jales

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

A continuación, se presenta la relación del proyecto con la NOM-141-SEMARNAT-2003.



5.1.1 Cambio de utilización en terrenos forestales. 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.

Cumplimiento: La promovente ha elaborado paralelamente al presente estudio el trámite respectivo a y través de un Estudio técnico Justificativo por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, y que fue autorizado la Secretaría bajo el oficio No. SG/130.2.2/02527/22 de fecha 06 de septiembre de 2022, permitiendo cumplir satisfactoriamente lo expuesto. Con la finalidad de justificar la utilización de las porciones de terreno dentro del polígono a ocupar y que sustentan vegetación nativa.

5.1.2 Utilización del cauce y zonas federales. De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales.

Cumplimiento: El proyecto no ocupará algún cuerpo de agua, cauce o zona de competencia federal, por lo que este punto no aplicaría o se relacionaría con el proyecto.

5.2 Caracterización del jal. Las muestras de jal para la determinación analítica deben ser tomadas directamente del área de almacenamiento o de las pruebas metalúrgicas realizadas al inicio de la operación de la unidad minera, de conformidad con las especificaciones del Anexo Normativo 1 de la presente Norma Oficial Mexicana.

Con el fin de determinar la peligrosidad de los jales, el generador debe proceder de la siguiente manera:

5.2.1 Aplicar la prueba de extracción de los constituyentes tóxicos, de acuerdo con el método de prueba para realizar la extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO₂ (véanse Anexos Normativos 1 y 5). Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-1993 o la que la sustituya, es superior a los límites permisibles señalados en la misma, los jales son peligrosos por su toxicidad.

Cumplimiento: Se aplicó un análisis a los jales que son generados en el proceso de separación de minerales dentro de la Planta de Beneficio HERIMOVÍ (que cuenta con autorización en el Resolutivo No. SG/130.2.1.1/000021/13) ubicada en el municipio de Topia, por lo que se considera que las características de los jales sean analizadas de acuerdo a la Norma. Se presenta copia simple de los análisis realizados a las muestras de jal en el Anexo 4.2.

Cabe resaltar que los jales a depositar serán tratados con el método de prensado (filtrado) para disminuir la cantidad de humedad y eficientar su manejo dentro del depósito. Los resultados obtenidos del laboratorio muestran como característica principal un nivel bajo en contenido de metales y que dicho resultado caracteriza el jal como **no peligroso por toxicidad**.

5.2.2 Para determinar si los jales son generadores potenciales de ácido, se debe aplicar la prueba modificada de balance ácido base (véanse Anexos Normativos 1 y 5). En caso de que la relación Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Acido (PA) sea menor a 1.2, se consideran generadores potenciales de ácido.

Cumplimiento: Se realizó la Prueba de Balance Acido-Base a través de la metodología sugerida dentro de la NOM-141-SEMARNAT-2003, donde los resultados nos indican que se obtuvo un valor de 1.155, lo que indica que, en términos de tendencia central, los jales depositados serán generadores de drenaje ácido, por lo que se puede estimar un potencial de daño. Se adjunta copia del análisis del

laboratorio de la prueba de Balance ácido base (Anexo 4.2), donde se considera que los jales resultantes serán ocasionadores de ácido, por lo que se deberá aplicar una estabilización química a través de la aplicación de alcalinizantes comerciales para regular el pH del depósito, facilitando la estabilización con la escasa humedad que contengan los jales filtrados, reduciendo el riesgo de afectaciones ambientales. Así como las medidas que la autoridad señale pertinentes. Aunado a las medidas anteriores, se manifiesta la utilización de *geomembrana* para limitar las filtraciones de lixiviados.

5.3 Caracterización del sitio. Con el propósito de caracterizar el sitio donde se proponga ubicar la presa de jales, una vez definida la peligrosidad del jal que genere el proceso de beneficio de minerales, el generador debe llevar a cabo estudios que le permitan identificar a los elementos del ambiente y biota que sean susceptibles de daño por el depósito de jales. El generador previo a la selección del sitio debe realizar los siguientes estudios e indicar la(s) fuente(s) de referencia

5.3.1 Aspectos climáticos. Para prevenir daños a la presa de jales por factores climatológicos y evitar que se genere carga hidráulica sobre la cortina contenedora o se produzca algún derrame de excedencias hacia la cuenca de aguas abajo, se deben investigar y documentar los siguientes aspectos climáticos:

a) Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana).

Cumplimiento: A continuación, se muestra una imagen referente al proyecto con respecto a la Carta hidrológica de la república mexicana (Figura 2 de la Norma).

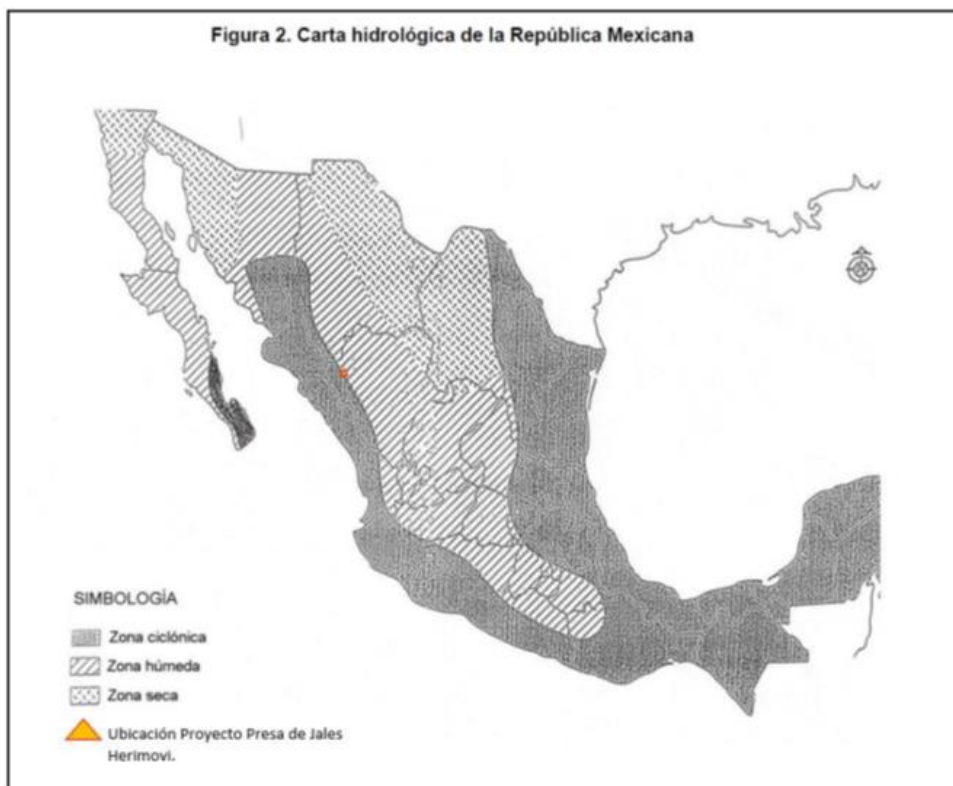


Figura III-5. Ubicación del proyecto en la Carta Hidrológica



En base a la ubicación específica del proyecto, se encuentra dentro de una zona descrita como zona ciclónica. Por lo que se deberán atender los preceptos normativos que aplican en base a la zona donde se pretende establecer el proyecto.

b) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos.

Cumplimiento: En el numeral IV.2.1 del presente documento se indican los registros de temperatura media anual y precipitación media dentro de la estación climatológica más cercana al proyecto.

c) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas.

Cumplimiento: Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta.

Las tormentas de diseño pueden basarse en información histórica de precipitación de una zona o pueden construirse utilizando las características generales de la precipitación en regiones adyacentes. Su aplicación va desde el uso de valores puntuales de precipitación en el método racional para determinar los caudales picos en alcantarillados de aguas lluvias (obras de desvío) y alcantarillas de carreteras, hasta el uso de hietograma de tormenta como las entradas para el análisis de lluvia-escurrentía en embalses de detención de aguas o medios acuosos.

Para la determinación de la tormenta de diseño sería recomendable contar con información obtenida a través de un pluviógrafo, ya que este equipo provee información instantánea, sin embargo, la mayoría de estaciones de medición de precipitaciones solo cuentan con pluviómetros que solo proveen de valores medios.

Para la determinación de la tormenta de diseño sería recomendable contar con información obtenida a través de un pluviógrafo, ya que este equipo provee información instantánea, sin embargo, *la mayoría de estaciones de medición de precipitaciones solo cuentan con pluviómetros que solo proveen de valores medios.*

De acuerdo a los valores consultados en la Estación Climatológica 10037 denominada "La Huerta", en el municipio de Topia con relación a los datos de la Precipitación Máxima para los meses del periodo de los años 1982 al año 2015, a continuación, se presentan los datos que se mencionan:

Cuadro III-9. Valores mensuales de la precipitación máxima en 24 hr (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1982	43.4	0	0	4.4	5.4	16.4	36.3	29.8	33.8	18.6	81.1	59.5	81.10
1983	35.5	46.8	73	21.7	18.6	30.6	26	43.7	18.9	42.7	71.4	29.3	73.00
1984	67.5	0	0	4.8	15.5	25	26.3	24.2	35.4	20	55.2	60.7	67.50
1985	110.5	1	9.8	3.6	0	31	20	33	27.8	60.6	1.8	5.8	110.50
1986	0	20	0	10.6	0	24.8	64.6	22.7	44.4	60.2	4	67.9	67.90
1987	8.5	7.8	0	5.2	44	30.5	38.5	24.6	11.4	63.5	12.6	57.4	63.50
1988	0	0	8.9	0	0	32	71	21.4	51.8	5	0	10	71.00
1989	15.9	54.7	5.5	0	0	3.4	42.7	18.4	38.5	0.1	87	49.6	87.00
1990	8	46	15.5	0	0	23.6	37.4	32	35	64.5	11.4	114.7	114.70
1991	4.6	17.5	0	0	0	20.3	29	34.5	54.6	38.6	50	100.8	100.80
1992	55	34.2	7.8	14.5	5	25.2	47.5	23	7	18.6	21.5	39.5	55.00
1993	24.5	6	0	0	0	45	31.5	30.5	89	24	28	3	89.00
1994	4.5	0	19	1.6	0	55	21.5	40	35.8	20	33	33.5	55.00
1995	6	12.7	0	0	0	28.5	58.5	44.5	20	0.1	3.4	19	58.50
1997	23.2	6.1	20	55	0	39	29.5	21.5	27.8	0.1	65	0.1	65.00
1998	0	5.5	1	0	0	4	70.2	0	0	0	0	0	70.20
2002	12.5	35	0	0	0	14	42	33	40	38	38.5	41	42.00
2003	4.5	26.5	0	0	0	48	21.5	21	26	15	17.5	0	48.00



Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
2004	73.5	66	0	0	1	57.5	66.5	45	47.5	60	143	54	143.00
2005	21.5	53	18.5	1	0	35.5	41	36	12.5	26	30	0	53.00
2006	6	0	0	0	7	36	27	12	45.5	75.5	0	42	75.50
2007	41	8	0	0	0	27.5	24	27	23.5	16	23	87	87.00
2008	0	0	6	0	11	13	23	23.5	60.5	0	0	0	60.50
2009	0	0	0	0	0	0	0	29.5	40	17	20	5	40.00
2010	4.7	0	0	0	0	27	20	23.5	60	0	0	0	60.00
2011	0	0	0	0	0	4	42	17	15	0	25	0	42.00
2012	0	6	0	0	0	12	40	30	22.5	23	0	48.5	48.50
2013	41	0	0	0	0	33	41	40	32	0	46.5	57	57.00
2014	3.5	0	27	0	3	49	46	35	25	37	15	1	49.00
2015	25	20	25	10	0	35	35	20	26	0	4.5	25	35.00
MAX	110.50	66.00	73.00	55.00	44.00	57.50	71.00	45.00	89.00	75.50	143.00	114.70	143.00

Fuente: Datos Climatológicos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2022)

INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{Td}$$

Dónde: P= es la profundidad (lamina) de lluvia (mm) y; Td= es la duración, dada usualmente en horas.

La frecuencia se expresa en función del periodo de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño.

En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica con que se cuenta, difícilmente pueden elaborarse estas curvas. Ordinariamente solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración.

Cuadro III-10. Coeficiente de duración de lluvias entre 48 hr y 1 hr

1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

En los estudios realizados para eventos hidrológicos extremos se incluye la selección de una secuencia de observación ya sean máximas o mínimas de un conjunto de datos, por ejemplo, en el estudio de los gastos picos en una estación hidrométrica se utilizan solamente los valores máximos registrado cada año, entre todos los valores registrados. Es por ello que se utiliza la función de valores extremos I o también llamada *Gumbell* en hidrología, ya que esta función de distribución se utiliza para determinar la probabilidad de que se presenten grandes avenidas, debido a que se ha demostrado teóricamente que se ajusta a los valores máximos. La función de distribución de probabilidad se representa por la siguiente ecuación:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Dónde: α = parámetro de forma, β = parámetro de escala, x = variable aleatoria.

Cuadro III-11. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1982	0	81.10	146.25
2	1983	0	73.00	15.95
3	1984	0	67.50	2.27
4	1985	0	110.50	1721.70
5	1986	0	67.90	1.22
6	1987	0	63.50	30.32
7	1988	0	71.00	3.97
8	1989	0	87.00	323.76
9	1990	0	114.70	2087.88
10	1991	0	100.80	1010.82
11	1992	0	55.00	196.19
12	1993	0	89.00	399.73
13	1994	0	55.00	196.19
14	1995	0	58.50	110.39
15	1997	0	65.00	16.05
16	1998	0	70.20	1.42
17	2002	0	42.00	729.36
18	2003	0	48.00	441.28
19	2004	0	143.00	5475.01
20	2005	0	53.00	256.21
21	2006	0	75.50	42.16
22	2007	0	87.00	323.76
23	2008	0	60.50	72.36
24	2009	0	40.00	841.39
25	2010	0	60.00	81.12
26	2011	0	42.00	729.36
27	2012	0	48.50	420.52
28	2013	0	57.00	144.16
29	2014	0	49.00	400.27
30	2015	0	35.00	1156.45
30		Suma	2070.2	17,377.5

De los valores presentados en el cuadro anterior es necesario conocer las variables probabilísticas siguientes:

- Media de la muestra, la cual se calculará con la siguiente expresión:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

- Desviación estándar que se calcula con la siguiente expresión:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

De los resultados obtenidos para los cálculos de las variables probabilísticas se obtuvo una Media= 79.36 mm; para el caso de Desviación estándar= 36.00 mm

Cálculo de variables probabilísticas

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$$

69.01 mm

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} =$$

24.48 mm

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s =$$

19.09 mm

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$$

57.99 mm

Ahora bien, es necesario conocer el cálculo de las *precipitaciones diarias máximas probables* para distintas frecuencias para lo cual se obtuvo lo siguiente:

Cuadro III-12. Precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	64.9854	0.5000	73.4335
5	1.4999	86.6183	0.8000	97.8787
10	2.2504	100.9412	0.9000	114.0635
25	3.1985	119.0381	0.9600	134.5131
50	3.9019	132.4635	0.9800	149.6838
100	4.6001	145.7897	0.9900	164.7424
500	6.2136	176.5846	0.9980	199.5406

De ello se desprende determinar el valor de las Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de las lluvias considerando los coeficientes para las relaciones de lluvia en el periodo de referencia para lo cual se ha determinado lo siguiente:



Cuadro III-13. Valor de las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	73.4335	97.8787	114.0635	134.5131	149.6838	164.7424	199.5406
18 hr	X18 = 91%	66.0902	88.0908	102.6572	106.2653	134.7154	148.2682	179.5866
12 hr	X12 = 80%	58.0125	77.3242	90.1102	106.2653	118.2502	130.1465	157.6371
8 hr	X8 = 68%	46.9975	62.6424	73.0007	86.0884	95.7976	105.4351	127.7060
6 hr	X6 = 61%	41.1228	54.8121	63.8756	75.3273	83.8229	92.2557	111.7427
5 hr	X5 = 57%	36.7168	48.9394	57.0318	67.2565	74.8419	82.3712	99.7703
4 hr	X4 = 52%	32.3108	43.0666	50.1880	59.1858	65.8609	72.4867	87.7979
3 hr	X3 = 46%	27.9047	37.1939	43.3441	51.1150	56.8798	62.6021	75.8254
2 hr	X2 = 39%	22.7644	30.3424	35.3597	41.6991	46.4020	51.0701	61.8576
1 hr	X1 = 30%	18.3584	24.4697	28.5159	33.6283	37.4209	41.1856	49.8852

- a) Tormenta de diseño para un periodo de retorno establecido de acuerdo con la clasificación del jal, la zona hidrológica y la topografía del sitio.

Cumplimiento: De acuerdo al siguiente cuadro y en base a las características del sitio del proyecto se obtiene el volumen máximo aportado en la tormenta de diseño para un estimado de 100 años como periodo de retorno. En consideración de ubicarse en una zona húmeda y aunque el jal resulta no peligroso por toxicidad de acuerdo a la Prueba de extracción de constituyentes tóxicos realizada a los jales que se pretenden depositar en el área, pero se considera generador de drenaje ácido por lo que se habrán de considerar las medidas pertinentes.

Cuadro III-14. Periodo de retorno de la tormenta de diseño

Topografía	Zona hidrológica					
	Seca		Húmeda		Ciclónica	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Montañoso	5	25	25	50	50	50
Lomerío	25	100	25	100	50	100
Plano	25	100	50	100	100	100

(1) Jal no peligroso por su toxicidad.

(2) Jal peligroso por su toxicidad.

Del cuadro anterior cabe señalar que si bien de acuerdo a los análisis realizados a los jales, se concluye que son generadores de drenaje ácido, no obstante, se mantienen por debajo de los niveles permisibles para los constituyentes tóxicos, lo que se deduce que por su composición mineral no es peligroso por toxicidad.

INTENSIDADES DE LLUVIA A PARTIR DE Pd, SEGÚN DURACION DE PRECIPITACION Y FRECUENCIA

$$I = \frac{P [mm]}{t_{duración} [hr]}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)



T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Los resultados obtenidos al sustituir los valores en la ecuación son los siguientes:

Cuadro III-15. Intensidad de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia de la misma

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	3.0597	4.0783	4.7526	5.6047	6.2368	6.8643	8.3142
18 hr	1080	3.6717	4.8939	5.7032	5.9036	7.4842	8.2371	9.9770
12 hr	720	4.8344	6.4437	7.5092	8.8554	9.8542	10.8455	13.1364
8 hr	480	5.8747	7.8303	9.1251	10.7610	11.9747	13.1794	15.9632
6 hr	360	6.8538	9.1353	10.6459	12.5546	13.9705	15.3760	18.6238
5 hr	300	7.3434	9.7879	11.4064	13.4513	14.9684	16.4742	19.9541
4 hr	240	8.0777	10.7667	12.5470	14.7964	16.4652	18.1217	21.9495
3 hr	180	9.3016	12.3980	14.4480	17.0383	18.9599	20.8674	25.2751
2 hr	120	11.3822	15.1712	17.6798	20.8495	23.2010	25.5351	30.9288
1 hr	60	18.3584	24.4697	28.5159	33.6283	37.4209	41.1856	49.8852

Con base a los resultados obtenidos, en el cuadro anterior se puede observar que la intensidad de lluvia para los diferentes periodos de retorno hasta llegar a un periodo de 500 años, por ejemplo, la precipitación que se tendría en periodo de retorno de 100 años, a una duración de 24 horas el valor corresponde a 6.8643 mm. Al observar el valor para un periodo de retorno de 50 años con esa misma duración, la intensidad de la lluvia será de 6.2368 mm, aumentando sensiblemente este valor en el mismo tiempo de duración de la tormenta.

b) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos.

Cumplimiento: Debido a la falta de disponibilidad de información para el registro de los vientos en las estaciones meteorológicas disponibles, se optó por utilizar información digital de monitoreo en base a la necesidad de contar con información disponible de diferentes fuentes.

El avance exponencial de las tecnologías emergentes está obligado a desarrollar nuevas estrategias y modelos de contenidos digitales para su disponibilidad en diferentes sectores y objetivos a cubrir. En dichos modelos de contenidos se puede integrar la información digital actualizada. Además, se analizan cuáles son los requisitos y las circunstancias en las que se puede permitir el uso de información digital como contenido de apoyo. Lo anterior, en base a la producción de contenidos de información donde se obtengan diferentes grados de accesibilidad, usabilidad y adaptabilidad aceptables para la mayor gama de entornos y plataformas involucradas.

De acuerdo a la consulta realizada por el responsable técnico en la elaboración del manifiesto de impacto ambiental, se realizó una solicitud a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) con la finalidad de recabar información sobre los registros de temperatura, precipitación y vientos en las estaciones climatológicas del estado. Recibiendo respuesta de la mencionada solicitud el día 06 de septiembre del año en curso, donde nos fue proporcionados los registros de temperatura y precipitación de diferentes estaciones y en el caso de los vientos solo se optó por utilizar información digital de la base de datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), específicamente del mapa de isotacas para velocidades regionales, que ha sido utilizado por la CFE.

<https://www.dlupal.com/es/zonas-de-cargas-para-nieve-viento-y-sismos/viento-cfe-viento.html#&center=25.010950810695284,-106.39434814453126&zoom=9&marker=25.2496643871208,-106.4533996582>

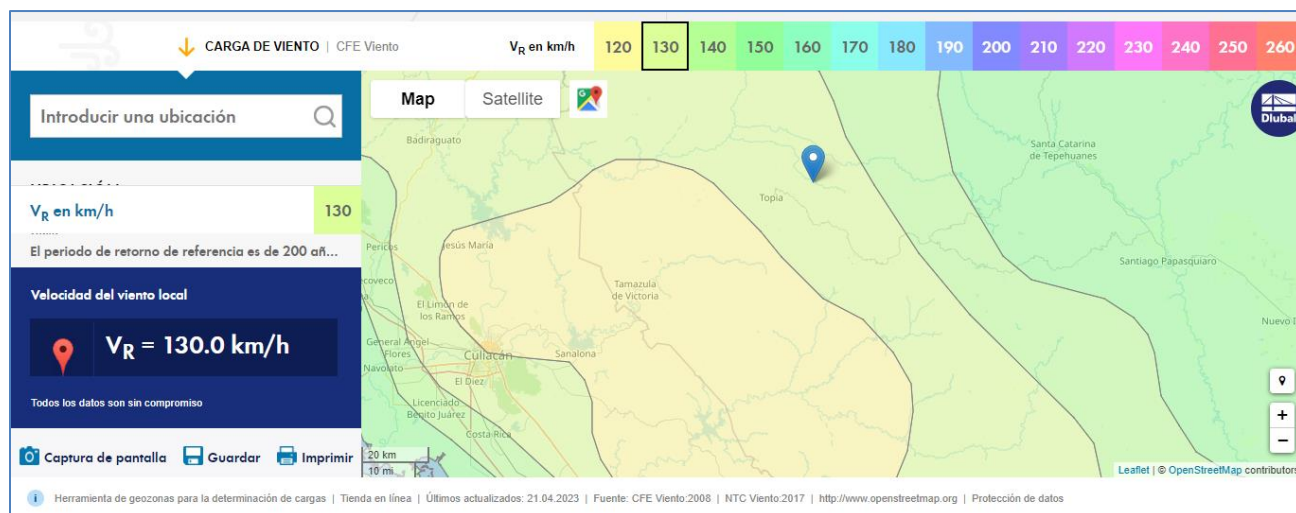


Figura III-6. Representación Gráfica del registro del comportamiento de los vientos

En la Figura anterior se aprecia como referencia que el proyecto se ubica dentro de las isotacas con un valor de 130 km/hr de acuerdo a la información plasmada por la CFE, haciendo referencia al manejo de fuentes de información con una actitud crítica y responsable que garantice la fiabilidad del tratamiento de la información disponible. Implicando un acceso a los contenidos y a los recursos analógicos y digitales, así como su almacenamiento de forma segura, su transformación de acuerdo a las necesidades, y su uso compartido para contribuir con el desarrollo del conocimiento científico-técnico y de la práctica profesional.

5.3.1.1 *El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo a la Clasificación Topográfica de la República Mexicana, incluida como Tabla 2 de la presente Norma.*

Cumplimiento: El sitio del proyecto se describió de acuerdo a la expectativa del punto a abordar en la Norma.

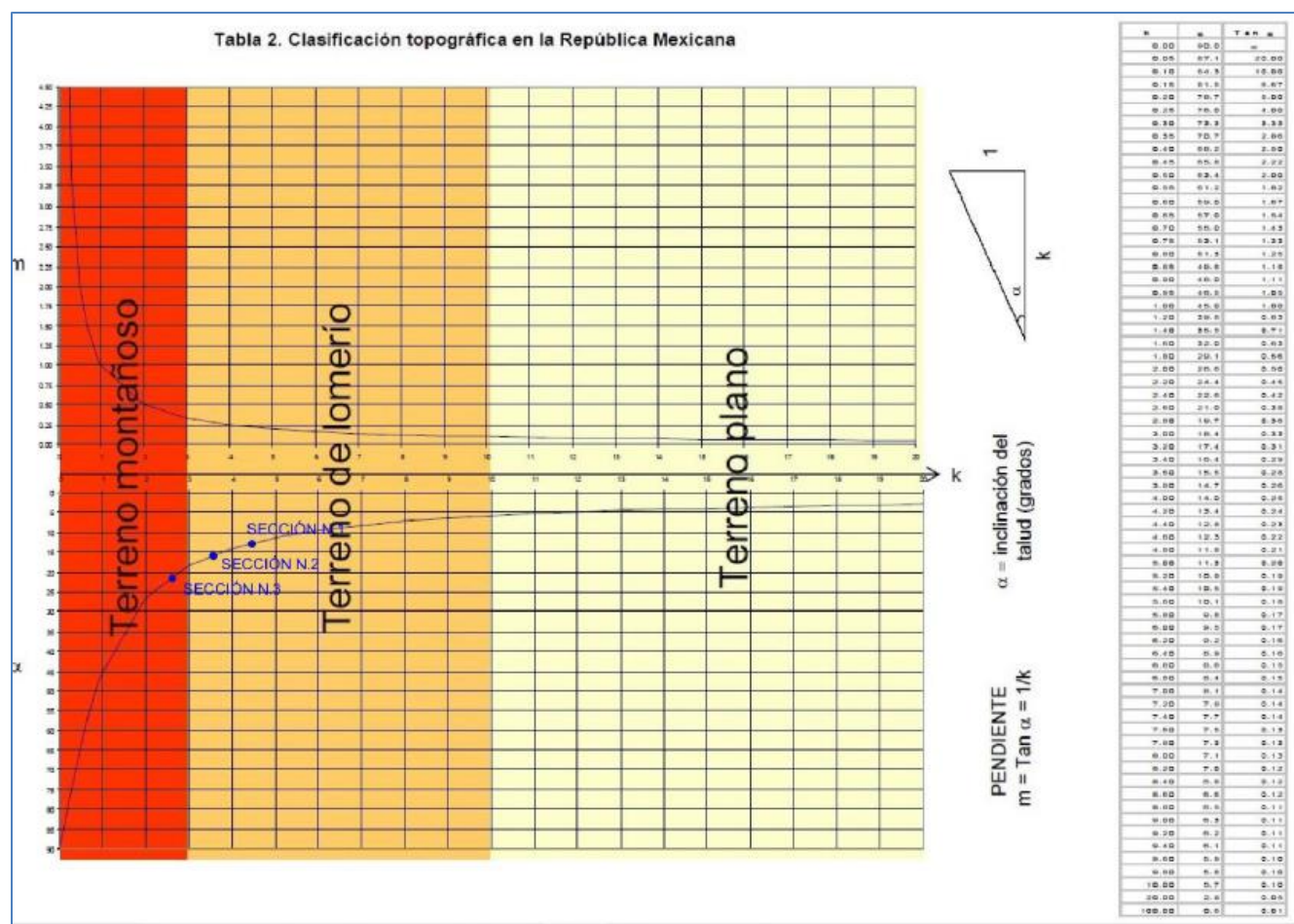


Figura III-7. Clasificación topográfica en la República mexicana

De acuerdo a las características del terreno en el sitio del proyecto, se aprecia una pendiente estimada para cada sección proyectada, que con respecto a la gráfica anterior representaría una clasificación dentro de un terreno mayormente de lomerío.

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, cuando éstas puedan ser consideradas homogéneas y se disponga de suficiente información.

Cumplimiento: Se presenta la información obtenida en la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto en el numeral IV.2.1 del presente documento, toda vez que este no cuenta con información puntual que pueda describir las características hidrométricas y pluviométricas del área.

Los valores obtenidos para la Temperatura total anual (°C) y precipitación (mm) fueron registrados en la estación meteorológica "La Huerta", Dgo., están representados durante el periodo 1982-2015.

5.3.2 Aspectos edafológicos. Se deben determinar en el sitio de ubicación de la presa de jales los siguientes parámetros del suelo: textura, conductividad eléctrica y pH. Estos parámetros físicos y químicos permiten describir el tipo de suelo para la caracterización del sitio.

Cumplimiento: A continuación, se describen algunas características edafológicas del área del proyecto. El análisis de estos parámetros es representativo en gran parte del distrito minero.



Dentro de las características edafológicas que destacan en el sitio del proyecto se define para el aspecto de la textura se describe con una Textura media para un suelo de clase Franco limosa, de acuerdo a la proporción relativa a los diferentes tamaños individuales de partículas minerales del suelo contenidas en los suelos Luvisoles y Cambisoles. Para el concepto de la conductividad eléctrica, esta se puede referir en 0.085 dS/m (decaSiemens por metro) y por último el factor pH se mantiene en un nivel de 5.4. Se presenta en el Anexo 4.2, el Informe de pruebas de laboratorio realizadas al suelo en el sitio del proyecto.

5.3.3 Aspectos geotécnicos

Los factores geotécnicos a considerar son:

5.3.3.1 *Describir la estructura geológica general y al 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 y profundidad actual de la roca intemperizada y posibilidades de alteración futura, por los agentes del intemperismo.*

Cumplimiento: Se presenta en el Anexo 4.2 el informe del análisis geotécnico a través de una barrenación de 30.5 m en el sitio del proyecto.

El análisis determino que los resultados refieren a un marco geológico que presenta una secuencia estratigráfica constituida por rocas volcánicas andesíticas del grupo Volcánico Inferior, subyaciendo a rocas riolíticas del grupo Volcánico Superior (Eoceno-Oligoceno) así como intrusivos riolíticos del terciario.

Las rocas del Grupo Volcánico Inferior son de composición andesítica y corresponden a brechas, conglomerados, tobas de grano fino y andesitas porfídicas de color café, verde, gris y violáceo de la serie Volcánica Inferior, presentando variaciones y cambios de forma lateral y lenticular.

ESTRATIGRAFIA	PROF.	DESCRIPCION	γ [t/m ³]	q_{adm} [t/m ²]	Cr [%]	ϕ [gradi]	E [MPa]
0		GM - mezcla de grava, arena y limo	1.45	7.28	53.54	17	
1							
2		Manto Rocos					
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Figura III-8. Principales características de la columna estratigráfica

Con los núcleos seleccionados del barreno y las propiedades físicas y mecánicas determinadas en laboratorio se realizó la interpretación geomecánica superficial del macizo rocoso para preparar un estudio geológico estructural del área propuesta para el depósito.

Se levantaron los datos estructurales de varios afloramientos en las áreas propuestas para el depósito de jales. Se separaron los datos correspondientes a las capas o estratos de roca de los datos derivados del fracturamiento observado y de esta manera se obtuvieron los sistemas dominantes como se indica a continuación:

Cuadro III-16. Principales sistemas estructurales en los depósitos de jales

Sistema o familia	Rumbo	Echado	Tipo de estructuras
1	NE 40° SW	17° al NW	Estratos
2	NW 18° SE	70° al SW	Fracturas
3	NE 72° SW	80° al SE	Fracturas

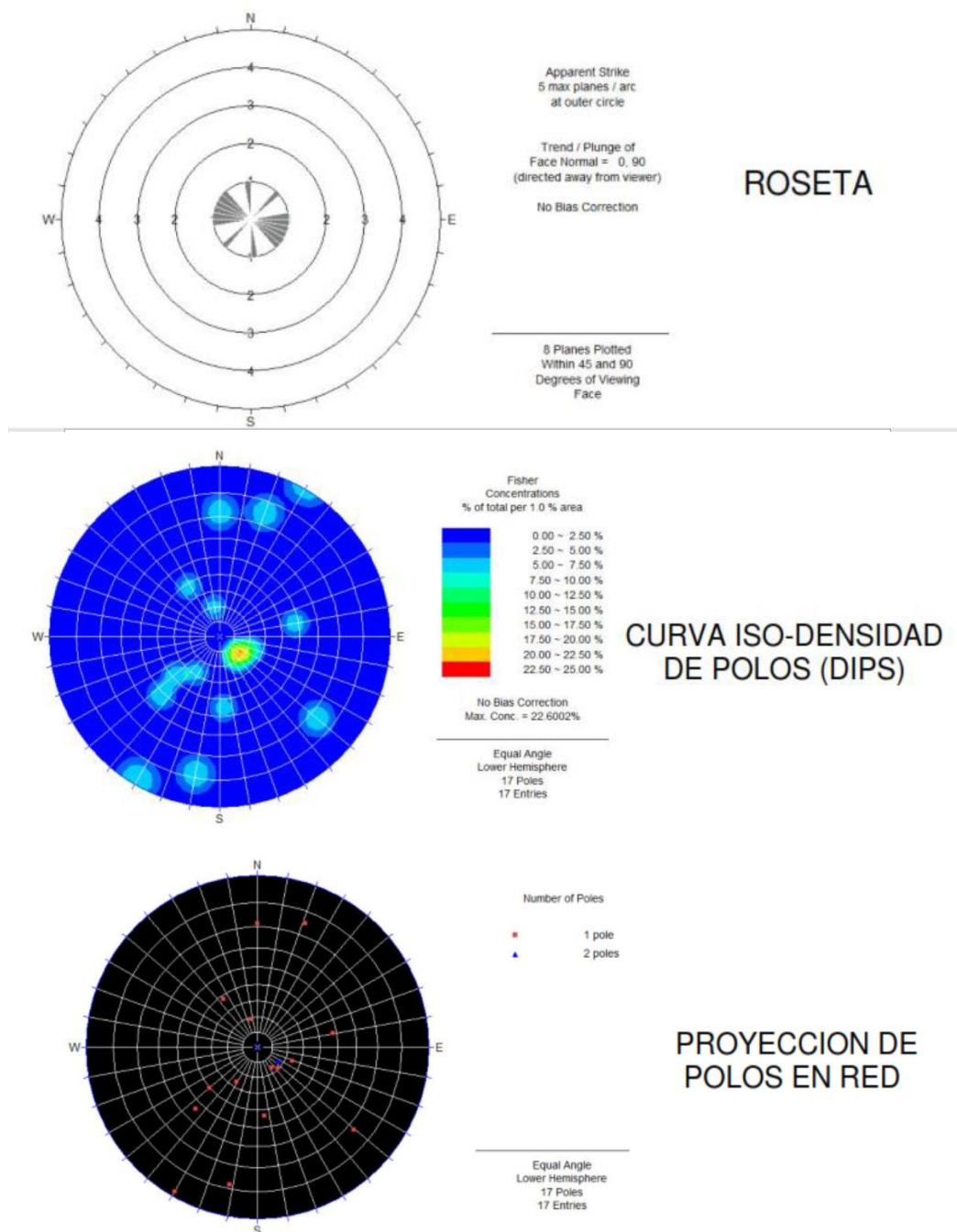


Figura III-9. Estereogramas de los principales estratos de roca identificados en mapeo geológico-estructural

En los estereogramas de las capas o estratos se observó un sistema definido con rumbo NE-SW buzando al NW. Además, se encontraron sistemas que difieren en posición e inclinación que indicarían un ligero plegamiento debido a esfuerzos de compresión.

Estereogramas de las principales familias de fracturas.

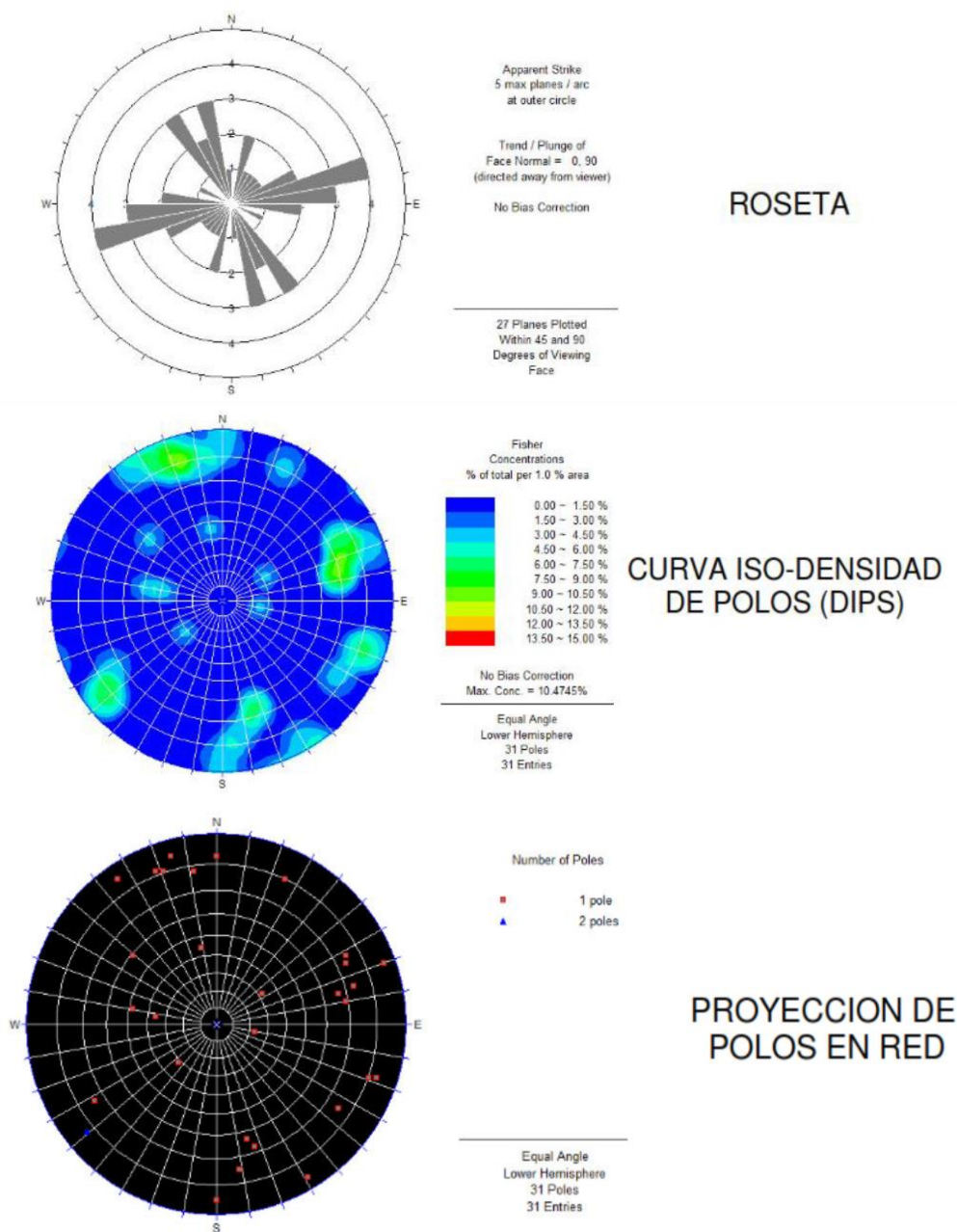


Figura III-10. Estereograma de las principales familias identificadas en mapeo geológico-estructural

Con el análisis directo, se observa que se cuenta con un arroyo intermitente secundario uno en la porción SE del área del depósito de jales. El sistema dominante de fracturas de rumbo NW-SE se aprecia en los diferentes afloramientos y se observa el cambio de echado de los estratos de roca debido a un fallamiento de tipo normal. Este fallamiento en bloques presenta poco desplazamiento vertical originado por débiles esfuerzos de compresión ya que el material de falla o gouge es de aproximadamente 2 a 10 cm de espesor.

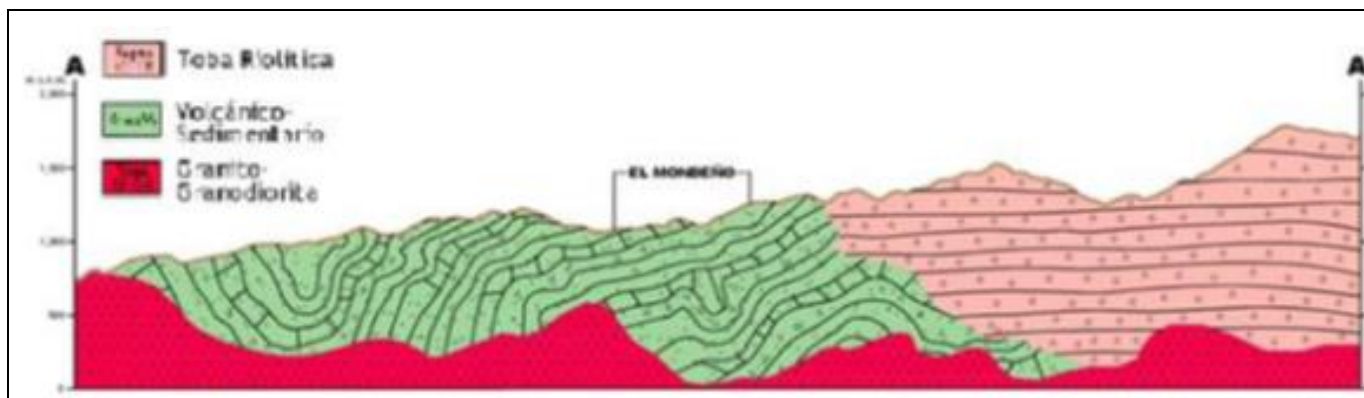
No se aprecian estrías de corrimiento muy marcado en la falla; de la misma manera con la etapa de distensión estos bloques bascularon y con el plegamiento observado genera estos cambios en los echados de las capas. No se aprecian filtraciones de agua en el material de la falla.

Las rocas más antiguas están constituidas por una secuencia vulcano-sedimentaria de edad cretácica, que abarca del Berriasiano-Aptiano (KnapVs), es evidencia de una cuenca sedimentaria en íntimo desarrollo con un arco volcánico. Está definida por una alternancia de lutitas, areniscas, calizas y tobas de composición andesítica y riolítica, presenta un espesor estimado de 500 m. Cubriendo a la unidad anterior y en aparente discordancia aflora una secuencia de tobas riolíticas con edad de entre 114 y 71 Ma. pertenecientes a las eras del Aptiano-Santoniano.

La similitud en el rango de edades de la unidad de tobas riolíticas del Aptiano-Santoniano, cuyas edades isotópicas han sido determinadas en el rango de 114 Ma. a 61 Ma., lo que permite plantear que la unidad de riolitas corresponden a un solo evento magmático asociado a un arco volcánico continental activo durante el Aptiano-Paleoceno.

Las unidades anteriores son intrusionadas por un granito con variaciones a granodiorita (TpaeGr-Gd) que queda comprendido en la faja correspondiente a los 55 Ma. $\pm$ 5 Ma. en el marco de las fajas batolíticas propuestas por Zimmermann J. L., *et al.* (1988), particularmente, este intrusivo cuenta con dos edades radiométricas una de 55.2 Ma. $\pm$ 5.2 Ma. para un granito (Zimmermann J.L., *et al.*, 1988) y otra de 44.69 Ma. $\pm$ 2.2 Ma. para una granodiorita.

Localmente el área de diseño se encuentra localizada en las estribaciones más bajas de la zona que se encuentra, geológicamente, sobre la secuencia vulcano-sedimentaria del Cretácico Inferior.



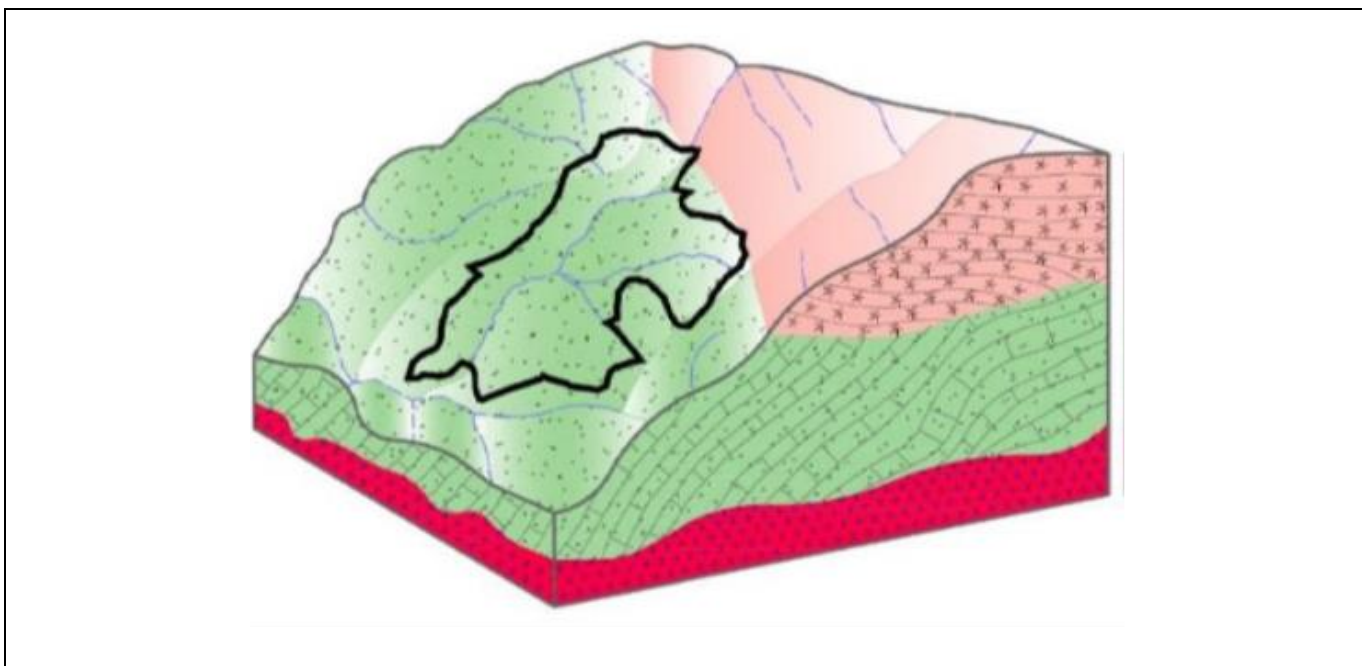


Figura III-11. Representación gráfica de la composición geológica del sitio del proyecto

en el área del depósito de jales se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias constituidas en su mayoría por una serie de lutitas a lutitas calcáreas, alternando en menor cantidad con capas de areniscas calcáreas de grano fino y en ocasiones horizontes de caliza arcillosa. Por otro lado, al oriente, en los límites de las áreas consideradas para los depósitos se encuentran sobreyaciendo rocas volcánicas de tipo básico (andesitas).

Pruebas de Permeabilidad *in Situ* Tipo Lefranc.

Se realizó pruebas de permeabilidad *in situ* tipo Lefranc en los suelos que superyacen a la formación rocosa de las áreas propuestas para los depósitos de jales. Las permeabilidades *in situ* variaron desde 2×10^{-3} cm/s hasta 1.5×10^{-6} cm/s en el terreno natural de la zona del depósito de jales.

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 o heterogeneidad de los mismos, el tipo de suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4), así como su permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte.*

Cumplimiento: Para poder determinar las propiedades mecánicas que se presentan en el sitio del proyecto, se realizó un análisis a través de un laboratorio con la finalidad de analizar los parámetros que enmarca el presente precepto normativo, en el Anexo 4.2, se encuentra el análisis referente a la caracterización del suelo.



Vista del pozo a cielo abierto para la exploración del subsuelo

Figura III-12. Excavación para muestreo del suelo

Como conclusión y de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos a la muestra tomada del sitio se dictamina que el área presenta un material granular clasificado como **Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo (GM)**, a una profundidad promedio de **1.50 mts**, con una Capacidad de carga de **0.74 kg/cm²** o bien **7.28 Ton/m²**, se podría clasificar como un suelo **semiblando** de baja o nula consolidación, que se desplanta sobre el manto de roca clasificada de acuerdo a las cartas geológicas digitales del INEGI como **Ígneas Extrusivas** y que también nos señala que en la zona se encuentran suelos **LUVISOLES**, que si concuerdan con los obtenidos del muestreo. Dentro de la zona se encuentra una falla geológica a considerar en caso de ser necesario según la magnitud del proyecto.

Como recomendación se dictamina que el material no es apto para ser empleado como desplante de cualquier tipo de infraestructura y se tendría que analizar las condiciones de carga según sea el caso del proyecto, se recomienda usar el manto rocoso como desplante para cimentaciones, bordos, etc.

En relación a la permeabilidad de este estrato de Gravas Limosas, su compacidad relativa (Cr) es igual a 53% se clasifica como un suelo **BAJO A MEDIO DENSO** por lo tanto podemos decir que su permeabilidad es alta con un valor **K** mínimo de **0.50 cm/seg**.

Cuadro III-17. Cálculo de la capacidad de carga admisible

PROYECTO:	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN LOS PREDIOS DE LA EMPRESA MINERA HERIMOVÍ UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE TOPIA DEL ESTADO DE DURANGO					
MUESTRA:	"GM" " Grava limosa; mezcla de grava, arena y limo.					
UBICACIÓN:	TOPIA, DGO 25°14'5.11"N, 106°28'44.68"O		PROF. : 1.00 MTS			
SONDEO:	UNICO					
FECHA:	nov-22					
Densidad máxima = 1.83 gr/cm³ Densidad mínima = 1.17 gr/cm³ Densidad de campo = 1.45 gr/cm³ Cohesion =c = 0.00 kg/cm² Angulo de fricción = 16.97 grados % Pasa Nº 200 = 36.00 %						
% Pasa Nº 200 36.00% Estrato 2 γ_{nat} (kg/cm³) 0.00145 γ_{min} (kg/cm³) 0.00117 γ_{max} (kg/cm³) 0.0018 Cr 0.5354 ϕ° 17						
DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA						
Densidad Natural γ_{nat} (kg/cm ³) = 0.0015						
DENSIDAD MINIMA γ_{min} (kg/cm ³) = 0.0012						
DENSIDAD MAXIMA γ_{max} (kg/cm ³) = 0.0018						
Para Df = 1.00m 100 tanfi= 0.31 0.305133 B = 2.00m 200 tan(45+fi/2)= 1.3506495 1.35065 L = 2.00m 200 tan(45+fi/2)*ti 1.8242542 1.824254						
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA						
Nc = 12.32 140 cotfi= 3.2772646 3.277265 Nq = 4.76 140 emmmm= 2.6080481 2.608048 Ng = 3.51 10.88 senofi= 0.2918484 0.291848						
FACTORES DE PROFUNDIDAD						
dc = 1.20 dq = 1.15 dg = 1.00						
FACTORES DE FORMA						
Sc = 1.39 Sq = 1.31 Sg = 0.60 0.6 c = 0.000 Kg./Cm2						
compacidad relativa(%) = Cr 53.54						
TENSION VERTICAL = q = q ₀						
q= 0.290 Kg./Cm ²						
CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q _u)						
q _u = 1.344 Kg./Cm ²						
CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA NETO (q _{neto})						
q _{neto} = 1.054 Kg./Cm ²						
FACTOR DE SEGURIDAD = FS=1/3= 0.33						
CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE						
q _{adm} = 0.74 Kg/Cm ²						

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.

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

Cumplimiento: A continuación, se aprecia gráficamente la referencia del sitio del proyecto en cuanto a las regiones sísmicas.

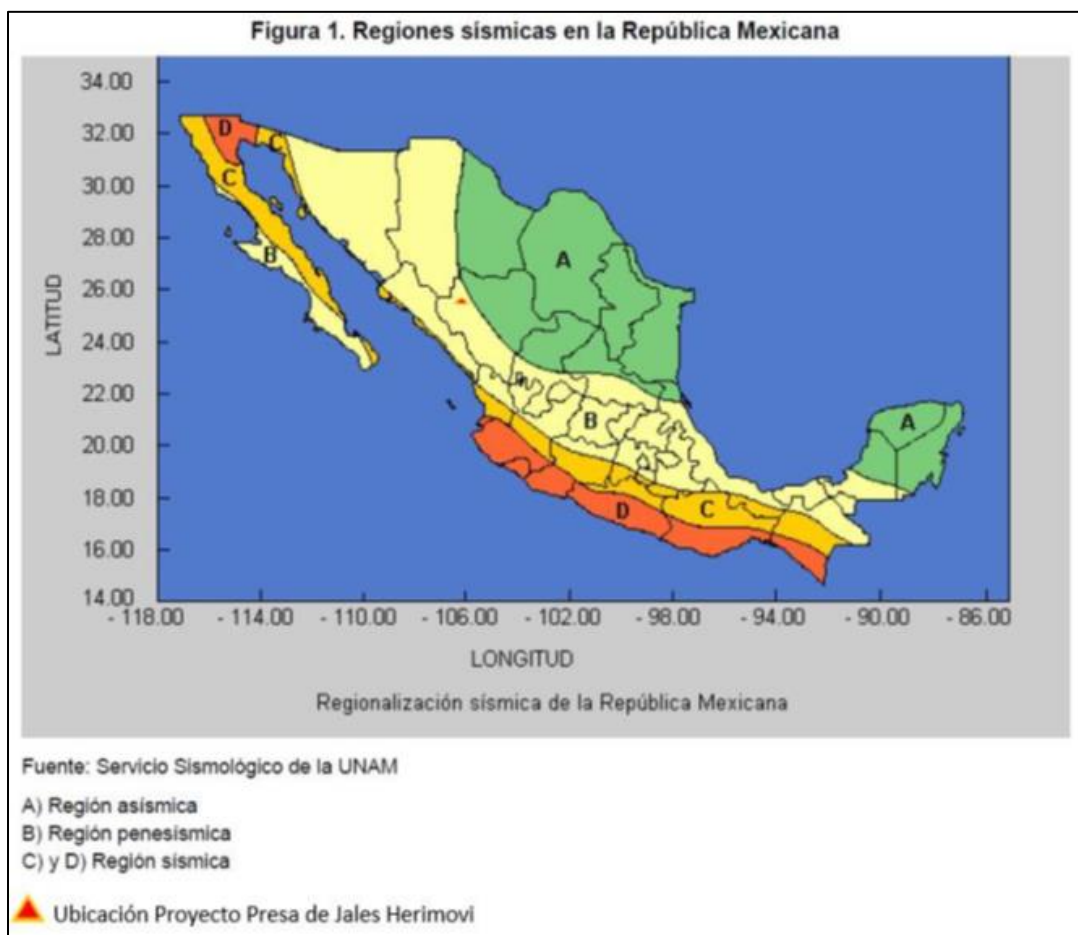


Figura III-13. Regiones sísmicas de la República mexicana

De acuerdo a la proyección cartográfica a través del sistema de información geográfica utilizado para proyectar la ubicación del sitio del proyecto con la clasificación de las regiones sísmicas en la República Mexicana (Figura 1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003) se establece que el proyecto se encuentra dentro de la Región Penesísmica.

De acuerdo al Servicio Geológico Nacional en su página de Sismotectónica SGM, el área del proyecto presentado, encontramos que, es una Zona de baja probabilidad de acuerdo a la información recabada y cuentan con reportes de no actividad sísmica en la región.

Cuadro III-18. Actividades sísmicas registradas

Información Sismotectónica	
Volcanes	NO registrado
Epicentros ocurridos ayer y hoy	NO registrado
Epicentros del 2017 a la fecha	NO registrado
Epicentros de 1902 al 2016	NO registrado
Placas Tectónicas (SGM)	NO registrado
Estructuras Tectónicas (SGM)	NO registrado

5.3.4 Aspectos hidrológicos

Para comprobar que la presa de jales no representa un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, se deben presentar los siguientes estudios:

5.3.4.1 Superficial

a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales.

Cumplimiento: a continuación, se describe la subcuenca Hidrológica (aguas arriba) delimitada de acuerdo a la ubicación del proyecto. Cabe señalar que la siguiente información es parte del cumplimiento a los incisos c y d del numeral 5.3.1 de la Norma.

La subcuenca hidrológica donde se encuentra inmerso el proyecto cuenta con una superficie de 2.652 km², se encuentra dentro de la descripción establecida por CONAGUA para la Región Hidrológica No. 10 (RH10) denominada Sinaloa y particularmente en la Cuenca Culiacán (C).

Para determinar el cálculo del caudal de la tormenta de diseño se ha utilizado el Método Racional por el cual se pretende evaluar el caudal que producirá una precipitación (tormenta de diseño).

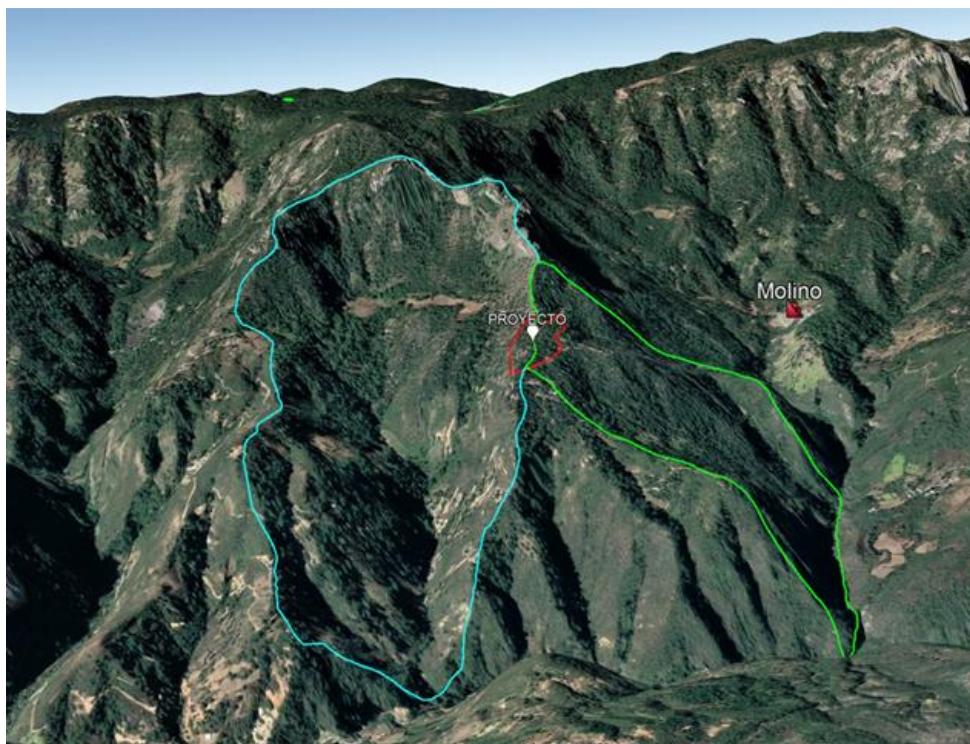


Figura III-14. Representación gráfica de la subcuenca hidrológica aguas arriba

La ecuación para determinar el agua caída (carga hidráulica) sobre la subcuenca (aguas arriba) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q(\text{m}^3/\text{hora}) = I (\text{mm}/\text{hora}) * A (\text{Km}^2)/3,6$$

Dónde: Q= Caudal (m^3/hora), I= Intensidad de la Precipitación (mm/hora), A= Superficie de la subcuenca (km^2)

En este cálculo se ha supuesto que la Intensidad I era intensidad de precipitación neta. Si I es precipitación real, solamente una parte generara escorrentía: debemos aplicar un coeficiente de escorrentía C, con lo que finalmente, la formula resultaría como a continuación se indica:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Dónde: Q= Caudal (m^3/seg), C= coeficiente de escorrentía (típicamente 0,1 a 0,7), I= Intensidad de la Precipitación (mm/hora), A= Superficie de la Cuenca (km^2)

Ahora bien, para contar con un valor real del Coeficiente de escorrentía se sigue la metodología que a continuación se describe:

El valor del Coeficiente de escurrimiento (C) ha sido determinado en función del tipo y uso de suelo de la microcuenca en estudio. A falta de información específica, con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos de la subcuenca "aguas arriba" en estudio, en tres diferentes tipos: A (suelos permeables); B (suelos medianamente permeables), y C (suelos casi impermeables), que se especifican en el cuadro siguiente y al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro C.



Cuadro III-19. Valores de K en función del tipo y uso del suelo

	VALORES DE K, EN FUNCION DEL TIPO Y USO DE SUELO	
	TIPO DE SUELO	CARACTERISTICAS
1	A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
2	B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
3	C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

De acuerdo a los datos obtenidos sobre el tipo de textura del suelo, este corresponde a suelos de tipo B, textura media, que según la definición del cuadro anterior son suelos *medianamente permeables*.

Así, para el valor del Coeficiente se toma en cuenta el siguiente cuadro que está en función de los usos de suelo y la textura del área objeto de estudio.

Cuadro III-20. Valor del coeficiente de escorrentía en función del uso del suelo y la textura del área de la subcuenca hidrológica

CLAVE	USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
		A	B	C
1	Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
	Cultivos:			
2	En Hileras	0.24	0.27	0.30
3	Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
4	Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
	Pastizal:			
	% del suelo cubierto o pastoreo			
5	Más del 75% - Poco -	0.14	0.20	0.28
6	Del 50 al 75% - Regular -	0.20	0.24	0.30
7	Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.30
	Bosque:			
8	Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
9	Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
10	Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
11	Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
12	Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
13	Camino	0.27	0.30	0.33
14	Pradera permanente	0.18	0.24	0.30



De acuerdo a la clasificación de INEGI sobre los usos de suelo y el tipo de textura se encontró que en el área de la microcuenca “aguas arriba” existe una cobertura vegetal de Bosques (Bosque de Pino-Encino y Bosque de Encino) equivalente a una superficie de 193.8999 hectáreas con un tipo de textura media para lo cual, de acuerdo al cuadro anterior, el bosque está Cubierto de más de 75%, por cual el valor del Coeficiente será de 0.24; en el mismo sentido se encontró la presencia de vegetación de Pastizales con una superficie de 71.3436 y un tipo de textura de suelo fina, para lo cual de acuerdo a la clasificación del cuadro anterior está cubierto de más del 75%, de ello el valor del coeficiente de escorrentía será igual a 0.28. Ahora bien, es necesario ponderar los coeficientes obtenidos para lo cual el valor del Coeficiente será de 0.2508.

Para el caso del valor de Intensidad de la Precipitación (I) en mm/hr se ha tomado en cuenta el valor obtenido por el cálculo de la Tormenta de Diseño desarrollado en función de los valores de Precipitación Máxima en un histórico de 30 años de la estación climatológica “La Huerta” en el municipio de Topia. Dgo., de ello el valor corresponde a 6.2368 mm/hora considerando una duración de 24 horas.

Cuadro III-21. Intensidades de lluvia de acuerdo al periodo de retorno

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	3.0597	4.0783	4.7526	5.6047	6.2368	6.8643	8.3142
18 hr	1080	3.6717	4.8939	5.7032	5.9036	7.4842	8.2371	9.9770
12 hr	720	4.8344	6.4437	7.5092	8.8554	9.8542	10.8455	13.1364
8 hr	480	5.8747	7.8303	9.1251	10.7610	11.9747	13.1794	15.9632
6 hr	360	6.8538	9.1353	10.6459	12.5546	13.9705	15.3760	18.6238
5 hr	300	7.3434	9.7879	11.4064	13.4513	14.9684	16.4742	19.9541
4 hr	240	8.0777	10.7667	12.5470	14.7964	16.4652	18.1217	21.9495
3 hr	180	9.3016	12.3980	14.4480	17.0383	18.9599	20.8674	25.2751
2 hr	120	11.3822	15.1712	17.6798	20.8495	23.2010	25.5351	30.9288
1 hr	60	18.3584	24.4697	28.5159	33.6283	37.4209	41.1856	49.8852

Una vez obtenidos los valores de las variables que considera la ecuación se sustituyen obteniendo lo siguiente:

$$Q = \frac{0.2508 * 5.6047 \frac{mm}{hra} * 2.652 km^2}{3,6}$$

$$Q = 1.0355 m^3/seg$$

Se estima un valor de 1.0355 m³/seg que se considera como el Caudal de la Tormenta de Diseño para la superficie de la subcuenca hidrológica “aguas arriba” del proyecto, en tal sentido se puede interpretar como el valor de la precipitación que logra caer en esa superficie y que alguna manera puede incidir con el proyecto.

b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000.

Cumplimiento: Para la determinación del volumen medio anual del escurrimiento de la subcuenca aguas arriba se ha tomado como base lo descrito por la NOM-011-CNA-2010 que describe lo siguiente:

El escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y de la infiltración. El volumen escurrido por este concepto aparece en un hidrograma después de haber satisfecho las demandas iniciales de interceptación, infiltración, y almacenamiento en depresiones naturales. Existen otros tipos de escurrimiento, los cuales se citan a continuación. Escurrimiento en canales: la porción de la precipitación que cae directamente en las corrientes de agua. El escurrimiento subsuperficial: la porción de la precipitación que después de infiltrarse, se mueve en el perfil del suelo y aparece más tarde como manantiales y en canales. El escurrimiento subterráneo: se define como la circulación de las aguas subterráneas hacia las corrientes y cuerpos de agua (Becerra, 1999).

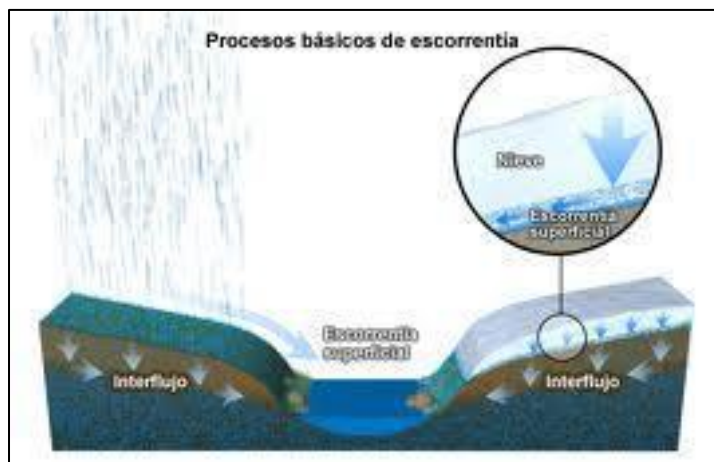


Figura III-15. Procesos básicos de escorrentias

Es definido como la cantidad de agua que fluye en la superficie dada en m³/seg. Es el volumen medio anual de agua en forma natural, proviene de una subcuenca hidrológica ubicada aguas arriba (Sánchez *et al.*, 2007).

El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento. Para la estimación del volumen medio que escurre en la microcuenca de nuestro interés se utilizó la metodología como lo indica la NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

De acuerdo con el método indirecto propuesto en la NOM-011-CNA-2000 el volumen medio anual de escurrimiento se determina mediante la siguiente expresión:

$$Ve=P*At*Ce$$

Dónde: Ve=Volumen anual de escurrimiento natural de la subcuenca (m³), P= Precipitación anual de la Microcuenca (m), At= Área de la microcuenca (m²) y Ce= Coeficiente de escurrimiento (adimensional).



La subcuenca considera una superficie de **265.24 ha**, la precipitación total anual de la zona de la subcuenca de acuerdo con estación meteorológica “La Huerta” (clave 10037 del Depto. de Meteorología e hidrología), es de **589.8 mm**.

El cálculo del coeficiente de escurrimiento se determinó de la siguiente manera: En función del tipo y uso de suelo, y el volumen de precipitación anual de la subcuenca objeto de estudio.

A falta de información específica, con el apoyo de los datos vectoriales edafológicos serie II escala 1: 250,000 publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se determinó que los suelos de la subcuenca de aporte en estudio, son suelos medianamente permeables, en diferentes proporciones y al tomar en cuenta el uso actual del suelo apoyándonos en la carta de uso de suelo y vegetación serie VII escala 1: 250,000 publicada por INEGI, se obtiene el valor del parámetro K. Para el cálculo del valor del parámetro K se considera lo establecido por el cuadro siguiente:

Cuadro III-22. Valores del K, en función del tipo del uso y tipo del suelo

Tipo de Suelo	Características		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.		
Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En Hileras	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Debido a que en la subcuenca “aguas arriba” presenta como tipo de suelo “fina” y diversos usos del mismo (Cobertura de Bosque), el valor de K se calculó conforme a los tipos de vegetación que cubren la superficie de la subcuenca, por lo cual el valor se estima en **K= 0.2508**

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

K: Parámetro que depende del tipo y uso de suelo

Coeficiente de escurrimiento anual (Ce)



Si K resulta menor o igual que 0.15

$$Ce = K (P-250) / 2000$$

Si K es mayor que 0.15

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$$

Como el valor obtenido de K en nuestra unidad de estudio es mayor a 0.15 precedemos a calcular el coeficiente con la siguiente formula:

$$\begin{aligned} Ce &= K (P - 250) / 2000 + (K - 0.15) / 1.5 \\ Ce &= 0.2508 (589.80 - 250) / 2000 + (0.2508 - 0.15) / 1.5 \\ Ce &= 0.1221 \end{aligned}$$

Obtenido el coeficiente de escurrimiento procedemos a calcular el volumen medio anual que escurre en nuestra subcuenca quedando de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} Ve &= P * At * Ce \\ Ve &= 0.68770 * 2,652,435.00 * 0.1221 \\ Ve &= 222,720.113 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Así encontramos que a nivel **subcuenca hidrológica "aguas arriba"**, el volumen medio de agua que escurre es de **222,720.113 m³/año** distribuidos en toda el área de la subcuenca.

c) Cuando tenga que utilizarse algún cauce de cualquier tipo de corriente para ubicar el depósito, determinar el gasto correspondiente en el sitio de interés.

Cumplimiento: En el sitio del proyecto, no se tiene identificado o detectado algún cauce o cuerpo de agua por lo que no se contempla determinar el gasto de algún cauce.

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.

Cumplimiento: Debido a las condiciones topográficas de la subcuenca y tomando como referencia el sitio donde se encuentra el proyecto, se ha determinado que no es factible representar gráficamente el área de *inundación* como tal. Toda vez que la subcuenca tiene una zona de desagüe o de conectividad con una zona o subcuenca limítrofe con una altitud menor, por lo que no es factible establecer una zona de inundación a diferencia de la zona de los valles. A continuación, se muestra una imagen representativa de los caracteres fisiográficos que limitan o descartan un área de inundación.

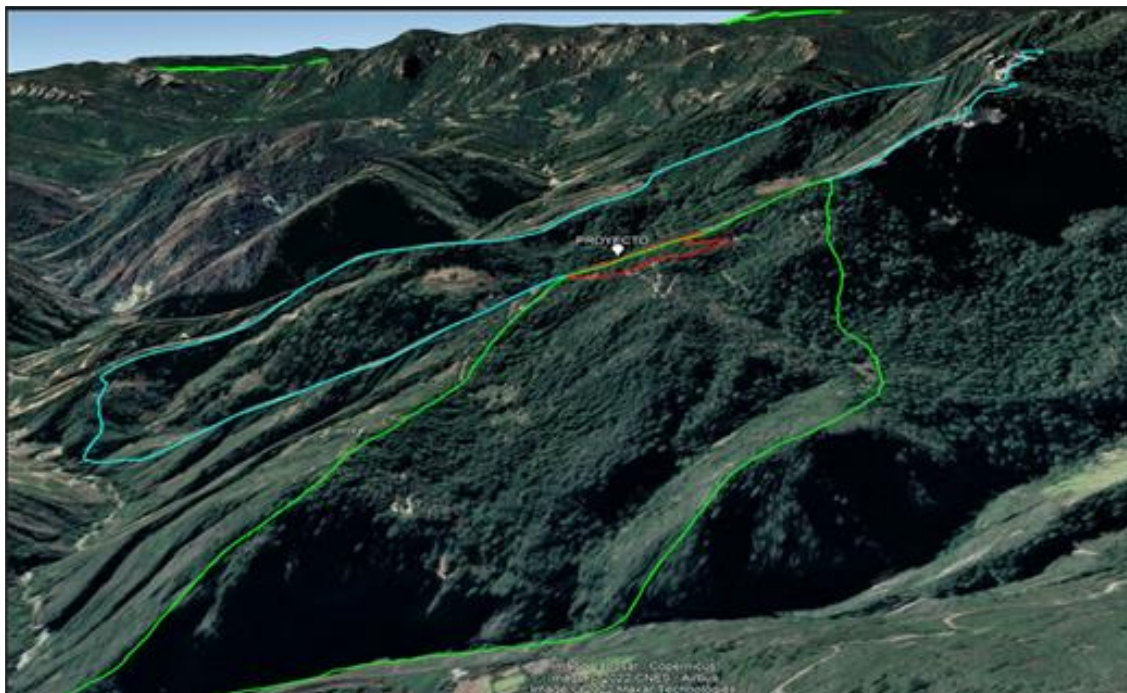


Figura III-16. Ubicación del proyecto con respecto a la fisiografía de la subcuenca



Figura III-17. Referencia de proyecto con respecto al sitio de drenaje en que se encuentra

En las imágenes anteriores, se aprecia la ubicación del proyecto referente a que este se encuentra en un parteaguas donde la altitud en que se ubica no permite la acumulación de agua pluvial a lo que se refiere como área de inundación, únicamente en la parte inferior de la cuenca se encuentra el río donde se encauza el agua procedente de los tributarios de la cuenca siguiendo su curso natural.

- 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.

Cumplimiento: Se adjunta una copia de análisis del agua (Anexo 4.2) en diferentes puntos que se encuentran cerca del área del proyecto (aguas arriba y aguas abajo), además los puntos de muestreo servirán como referencia para monitorear la calidad del agua superficial, en dichos análisis de laboratorio se consideran los parámetros especificados por la Norma y se destacan las condiciones actuales del recurso hídrico en diferentes puntos con la finalidad de recabar información y poder caracterizar en área donde se encuentra inmerso el proyecto.

Cuadro III-23. Resultados del análisis de agua arriba del sitio del proyecto

PARAMETRO	RESULTADO	INCERT.	UNIDADES	MÉTODO
pH (De campo a 25°C)	7,6	0,02	U de pH	NMX-AA-008-SCFI-2016
COND. ELÉC. (De Campo a 25°C)	445	4,6	μS / cm	NMX-AA-093-SCFI-2018
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	32,00	5,4	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2015
DQO-TS	< 30,00	---	mg / L	NMX-AA-030-2-SCFI-2011
GRASAS Y ACEITES	< 3,00	---	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2013
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	320,00	35	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2015
CIANUROS	< 0,026	---	mg / L	4500-CN-B C F SM 2005
COLIFORMES FECALES	4,6	---	NMP / 100 mL	NOM-210-SSA1-2014 Apendice H
PLOMO	< 0,0050	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
CADMIO	< 0,0020	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
COBRE	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
ZINC	2,3634	0,30	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
ALUMINIO	0,2847	0,013	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
ARSÉNICO	0,0172	0,00074	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
MERCURIO	< 0,00050	---	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2016
BARIO	0,0913	0,011	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
BERILIO	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
FERRO	0,3969	0,0055	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
SELENIO	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
MANGANESO	0,0557	0,0031	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
NÍQUEL	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
PLATA	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC

U de pH: Unidades de pH. No detectable es equivalente a < 1,1 NMP/100 mL

Cuadro III-24. Resultados del análisis de agua abajo del sitio del proyecto

PARAMETRO	RESULTADO	INCERT.	UNIDADES	MÉTODO
pH (De campo a 25°C)	7,1	0,02	U de pH	NMX-AA-008-SCFI-2016
COND. ELÉC. (De Campo a 25°C)	1 149	12	µS / cm	NMX-AA-093-SCFI-2018
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	44,62	7,9	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2015
DQO-TS	< 30,00	---	mg / L	NMX-AA-030-2-SCFI-2011
GRASAS Y ACEITES	3,23	0,57	mg / L	NMX-AA-005-SCFI-2013
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	952,00	100	mg / L	NMX-AA-034-SCFI-2015
CIANUROS	< 0,026	---	mg / L	4500-CN-B C F SM 2005
COLIFORMES FECALES	8,0	---	NMP / 100 mL	NOM-210-SSA1-2014 Apéndice H
PLOMO	< 0,0050	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
CADMIO	0,0037	0,00051	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
COBRE	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
ZINC	8,6691	1,1	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
ALUMINIO	1,4834	0,079	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
ARSÉNICO	0,0111	0,00077	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
MERCURIO	< 0,00050	---	mg / L	NMX-AA-051-SCFI-2016
BARIO	0,3090	0,026	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
BERILIO	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
FIERRO	5,2255	0,063	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
SELENIO	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
MANGANESO	2,5143	0,067	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
NÍQUEL	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC
PLATA	< 0,0500	---	mg / L	EPA 200.7 Rev 4.4 Versión EMMC

A continuación, se enlistan las coordenadas de la ubicación para la toma de muestras de aguas superficiales (aguas arriba y aguas abajo) y de la muestra de agua subterránea.

Cuadro III-25. Ubicación de puntos de muestreo de agua superficial y subterránea

Muestra	Coordenada UTM (X)	Coordenada UTM (Y)
Aguas arriba	349173	2792068
Aguas abajo	350708	2792881
Agua subterránea	349720	2792344

5.3.4.2 Subterránea

5.3.4.2.1 Cuando en el sitio seleccionado para establecer una presa de jales exista un acuífero, se debe evaluar la vulnerabilidad de éste de acuerdo con el Anexo Normativo 2.



Cumplimiento: De acuerdo a la metodología expuesta en el Anexo Normativo 2, se realizó la caracterización del acuífero en base al contenido de las Tablas 1, 2 y 3 del mismo Anexo, las características del acuífero se obtuvieron de la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Rio Culiacán (2504), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de abril de 2015.

Para lo relativo a la Tabla 1 del anexo normativo y de acuerdo a la información de la Comisión Nacional del Agua el acuífero se considera Libre, con un índice de 0.6.

Para el caso de la granulometría y litología sobreyacente (Tabla 2 del anexo normativo), esto aunado a los resultados del análisis realizado a la composición litológica en el sitio y que de acuerdo a la Tabla 2 del Anexo Normativo por considerarse roca porosa del grupo de las Tobas volcánicas, las características del acuífero lo ubican dentro de rocas consolidadas con formaciones ígneas con pequeños vestigios de toba volcánica, por lo que se obtendría un índice de 0.6. Dentro de la valoración de Profundidad del agua subterránea, se describe a una profundidad mayor a 50 m con un índice de 0.6, aplicando la fórmula para evaluar la vulnerabilidad del acuífero quedaría de la siguiente manera:

Confinamiento hidráulico del agua subterránea (G)= 0.6

Lo anterior debido a que el acuífero se considera Libre en la ocurrencia del agua subterránea.

Granulometría y litología sobreyacente (O)= 0.6

Profundidad del agua subterránea (D)= 0.60

$$V_{aq} = (G)(O)(D)$$

$$V_{aq} = (0.6)(0.6)(0.6)$$

$$V_{aq} = 0.216$$

De acuerdo al punto 2 del Anexo Normativo 2 donde se describe la valoración del índice de vulnerabilidad del acuífero. Se considera que el acuífero presenta una condición **No Vulnerable** al obtener un valor menor a 0.25.

Si bien se consultó la información contenida en el documento "Actualización de la disponibilidad media anual en el Acuífero Rio Culiacán (2504), estado de Sinaloa" (2020), en donde no refieren específicamente la profundidad del acuífero. Por lo tanto, se optó por considerar la profundidad del pozo de donde se obtuvo una muestra para el análisis de agua subterránea, la cual se registró con 62 m de profundidad. Y que de acuerdo a la Tabla 3 de la NOM le corresponde un valor del índice de profundidad de 0.60, por lo que el desarrollo de la fórmula para evaluar la vulnerabilidad del acuífero no se modificaría en cuanto a los valores presentados en la MIA-P.

De acuerdo a la configuración geométrica del Estándar Técnico y de Operaciones de las instalaciones de almacenamiento, se generó un modelo conceptual para considerar el balance de flujo del agua del depósito de jales hacia el acuífero local; el modelo empleado se basa en el análisis secuencial del llenado del depósito de jales filtrados en el cual se considera explícitamente etapas de 1 año de duración hasta el llenado total.

Conceptualmente, la modelación consistió en la colocación de jales filtrados sobre el terreno natural y la posterior infiltración del agua a través del depósito de jales; la precipitación en exceso a la

capacidad de infiltración de los jales escurrirá y solo una parte se infiltrará; parte de tal infiltración será eliminada a través de la evaporación. El objetivo del análisis es cuantificar el volumen de flujo que podría infiltrarse a la elevación del nivel de aguas freáticas (NAF) local (la cual es variable a lo largo de la sección bidimensional analizada).

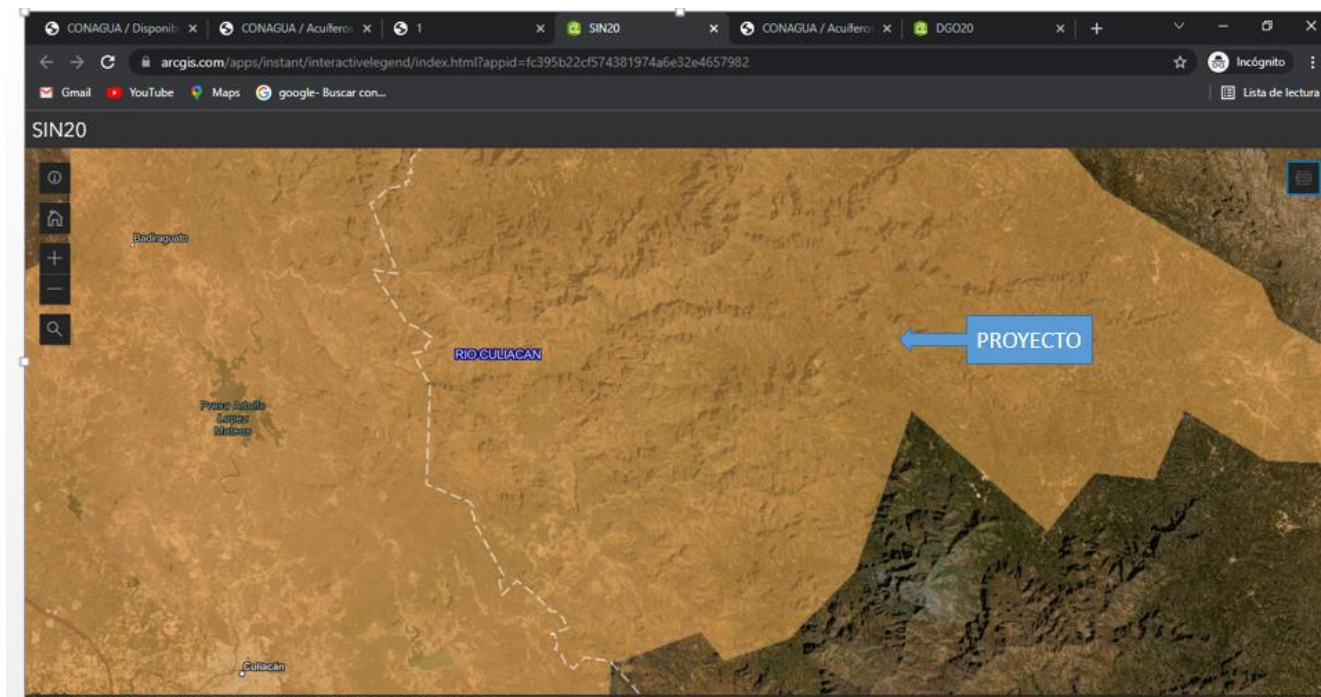


Figura III-18. Ubicación geográfica del proyecto con respecto a la delimitación del acuífero

El acuífero Río Culiacán definido con la clave 2504 en el Sistema de información geográfica para el manejo del agua subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción central del Estado de Sinaloa, entre los paralelos 24° 25' y 26° 00' de latitud norte y los meridianos 105° 47' y 108° 10' de longitud oeste, abarca una superficie de 20,389 km².

La configuración de elevación del nivel estático en 2010 variaba de 3 a 140 msnm; la dirección del flujo subterráneo está condicionada por la topografía de la zona, los valores más bajos se registran en la zona costera desde donde se incrementan hacia las zonas topográficamente más altas.

Lo anterior viene a deducir que existe una diferencia considerable desde la ubicación altitudinal del proyecto (1,949 m) con respecto a la elevación del nivel estático del acuífero que varía entre 3 y 140 msnm, aunado a que los mantos freáticos se ubican preferentemente en la zona del valle del acuífero y la permeabilidad de las rocas que componen el subsuelo. Aunado a lo anterior cabe señalar que se pretende instalar una geomembrana para evitar el contacto directo de los jales depositados con el suelo desnudo.

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 m en dirección del sitio

de depósito. En caso de que existan parteaguas de la subcuenca a menos de 500 m, se tomarán éstos como límites.

Cumplimiento: No se localizan aprovechamientos hidráulicos en un rango mínimo de 500 m de radio sobre el punto del sitio.

- 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.

Cumplimiento: En el sitio del proyecto no se registran aprovechamientos subterráneos en un radio mínimo de 500 m donde se considere una afectación significativa por el proyecto, por lo que la caracterización del agua subterránea se buscara a través de información de diferentes fuentes que permitan acrecentar la atención al presente inciso. En el Anexo 4.2 se presenta copia del análisis realizado a una muestra de agua proveniente de un pozo domestico que se encuentra aproximadamente aguas arriba del proyecto y que servirá como referencia para verificar las características actuales del agua subterránea. Como se mencionó en el Cuadro III-25 acerca de la ubicación del punto de muestreo de agua subterránea.

Cuadro III-26. Análisis físico-químicos

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Límite Máximo Permisible Modificación NOM-127-SSA1-1994
**Cianuros (mg/L) NOM-201-SSA1-2015, Apéndice Normativo A, Método A.3.14.4	<0.025	0.07
***Conductividad eléctrica promedio (µS/cm) a 25 °C NMX-AA-093 SCFI-2018	1 320	---
**Sólidos Disueltos Totales (mg/L) NOM-127-SSA1-2021, Apéndice A normativo, Método B.12	735.92	1 000.00
**Potencial de Hidrógeno a 25°C (upH) (in situ) NOM-127-SSA1-2021, Apéndice A normativo, Método B.9	7.4	6.5 - 8.5
***Sólidos suspendidos totales (mg/L) NMX-AA-034-SCFI-2015	20.03	---
***Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L) NMX-AA-030/2-SCFI-2011	54.63	---
***Grasas y aceites recuperables (mg/L) NMX-AA-005-SCFI-2013	<5	---

Método acreditado por MAAC A.C., *Método acreditado por ema, a.c, L.C.M.= Límite de cuantificación del método, -- No especificado por la norma

5.3.5 Biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos.

Se refiere a caracterizar el sitio, identificando la presencia de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, así como la ubicación de 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 a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre.

Cumplimiento: En el numeral IV.3 del presente documento se presenta el cuadro donde se registran las especies de flora y fauna silvestre y de ser el caso su categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, a continuación, se realiza un análisis sobre los valores ecológicos de flora y fauna en el SA.



Para corroborar que nuestro esfuerzo de muestro (sitios muestreados) es suficiente y adecuado para la estimación de los diferentes indicadores de riqueza, abundancia y diversidad de especies de flora en el Área de Influencia del proyecto, se analizó las curvas de acumulación de especies generadas mediante métodos no paramétricos, por lo que a continuación se muestra la metodología y resultados obtenidos.

Para una mejor apreciación sobre la ubicación de los sitios en el Anexo 7 se integra el Plano de ubicación de los sitios de muestreo dentro del área del proyecto y SA. Así mismo el análisis de diversidad se presenta en el numeral IV.3 del presente documento.

METODOS NO PARAMETRICOS:

Los estimadores no paramétricos se estimaron en el programa Estimates, donde se ingresa una matriz con los datos de especies y el número de individuos registrados por sitio, el programa realiza una aleatorización de las muestras y nos da como resultado el número de especies esperadas de acuerdo con varios estimadores.

Para el caso del presente análisis se utilizarán los estimadores ACE, CHAO1 y Bootstrap, que son los que se utilizan cuando el análisis se realiza con datos de especies y número de muestras, a continuación, se describen los mismos.

Bootstrap.-Este estimador de la riqueza de especies se basa en la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Palmer, 1990; Krebs, 1989).

ACE. - (Abundance-based Coverage Estimator) es una modificación de otros estimadores basados en datos de abundancia que superestimaban la riqueza de especies cuando el número de muestras era bajo (Colwell & Coddington 1994), por lo que está basado en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell 2004). El estimador ACE utiliza para las estimativas diez o menos individuos por muestra, (Lee & Chao 1994).

CHAO1. Se ha llamado Chao1 al estimador de Chao1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera. Como sabemos, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras.

Es decir, requerimos saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra (singletons), y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos (doubletons): $Sest = Sobs + F^2/2G$, donde: Sest es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, Sobs es el número de especies observado en una muestra, F es el número de singletons y G es el número de doubletons. En Estimates se ha integrado además una fórmula corregida para este modelo, la cual se aplica cuando el número de doubletons es cero: $Sest = Sobs + ((F^2/2G + 1) - (FG/2(G+1)^2))$.

El cálculo del error de muestreo, para determinar los índices y valores de importancia de las especies de flora del proyecto, se basó en determinar si las curvas nos indican que obtuvimos más del 85% de las especies esperadas en un sitio de muestreo.

En lo posible no se debe analizar un solo estimador para comparar con los valores observados, sino tratar de revisar la tendencia de varios estimadores. Si los valores del conjunto de estimadores se comportan de forma muy similar y presentan valores cercanos a los observados, con seguridad se ha obtenido un buen muestreo, (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004)

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA FLORA SILVESTRE EN EL PROYECTO

Los resultados obtenidos a través de la Matriz de datos se procesaron en el programa EstimateS 9.1.0., introduciendo un número de aleatorización de 100. El resultado de este proceso se presenta en el siguiente cuadro para cada estrato de flora, mismos que fueron graficados tal y como se presenta en la figura que más adelante se presenta.

Cuadro III-27. Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos para el tipo de vegetación "BPQ" para el estrato arbóreo del proyecto

MUESTRA	Riqueza Estimada	Límite inferior	Límite superior	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
1	4.25	1.73	6.77	5.08	4.48	4.26
2	6	2.87	9.13	8.04	6.57	7
3	6.96	3.69	10.24	9.09	7.66	7.91
4	7.71	4.33	11.1	10.03	8.5	8.83
5	8.38	4.87	11.88	10.76	9.02	9.54
6	8.96	5.32	12.61	10.72	9.42	10.25
7	9.5	5.7	13.3	10.91	9.94	10.85
8	10	6.02	13.98	11.38	10.5	11.5

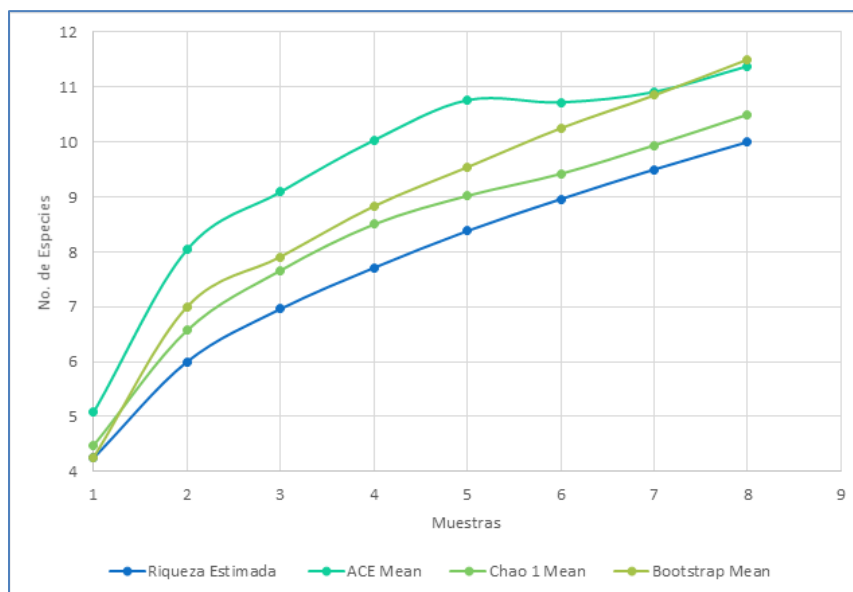


Figura III-19. Resultados No Paramétricos del estrato arbóreo para BPQ en el proyecto

Con base en el cuadro y la figura antes mostrados se puede constatar que el muestreo es óptimo para estimar los diferentes índices de biodiversidad, así como el índice de valor de importancia de las principales especies presentes en el sitio del proyecto, esto se deriva directamente del comportamiento de los valores esperados, ya que son sumamente cercanos a los observados.

Cuadro III-28. Índice de completitud del estrato arbóreo para el proyecto

Índice de Completitud		
	Riqueza Estimada	Representatividad
Especies Obs	10	
ACE Mean	11.38	88%
Chao 1 Mean	10.5	95%
Bootstrap Mean	11.5	87%
Promedio	10.845	92%

Con base en el cuadro anterior podemos asegurar que el muestreo es el adecuado ya que se obtuvo un promedio del 92% de representatividad con lo que respecta a los datos observados.

Cuadro III-29. Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos para el tipo de vegetación "BPQ" para el estrato arbustivo del proyecto

MUESTRA	Riqueza Estimada	Límite inferior	Límite superior	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
1	3.75	2.47	5.03	3.98	3.8	3.8
2	5.25	3.97	6.53	5.65	5.41	6.19
3	5.95	4.87	7.02	6.22	5.98	6.68
4	6.34	5.47	7.22	6.57	6.36	6.98
5	6.59	5.92	7.26	6.72	6.61	7.16
6	6.75	6.3	7.2	6.76	6.74	7.18
7	6.88	6.65	7.1	6.83	6.83	7.21
8	7	7	7	7	7	7.39

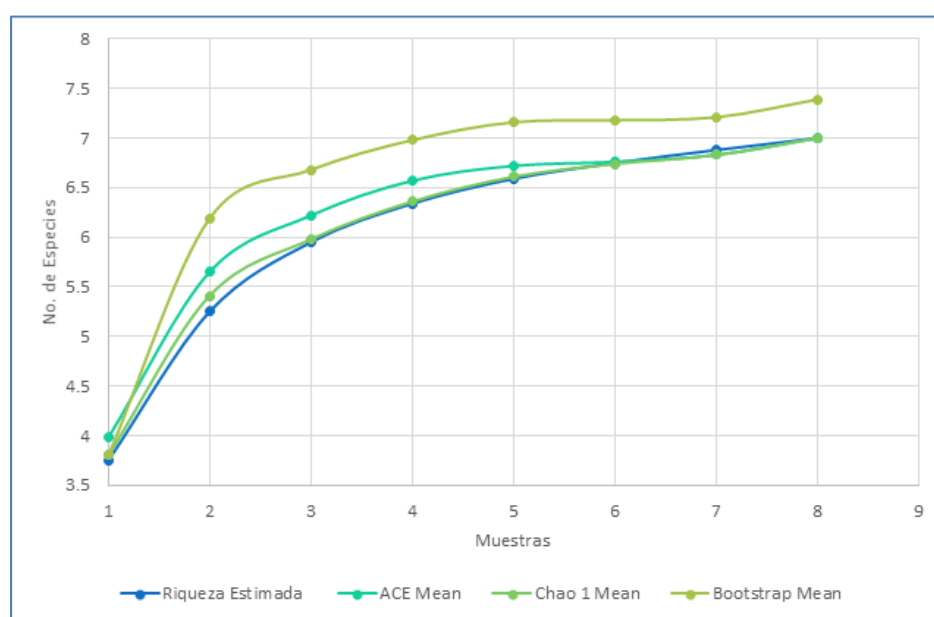


Figura III-20. Resultados No Paramétricos del estrato arbustivo para BPQ en el proyecto

Con base en el cuadro y la figura antes mostrados se puede constatar que el muestreo es óptimo para estimar los diferentes índices de biodiversidad, así como el índice de valor de importancia de las principales especies presentes en el sitio del proyecto, esto se deriva directamente del comportamiento de los valores esperados, ya que son sumamente cercanos a los observados.

Cuadro III-30. Índice de completitud del estrato arbustivo para el sitio del proyecto

Índice de Completitud		
	Riqueza Estimada	Representatividad
Especies Obs	7	
ACE Mean	7	100%
Chao 1 Mean	7	100%
Bootstrap Mean	7.39	95%
Promedio	7.0975	99%

Con base en el cuadro anterior podemos asegurar que el muestreo es el adecuado ya que se obtuvo un promedio del 99% de representatividad con lo que respecta a los datos observados.

Cuadro III-31. Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies y los métodos no paramétricos para el tipo de vegetación "BPQ" para el estrato herbáceo del proyecto

MUESTRA	Riqueza Estimada	Límite inferior	Límite superior	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
1	2.5	1.1	3.9	4.46	3.08	2.59
2	4.25	2.31	6.19	6.62	5.15	5.24
3	5.63	3.39	7.86	7.53	6.4	6.83
4	6.79	4.31	9.26	8.93	7.77	8.1
5	7.79	5.11	10.46	10.56	9.23	9.46
6	8.64	5.78	11.5	12.14	10.47	10.51
7	9.38	6.35	12.4	13.13	11.43	11.15
8	10	6.8	13.2	14.44	12.91	12.04

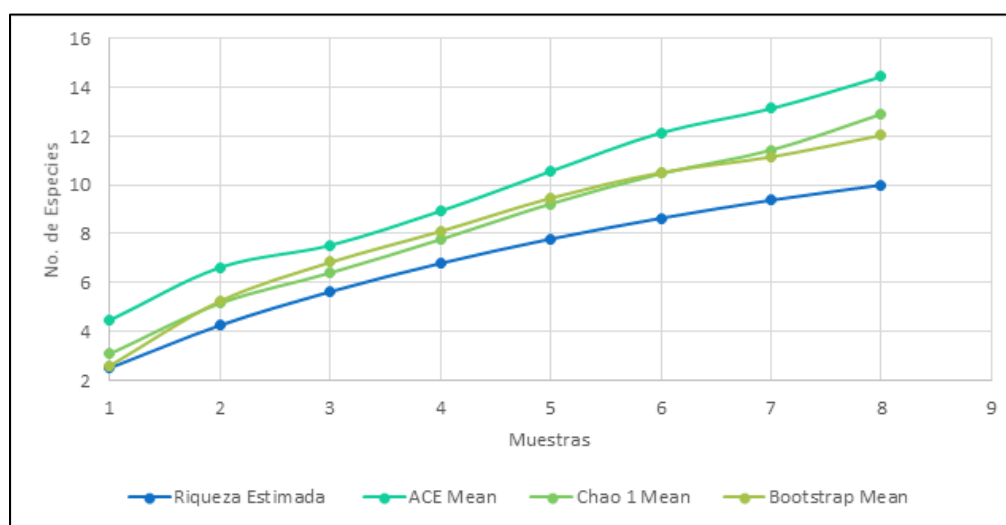


Figura III-21. Resultados no paramétricos del estrato herbáceo para BPQ en el proyecto



Con base en el cuadro y la figura antes mostrados se puede constatar que el muestreo es óptimo para estimar los diferentes índices de biodiversidad, así como el índice de valor de importancia de las principales especies presentes en el proyecto, esto se deriva directamente del comportamiento de los valores esperados, ya que son sumamente cercanos a los observados.

Cuadro III-32. Índice de Completitud del estrato herbáceo para en el proyecto

Índice de Completitud		
	Riqueza Estimada	Representatividad
Especies Obs	10	
ACE Mean	14.44	69%
Chao 1 Mean	12.91	77%
Bootstrap Mean	12.04	83%
Promedio	12.3475	81%

Con base en el cuadro anterior podemos asegurar que el muestreo es el adecuado ya que se obtuvo un promedio del 81% de representatividad con lo que respecta a los datos observados.

MÉTODOS PARAMÉTRICOS PARA FLORA SILVESTRE EN EL SITIO DEL PROYECTO

Para determinar la diversidad de una comunidad usualmente tomamos una serie de muestras. Esta información se puede resumir en una matriz especies-muestras o un vector especies-individuos. Todo dependerá de la naturaleza de los datos que utilicemos para las estimaciones de diversidad.

Ante estas situaciones donde nuestras curvas no alcanzan una asíntota también podemos recurrir a realizar predicciones del número de especies que podría haber en la comunidad, pero que no pudimos detectar en el muestreo.

Para esto, lo primero que debemos considerar es que nuestros datos sean suficientes. En otras palabras, aunque mis curvas no alcancen la asíntota, las mismas deben tener suficientes puntos que la definan (muestras o individuos) para que los métodos de predicción de la riqueza de especies sean confiables.

Si tenemos suficientes puntos, podemos ajustar modelos de regresión asintóticos. Esto nos permitiría predecir cuantas especies pudiera potencialmente contener mi muestreo si yo hubiera incrementado el número de muestras o individuos mientras trabajaba en el campo.

Entre los modelos matemáticos que se pueden usar para predecir la riqueza de especies a partir de la información colectada en un muestreo están:

Modelo logarítmico $S = \alpha + \beta \log(M)$

Este método para estimar la riqueza de especies se conoce como método paramétrico de estimación, ya que implica calcular los valores de los parámetros (letras griegas) de las funciones matemáticas que se utilizan en los modelos de regresión. Estos valores son constantes dentro del modelo predictivo y se estiman a partir del método de los mínimos cuadrados.

Cada análisis de regresión tiene un valor asociado que nos indica cuánto se dispersan los datos en torno a la curva predicha por el modelo matemático utilizado. Este valor se denomina Coeficiente de Determinación (R^2) y varía entre 0 (cero) y 1 (uno).

En términos generales, podemos decir que cuanto más se aproxime el coeficiente de determinación a 0 (CERO), menos confiable será el modelo para realizar predicciones. Por el contrario, el modelo será más confiable cuando este valor se aproxime a 1 (UNO). Este valor también se puede expresar como un porcentaje.

Por lo tanto, enseguida se realizan los cálculos por estrato y por el tipo de vegetación del Bosque de Pino-Encino.

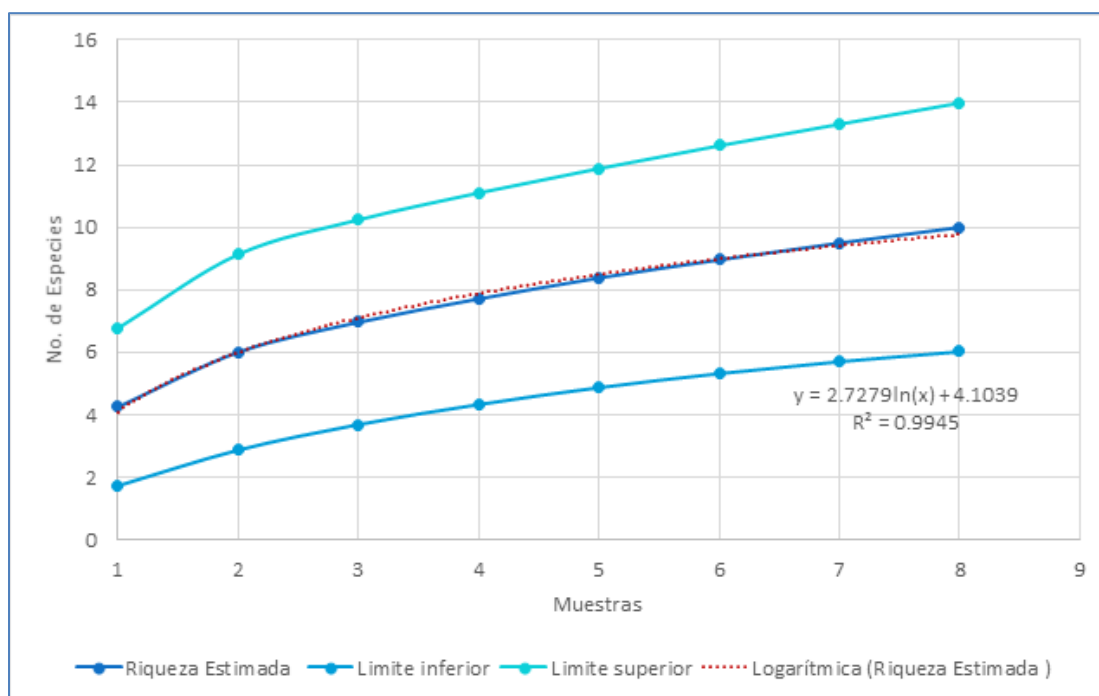


Figura III-22. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbóreo del BPQ en el sitio del proyecto

Cuadro III-33. Valores obtenidos de los modelos del estrato arbóreo del BPQ para en el sitio del proyecto

Modelo Logarítmico			
Sitios	a	b	Especies Esperadas
8	2.7279	4.1039	10
15	2.7279	4.1039	11
25	2.7279	4.1039	13

Con base en los resultados presentados en el cuadro anterior y en el valor del coeficiente de determinación (R^2) para el estrato arbóreo, indican que el modelo que presenta el mejor ajuste es el logarítmico, ya que cuenta con un valor del 99.45%, realizando la predicción del modelo se obtiene que tendríamos que levantar más del 66% de la muestra para obtener únicamente 3 nuevas especies, por lo cual se determina que se hace incosteable en cuanto a tiempo, recursos económicos y

humanos, ya que no es significativo el resultado, además de que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo.

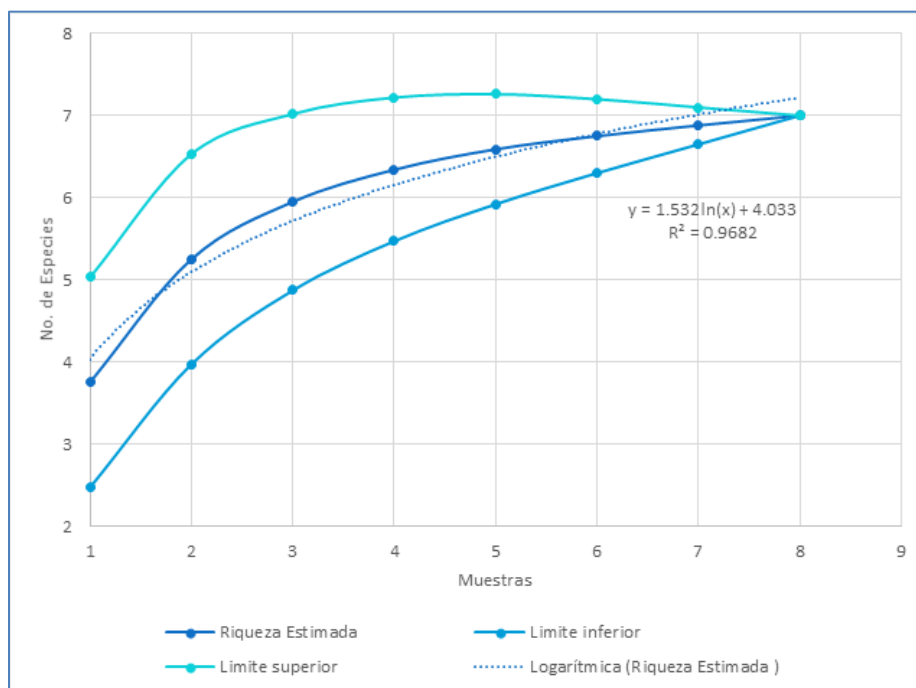


Figura III-23. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbustivo del BPQ en el sitio del proyecto

Cuadro III-34. Valores obtenidos de los modelos del estrato arbustivo del BPQ para el sitio del proyecto

Modelo Logarítmico			
Sitios	a	b	Especies Esperadas
8	1.532	4.033	7
15	1.532	4.033	8
25	1.532	4.033	9

Con base en los resultados presentados en el cuadro anterior y en el valor del coeficiente de determinación (R^2) para el estrato arbustivo, indican que el modelo que presenta el mejor ajuste es el logarítmico, ya que cuenta con un valor del 96.82%, realizando la predicción del modelo se obtiene que tendríamos que levantar hasta 3 veces la muestra tomada para obtener solamente 2 nuevas especies, por lo cual se determina que se hace incosteable en cuanto a tiempo, recursos económicos y humanos, ya que no es significativo el resultado, además de que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo.

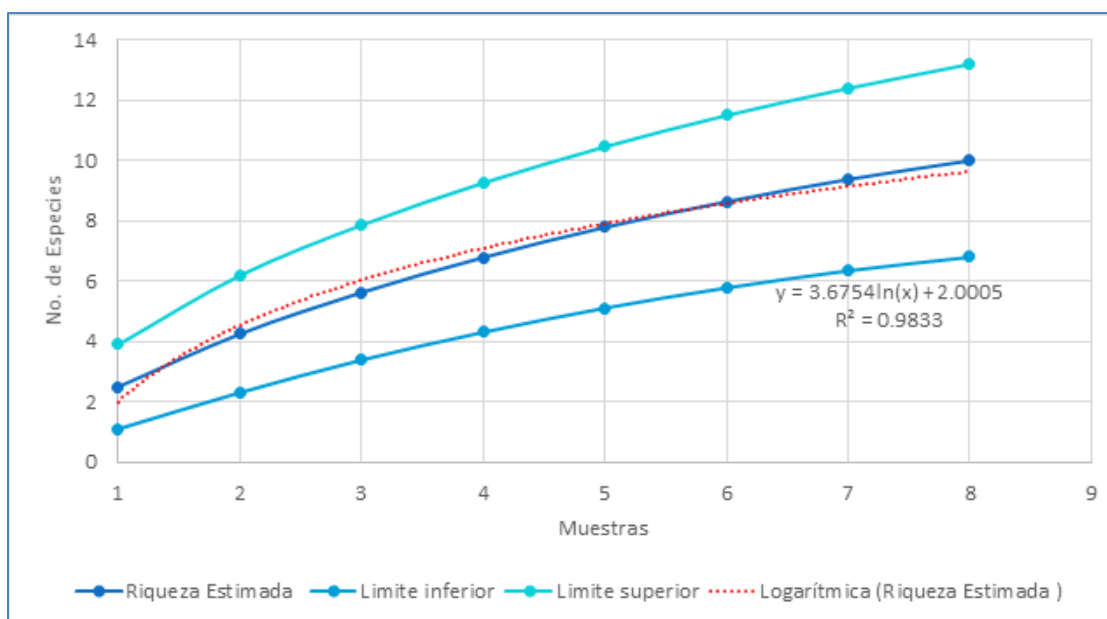


Figura III-24. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato herbáceo del BPQ en el sitio del proyecto

Cuadro III-35. Valores obtenidos de los modelos del estrato herbáceo del BPQ para en el sitio del proyecto

Modelo Logarítmico			
Sitios	a	b	Especies Esperadas
8	3.6754	2.0005	10
15	3.6754	2.0005	12
25	3.6754	2.0005	14

Con base en los resultados presentados en el cuadro anterior y en el valor del coeficiente de determinación (R^2) para el estrato arbóreo, indican que el modelo que presenta el mejor ajuste es el logarítmico, ya que cuenta con un valor del 99.33%, realizando la predicción del modelo se obtiene que tendríamos que levantar más del 65% de la muestra para obtener únicamente 2 nuevas especies, por lo cual se determina que se hace incosteable en cuanto a tiempo, recursos económicos y humanos, ya que no es significativo el resultado, además de que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo.

Es clara la necesidad de mantener la atención en los fenómenos de cambios perceptibles en los ecosistemas, especies y poblaciones silvestres, considerando sus características y sus impactos en escalas espaciales grandes y pequeñas, y en corto, mediano y largo plazo. La prevención y mitigación de daños en ecosistemas y en poblaciones de especies nativas, y la reversión de tendencias de deterioro de éstos en distintas escalas de espacio y tiempo, deben integrarse en la filosofía de trabajo de quienes ejercen la conservación y el manejo de la biodiversidad.

La conservación de la vida silvestre implica un ejercicio de aplicación de conocimiento científico y de acumulación de experiencia práctica, tanto en los aspectos biológicos como en los sociales. Con el desarrollo del proyecto de infraestructura minera, se realizarán actividades que pudieran representar cierto grado de perturbación, por lo cual se plantean medidas para la protección de la fauna y flora



silvestre de importancia ecológica o bajo alguna categoría de riesgo, que se encuentran dentro del área del proyecto.

Debido a las actividades que contempla el proyecto, se plantea llevar a cabo el presente Programa de Rescate de Flora y Fauna, utilizando técnicas específicas para las especies en los rubros de captura (fauna), extracción, manipulación y su reubicación.

Las acciones para la conservación de especies en riesgo se enfocarán principalmente a fauna silvestre, ya que no se registraron especies bajo alguna categoría de riesgo de flora silvestre dentro del proyecto que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

En el Anexo 9 de la MIA-P se presentó el Programa de Rescate y Protección de Fauna Silvestre, donde se menciona que los esfuerzos de conservación estarán enfocados a especies de reptiles que fueron registradas en el sistema ambiental y que por su desplazamiento pudieran en un momento dado encontrarse dentro del área del proyecto, ya que no se puede descartar la posibilidad de registrar algún ejemplar dentro del proyecto.

Las especies registradas fueron *Crotalus molossus* y *Elgaria kingii*, bajo Protección especial (Pr), así como *Pituophis deppei* y *Thamnophis eques*, bajo la categoría de riesgo de Amenazada (A). a estas especies se les dará mayor importancia en el manejo adecuado en caso de registrarse algún ejemplar dentro del proyecto con la aplicación de métodos y técnicas expuestos en el mencionado programa de rescate.

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), la "vida silvestre" son los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre.

El término "rescate" se deberá entender como la acción de liberar a un organismo de alguna amenaza, peligro, daño o molestia y colocarlo en un lugar fuera del alcance de la actividad antropogénica, algún sitio que presente condiciones similares.

En suma, la "protección", se refiere a preservar los hábitat naturales y ecosistemas frágiles de alteración, además de aprovechar de manera racional y sostenidamente los recursos naturales; salvaguardando la diversidad genética de las especies, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT, 2010); mientras que la "conservación", es un término que se emplea para denominar todas las actividades que ayuden a mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales. Finalmente, cabe señalar el concepto de "manejo", refiriéndose éste a los métodos y técnicas que permitan manipular a los individuos de plantas y animales que tengan que ser rescatados, conservados o protegidos.

En caso de encontrarse algún ejemplar dentro del proyecto se seguirán las siguientes indicaciones:

Captura de fauna silvestre

La captura a través de recorridos diurnos o nocturnos, de forma sistemática o no, ejecutándose con ayuda de instrumentos y dispositivos que aumenten la capacidad de observación y captura de los

individuos. Procurando enfocar los esfuerzos hacia lugares o hábitats más comunes para la fauna silvestre que interesa en el presente programa.

La herpetofauna muestra actividad máxima después de la salida de sol (*Crotalus molossus*, *Elgaria kingii*, *Pituophis deppei* y *Thamnophis eques*), en horas de luz se encuentran en sitios de descanso o alimentación, por lo que, dependiendo la hora del día, habrá que poner más atención en ciertos comportamientos y lugares potenciales de distribución.

En caso de avistamiento de algún ejemplar se efectuará una colecta oportunista en el transecto que recorre el área de aprovechamiento, utilizando guantes de carnaza, bolsa de manta y un bastón herpetológico en el caso de los reptiles para el manejo adecuado de los individuos.

Materiales

Debido a que muchos reptiles, sobre todo las serpientes, son peligrosos, el colector debe utilizar botas altas y gruesas y guantes igualmente gruesos para evitar mordeduras. Con un pico de geólogo puede voltear las piedras en busca de reptiles o escarbar en los hoyos y madrigueras de roedores.

Para capturar estos ejemplares de reptiles se puede hacer con una pértiga para especies pequeñas. Una trampa que puede dar buenos resultados, consiste en escarbar un hoyo en el suelo y meter un recipiente grande, de paredes lisas (vidrio o lámina). Este se cubre parcialmente con una piedra apropiada y se disimula, de tal manera que quede algo levantada sobre la superficie del suelo y los reptiles la consideren un buen refugio.

La captura de estas especies requiere de un procedimiento el cual consiste en inmovilizar la cabeza, sujetándola con un bastón contra el suelo en un lugar firme, para poder tomar la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo, para posteriormente depositarla en una bolsa de tela (Gallina et al., 2011).



Figura III-25. Equipo para la manipulación de la herpetofauna

El traslado de los individuos que puedan ser encontrados y capturados en el área del proyecto, se efectuará a una zona de reubicación fuera del área de influencia del proyecto; dependiendo las condiciones del lugar, a un área con vegetación y condiciones similares a las que se haya encontrado, tomando en cuenta que sea un sitio fuera del impacto antropogénico, provocado por el proyecto.

Métodos de trampeo

Las trampas embudo son la manera clásica de coleccionar reptiles y una de las mejores para coleccionar serpientes (Bennett, 1999). Estos métodos permiten capturar a los individuos vivos y así obtener información sobre su coloración, dieta, etc., y también permite, si la especie es conocida, liberarla. Son ventajosos en estudios muy específicos y prolongados, y no son recomendables para estudios de corta duración y en zonas tropicales porque requieren de una fuerte inversión de tiempo y personal.

Una técnica que se propone es la colecta oportunista a través de recorridos en el área del proyecto llevando consigo guantes de carnaza, bolsa de manta y un bastón herpetológico para el caso específico de los reptiles reportados en el área, al encontrarse un ejemplar se manipulará cuidadosamente con el bastón para no estresarlo, sujetando la cabeza con dicho bastón se coloca dentro de las bolsas de manta y se anuda para evitar su fuga, como se muestra en la figura siguiente.

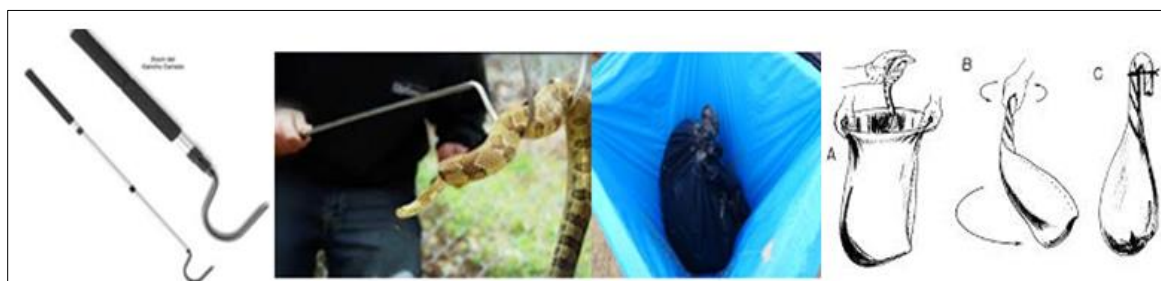


Figura III-26. Manipulación de la herpetofauna

Mediante estas acciones se logrará cumplir con los objetivos establecidos en el presente programa, colaborando de esta manera a la conservación de los recursos naturales (fauna silvestre).

Liberación de los individuos

La liberación de los ejemplares se realizará dependiendo de los ambientes específicos para cada grupo y/o especie, considerando la conducta territorial de cada especie. De este modo, los reptiles serán liberados en grupos familiares o en parejas de reproductores. Antes de reubicar a los animales en su nuevo hábitat natural, se deben verificar los siguientes aspectos:

- La existencia de la especie en el sitio de reubicación.
- La dinámica poblacional de las especies.
- Una evaluación del hábitat.
- La posible interacción del individuo con las poblaciones locales (Depredador-presa, competencia, parásitos, etc.).

Los animales que sean capturados serán reubicados en áreas con características similares a su hábitat de origen.

Después del término de las actividades involucradas en las primeras etapas del proyecto, la fauna comenzará a integrarse de forma autónoma en las cercanías, sin alterar el flujo génico de las poblaciones y la reproducción de nuevos individuos de las especies en el área de estudio.



Para verificar la sobrevivencia de los ejemplares reubicados, se realizará un seguimiento consecutivo posterior a la liberación, a través de monitoreos para constatar la frecuencia de las especies y el número de individuos.

Se establecerán carteles alusivos donde se mencione la prohibición de actividades para evitar que cacen, capturen, dañen o comercialicen especies de fauna silvestre, principalmente los listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para evitar atropellamientos a fauna, en su caso, se recomendará a los conductores de vehículos y maquinaria se desplacen a una velocidad máxima de 10 km por hora en cercanías a la realización del proyecto.

Se contará con la presencia en el predio de un supervisor con conocimientos en materia ambiental, durante la realización de las etapas de preparación del sitio y construcción para llevar a cabo las actividades de monitoreo, captura y reubicación de fauna silvestre.

Dado que la zona de reubicación forma parte del mismo sistema ambiental donde se encuentra inmerso el proyecto, las condiciones homogéneas indican que no se corre el riesgo de alterar el hábitat introduciendo especies ajenas a ese ecosistema y encontrándose la distancia entre el área de estudio y la zona de reubicación relativamente corta, existe una amplia posibilidad de que sea una sola comunidad de fauna, y que el flujo genético entre ambas zonas sea constante.

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.*

Cumplimiento: A través del cumplimiento al precepto normativo anterior, se presentan las especies de flora y fauna encontradas en el sitio del proyecto y área de influencia y que a través de un análisis de la NOM-059-SEMARNAT-2010, resultando que se encuentran algunas especies enlistadas en dicha Norma, descartando la afectación hacia algún ejemplar con mayor importancia ecológica en el entorno natural tras la implementación de medidas preventivas. De igual manera en el numeral IV.3 del presente documento, se describen los factores bióticos del proyecto.

En base a los recorridos que se realizaron dentro del sistema ambiental en el que se encuentra inmerso el proyecto, se optó por seleccionar sitios con características semejantes al área del proyecto, con la finalidad de proponerlos en caso de ser necesaria la captura y reubicación de algún ejemplar de fauna silvestre para salvaguardar su integridad y evitar ponerlo en riesgo.

A continuación, se presentan las coordenadas seleccionadas para la reubicación de fauna silvestre rescatada, en caso de ser necesario.

Punto	Coordenada UTM (X)	Coordenada UTM (Y)
1	349838	2790591

La selección de estos sitios se debe en gran medida a una distancia prudente del proyecto donde se pueda salvaguardar la integridad de la fauna rescatada, contando con condiciones similares al sitio del proyecto, ya que se describe como Bosque de Pino-Encino (BPQ) y que se encuentra dentro del



sistema ambiental favoreciendo las condiciones de éxito para el establecimiento de la fauna rescatada.

Otro factor que influye es la escasa presencia humana y paso de vehículos por el lugar, así mismo no se registró infraestructura o actividades productivas de gran escala que se desarrollen a la redonda, por lo que los ejemplares que sean reubicados tendrán un mínimo contacto con personas, vehículos o actividades productivas que puedan comprometer su integridad.

La ejecución de este programa es una medida para la conservación de las especies silvestres y es una herramienta muy útil para el mantenimiento de la biodiversidad local. La reubicación de animales desde un lugar geográfico a otro es cada vez más utilizada como parte de las estrategias destinadas a resolver los conflictos que se producen entre los proyectos para el desarrollo humano y la sobrevivencia de las poblaciones de animales silvestres.

Las medidas para garantizar la sobrevivencia de los individuos a reubicar, comienzan desde la aplicación de las técnicas para la captura y el manejo de fauna silvestre, las cuales están encaminadas a evitar daños y/o estrés en los ejemplares, para lo cual se iniciará el Plan de Rescate con prácticas de ahuyentamiento, continuando con una intervención paulatina de las actividades a realizar dentro del área.

Con la finalidad de que las especies de vertebrados terrestres se desplacen por sus propios medios, evitando con ello que los organismos corran riesgos innecesarios; sólo en el caso de especies de poca agilidad, será preciso emplear métodos estándares para la captura, manejo y transportación, por la seguridad tanto de los ejemplares como del personal capacitado que realice estas tareas.



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 nombres comunes y científicos.

Cumplimiento: De acuerdo a la información obtenida por la Carta de Uso de Suelo y Vegetación y conforme a lo determinado en el muestreo de campo que se realizó para este proyecto se concluyó que la vegetación localizada en el área del proyecto corresponde a Bosque de Pino-Encino (BPQ).

Cuadro III-36. Tipo de condición en el área del proyecto

Polígono	Clave	Tipo de vegetación	Estado sucesional	Estado de conservación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Depósito de Jales filtrados	BPQ	Bosque de Pino-Encino	Vegetación primaria	Bueno	3.555	100.00
Total=					3.555	100.00

Cuadro III-37. Estimación de los diferentes estratos y sus indicadores

ESTRATO ARBOREO																
No.	Nombre científico	ni	Área basal (m²)	Dominancia relativa	Densidad relativa	N-sitios	Frecuencia relativa	VIE	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef
									Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)			
1	Acacia farnesiana	4	0.0008	0.016	1.754	2	5.882	7.652	0.017544	-4.043051	-1.755875	-0.070931	-0.030805	0.000308	0.662266	1.657658
2	Acacia schaffneri	1	0.0001	0.002	0.439	1	2.941	3.381	0.004386	-5.429346	-2.357935	-0.023813	-0.010342	0.000019		
3	Arbutus arizonica	45	0.3464	6.859	19.737	6	17.647	44.243	0.197368	-1.622683	-0.704722	-0.320266	-0.139090	0.038954		
4	Juniperus flaccida	1	0.0079	0.156	0.439	1	2.941	3.535	0.004386	-5.429346	-2.357935	-0.023813	-0.010342	0.000019		
5	Pinus engelmannii	34	1.6541	32.755	14.912	6	17.647	65.315	0.149123	-1.902985	-0.826456	-0.283778	-0.123243	0.022238		
6	Pinus herrerae	2	0.0014	0.028	0.877	1	2.941	3.846	0.008772	-4.736198	-2.056905	-0.041546	-0.018043	0.000077		
7	Pinus maximinoi	3	0.0912	1.806	1.316	3	8.824	11.945	0.013158	-4.330733	-1.880814	-0.056983	-0.024748	0.000173		
8	Quercus durifolia	16	0.2001	3.963	7.018	1	2.941	13.922	0.070175	-2.656757	-1.153815	-0.186439	-0.080969	0.004925		
9	Quercus laeta	61	0.8882	17.589	26.754	6	17.647	61.991	0.267544	-1.318472	-0.572605	-0.352749	-0.153197	0.071580		
10	Quercus viminea	61	1.8597	36.827	26.754	7	20.588	84.170	0.267544	-1.318472	-0.572605	-0.352749	-0.153197	0.071580		
		228	5.0497	100.000	100.000	34	100.000	300.000			H	-1.713068	-0.743976	0.209872		
	RIQUEZA	10									H'	1.713068	0.743976	Simpson		
											Equidad	0.743976	0.743976	0.790128		
											Dominancia	61	0.267544			
											Dominancia		0.209872			
ESTRATO ARBUSTIVO																
No.	Nombre científico	ni	Área basal (m2)	Dominancia relativa	Densidad relativa	N-sitios	Frecuencia relativa	VIE	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef
									Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)			
1	Acacia greggii	21	50.7368	41.474	8.824	4	13.333	63.631	0.0882353	-2.4277482	-1.0543577	-0.2142131	-0.0930316	0.0077855	0.4537426	1.0964370
2	Agave inaequidens	86	14.8971	12.177	36.134	7	23.333	71.645	0.3613445	-1.0179234	-0.4420785	-0.3678211	-0.1597427	0.1305699		
3	Aloysia wrightii	60	26.1724	21.394	25.210	6	20.000	66.604	0.2521008	-1.3779261	-0.5984257	-0.3473763	-0.1508636	0.0635548		
4	Buddleja americana	11	10.5950	8.661	4.622	3	10.000	23.283	0.0462185	-3.0743754	-1.3351843	-0.1420930	-0.0617102	0.0021361		
5	Crataegus rosei	2	1.2723	1.040	0.840	1	3.333	5.214	0.0084034	-4.7791235	-2.0755470	-0.0401607	-0.0174416	0.0000706		
6	Dodonaea viscosa	5	2.2070	1.804	2.101	3	10.000	13.905	0.0210084	-3.8628328	-1.6776070	-0.0811519	-0.0352438	0.0004414		
7	Eysenhardtia platycarpa	53	16.4541	13.450	22.269	6	20.000	55.719	0.2226891	-1.5019788	-0.6523011	-0.3344743	-0.1452603	0.0495904		
		238	122.3348	100.000	100.000	30	100.000	300.000			H	-1.5272904	-0.6632938	0.2541487		
	RIQUEZA	7									H'	1.5272904	0.6632938	Simpson		
											Equidad	0.7848720	0.7848720	0.7458513		
											Dominancia	86	0.3613445			
											Dominancia		0.2541487			

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”



ESTRATO HERBACEO																
No.	Nombre científico	Densidad absoluta	Densidad relativa	Cobertura absoluta (%)	Cobertura relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	VIE	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef
									Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)			
1	<i>Aegopogon cenchroides</i>	3	15.7895	28	23.934	3	15.000	54.723	0.157895	-1.845827	-0.801632	-0.291446	-0.126574	0.024931	2.29416	3.05661
2	<i>Bidens odorata</i>	2	10.5263	3	2.154	2	10.000	22.680	0.105263	-2.251292	-0.977724	-0.236978	-0.102918	0.011080		
3	<i>Cologania angustifolia</i>	2	10.5263	20	16.894	1	5.000	32.421	0.105263	-2.251292	-0.977724	-0.236978	-0.102918	0.011080		
4	<i>Cynara cardunculus</i>	1	5.2632	5	4.224	1	5.000	14.487	0.052632	-2.944439	-1.278754	-0.154970	-0.067303	0.002770		
5	<i>Eragrostis intermedia</i>	2	10.5263	18	14.782	2	10.000	35.309	0.105263	-2.251292	-0.977724	-0.236978	-0.102918	0.011080		
6	<i>Oxalis albicans</i>	1	5.2632	5	4.224	1	5.000	14.487	0.052632	-2.944439	-1.278754	-0.154970	-0.067303	0.002770		
7	<i>Pteridium aquilinum</i>	1	5.2632	5	4.224	1	5.000	14.487	0.052632	-2.944439	-1.278754	-0.154970	-0.067303	0.002770		
8	<i>Rumex pulcher</i>	1	5.2632	5	4.224	1	5.000	14.487	0.052632	-2.944439	-1.278754	-0.154970	-0.067303	0.002770		
9	<i>Schkuhria pinnata</i>	3	15.7895	18	14.782	2	10.000	40.572	0.157895	-1.845827	-0.801632	-0.291446	-0.126574	0.024931		
10	<i>Stevia serrata</i>	3	15.7895	13	10.559	6	30.000	56.348	0.157895	-1.845827	-0.801632	-0.291446	-0.126574	0.024931		
		19	100.0000	118	100.000	20	100.000	300.000			H	-2.205155	-0.957687	0.119114		
	RIQUEZA	10									H'	2.205155	0.957687	Simpson		
											Equidad	0.957687	0.957687	0.880886		
											Dominancia	3	0.157895			
											Dominancia		0.119114			



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:*

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 de jales en la República Mexicana. También se aplicarán las medidas señaladas en el punto 5.7 relativas a la etapa de post-operación.*

Cumplimiento: En consideración de que pueda haber potencial de daño debido a que el jal es peligroso por generación de drenaje ácido se manifiesta que la ubicación del proyecto lo posiciona a 1.3 km al sureste de la población más cercana denominada "Potrero sin Agua", esto aunado a la topografía que separa aún más algunos efectos que se originarán en el proyecto como emisiones de ruido o de polvo, principalmente.

Para el caso de las medidas a implementar de acuerdo a la clasificación expuesta en el Anexo Normativo 3, bajo las condiciones de una zona húmeda, el terreno de lomerío y área penesísmica, se considera como método constructivo más recomendable es el combinado "Aguas Abajo y Aguas Arriba con enrocamiento", considerando un análisis de estabilidad estático o sísmico con elemento finito, realizando el monitoreo a través de Piezómetros y Referencias superficiales, aplicando el sistema decantador drenante de alcantarilla con sección portal. Hay que considerar que las medidas descritas y propuestas como más recomendables en la Norma están enfocadas principalmente a una presa que contendrá jales convencionales (húmedos), ya que la sección que concentrará jales filtrados con una mínima cantidad de humedad, no se adapta fácilmente a estas medidas, ya que su estructuración mejora la estática de los materiales depositados. Lo anterior se menciona en el numeral II.2.4 del presente documento.

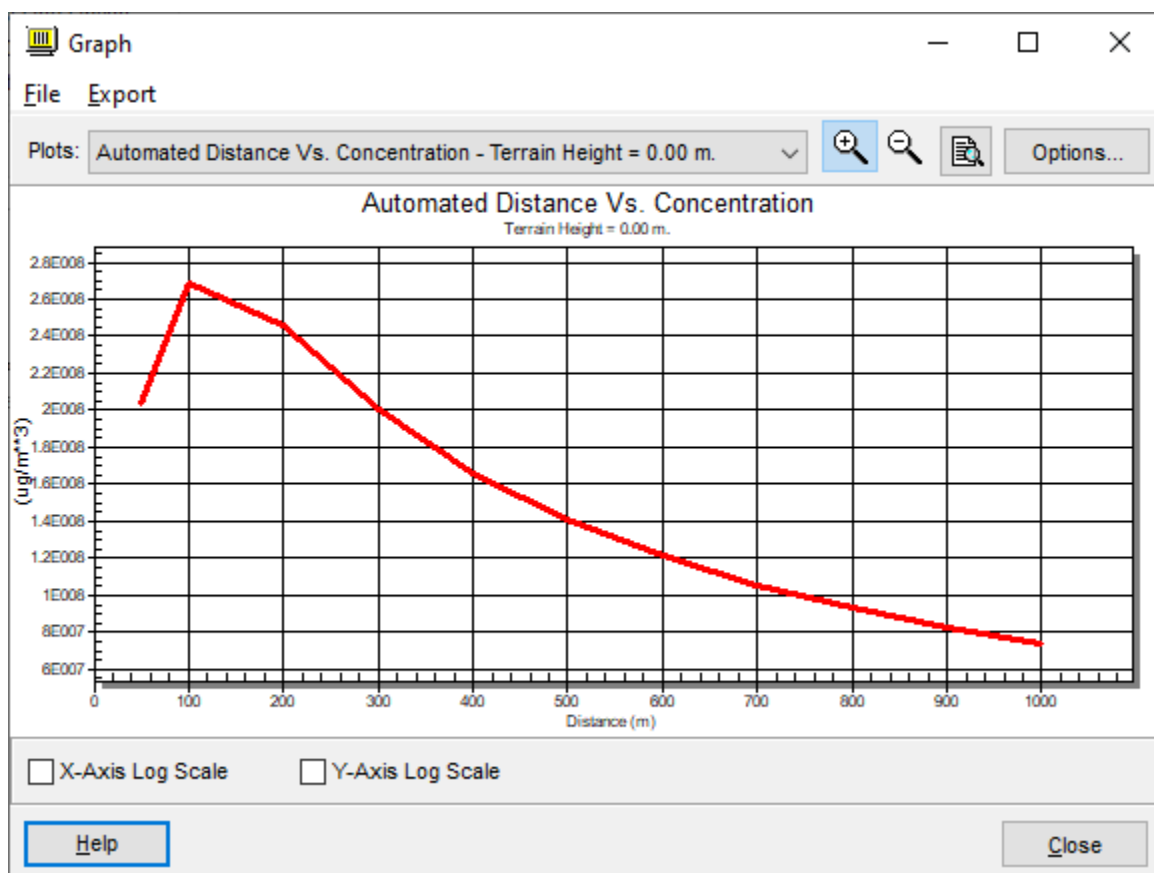
El control del polvo será un componente importante del funcionamiento del depósito de jales. Los jales son propensos a la generación de polvo, especialmente cuando se desecan. La humedad de la lluvia debe ayudar a mantener el contenido de humedad de la superficie dentro del rango requerido durante los meses húmedos. Sin embargo, la aplicación de agua y supresores de polvo químico o agentes cementantes serán necesarios para controlar el polvo durante la construcción/operación.

De igual manera se plantean las medidas expuestas en la respuesta al numeral inmediato anterior.

A través de un modelo digital de dispersión atmosférica mediante la aplicación de la herramienta Screen View 4.1, en consideración de que los modelos de simulación de dispersión usan técnicas matemáticas y numéricas para simular los procesos físicos y químicos que afectan a los contaminantes en su dispersión y transformación en la atmósfera considerando la condición. Basados en datos meteorológicos e información de las fuentes de emisión, tales como tasas de emisión y parámetros de expansión, estos modelos caracterizan la dispersión de los contaminantes primarios que son emitidos directamente en la atmósfera y en algunos casos también las reacciones químicas que ocurren en esta para formar contaminantes secundarios. El modelo SCREEN (concentraciones horarias) usando la opción de meteorología completa. Modelo de pluma gaussiana simplificado.

Se analizó el escenario para observar la posible variación del comportamiento de las partículas en cuanto a la condición media del viento. El escenario se compone por un medio rural compuesto de las siguientes variables:

CONCEPTO	DATO	MEDIDA
Tipo de fuente	Área (Stack base)	n/a
Altura del receptor sobre el suelo	1.8	M
Tasa de emisión	9.0	G/S
Altura de la fuente	3	M
Longitud del lado mayor	180	M
Longitud del lado menor	90	M
Opción	Rural	n/a



SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE	=	AREA
EMISSION RATE (G/(S-M**2))	=	9.00000
SOURCE HEIGHT (M)	=	3.0000
LENGTH OF LARGER SIDE (M)	=	180.0000
LENGTH OF SMALLER SIDE (M)	=	90.0000
RECEPTOR HEIGHT (M)	=	1.8000
URBAN/RURAL OPTION	=	RURAL



THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.

THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 50. M:

122. 0.2890E+09 6 1.0 1.0 10000.0 3.00 25.

*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***

CALCULATION	MAX CONC	DIST TO	TERRAIN
PROCEDURE	(UG/M**3)	MAX (M)	HT (M)
-----	-----	-----	-----
SIMPLE TERRAIN	0.2890E+09	122.	0.

Los valores se ajustaron en base a las características del área del proyecto y su entorno y en la gráfica anterior se aprecia que el punto máximo de dispersión en la elevación del Material Particulado (MP) se estima a los 122 m del área de emisión por la acción del viento.

Se plantea realizar un cierre progresivo de las banquetas terminadas de jales mediante el revestimiento con material grueso (tepetate) de aproximadamente 0.3 m de espesor. Esta capa mitigará la suspensión de polvo de jales y evitará la erosión del material permitiendo que el agua de precipitación pueda fluir superficialmente y reduciendo significativamente el acarreo de sedimentos.

Los jales se deshidratarán en la planta de filtrado hasta una humedad de aproximadamente 16%. La humedad óptima, de acuerdo con los ensayos Proctor, es de 18.5% y los jales pueden alcanzar el 95% de compactación de la prueba Proctor estándar con un $\pm 11\%$ de la humedad óptima. Por lo tanto, los jales podrían ser colocados y compactados con la humedad que tengan directamente al venir de la planta de filtrado. Dado el contenido de humedad que se espera tener en los jales filtrados al salir de la planta, estos se podrán colocar y compactar en el depósito inclusive durante días de lluvia ligera. En los días en los que se tenga mayor precipitación y los jales excedan la humedad óptima, estos se deberán cubrir con lonas de plástico (también llamados Raincoats en inglés) y se deberán apilar temporalmente sobre jales ya depositados hasta que las condiciones climáticas permitan su conformación y pérdida de humedad por evaporación previo a su colocación y compactación al 95% del valor máximo Proctor, y en capas no mayores a 0.30 m.

Después de colocar y compactar los jales secos y haber construido al menos una banqueta, se procederá al revestimiento de la superficie de jales con material con un espesor aproximado de 0.3 m preferentemente utilizar el que fue despalmado al inicio del proyecto. El objetivo de esta capa de revestimiento es la protección contra la erosión para la recuperación y cierre progresivo de las zonas del depósito que hayan maximizado su capacidad de almacenamiento. Esto mitigará la suspensión de

polvo de jales por la acción viento o la suspensión de sólidos por el agua y adicionalmente ayudará a mitigar la erosión en los jales filtrados y permitirá la revegetación de la superficie.



Figura III-27. Ejemplo de un proyecto de jales filtrados, evitando propagación de material particulado

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 presente Norma Oficial Mexicana.

Cumplimiento: Se adjunta plano del proyecto con respecto a ecosistemas frágiles, corredores biológicos o registro de especies de alto valor ecológico (Anexo 6), como referencia de la ubicación del área, reiterando que por las actividades propias del establecimiento y desarrollo del proyecto no se implica la afectación significativa sobre los factores mencionados, ya que solo se contempla la apertura del área, la construcción del bordo iniciador y el depósito de jales filtrados. Es de vital importancia mencionar que el proyecto no se ubica físicamente en algún ecosistema frágil, de acuerdo a la valoración en el diagnóstico ambiental.

Las medidas a implementar de acuerdo a la clasificación expuesta en el Anexo Normativo 3, se recomienda como método constructivo combinado Aguas Abajo y Aguas Arriba con enrocamiento, considerando un análisis de estabilidad estático o sísmico con elemento finito, realizando el monitoreo a través de Piezómetros y Referencias superficiales, aplicando el sistema decantador drenante de alcantarilla con sección portal.

En la actualidad la NOM-141-SEMARNAT-2003 no maneja un apartado en específico para el manejo de jales secos, por tal motivo se tiene que calcular la cortina contenedora de la presa como si fuera una descarga tradicional, es decir por medio de una pulpa.

Por otra parte, la topografía de la zona del proyecto presenta pendientes muy fuertes por lo que sería necesario realizar un modelo independiente de la disposición de los jales en banquetas o bermas, aparentemente en la sección se observa una capacidad muy reducida, a continuación, se presenta un perfil topográfico de la zona del proyecto.

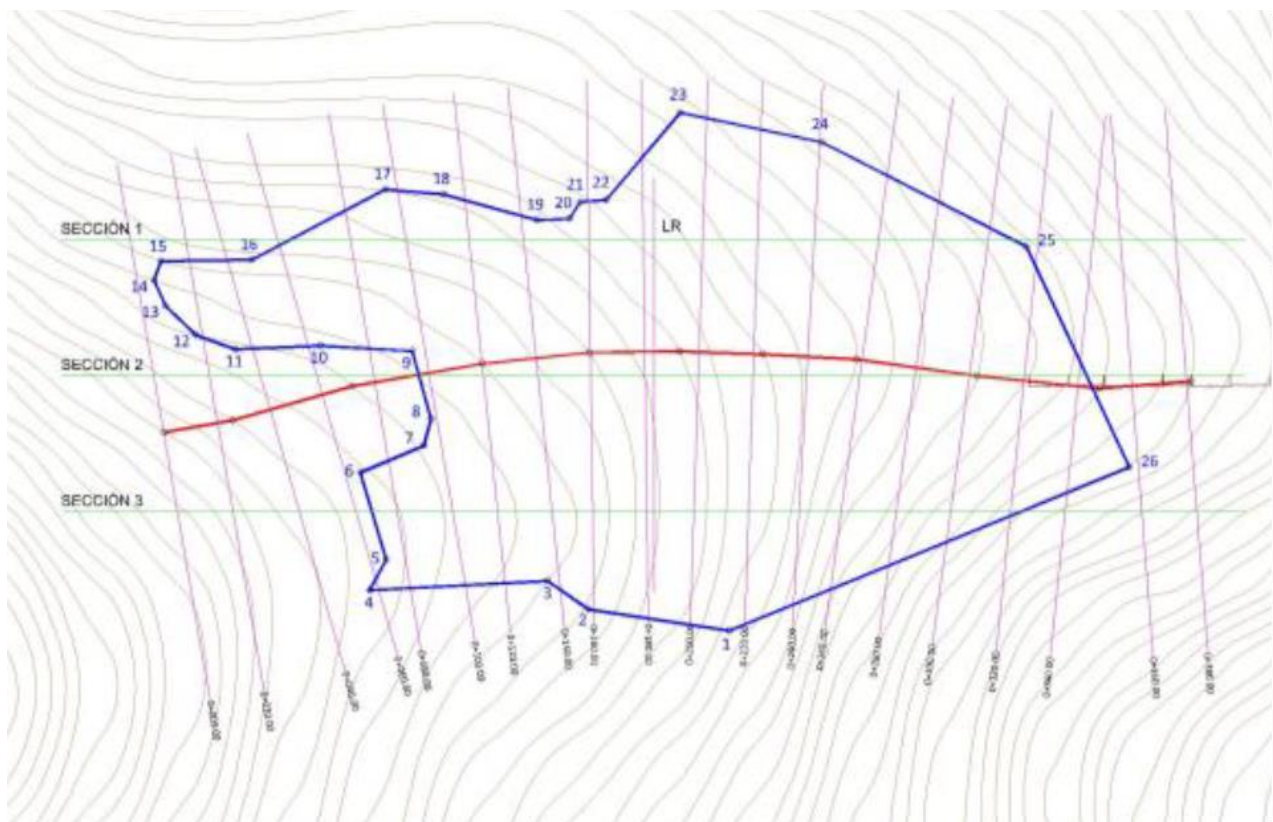


Figura III-28. Proyección de secciones en el terreno

Los números utilizados en el Anexo Normativo 3 representan los criterios de aplicación para cada método constructivo y su interpretación se indica en la Tabla 3:

TABLA 3 Criterios de aplicación para cada método constructivo	
OPCION	INTERPRETACION
1	Permitido
2	Permitido con condicionantes (con un análisis de estabilidad)
3	Condicionado a justificación (de posible aplicación para presas ubicadas en zonas de transición)
4	La resolución depende de la elaboración de estudios adicionales dictaminados por la Secretaría
-	Prohibido

El depósito de jales propuesto para la Unidad Minera Herimovi se diseñó dando seguimiento a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003. A continuación, se presentan los puntos del Anexo Normativo 3 con su interpretación según se indica en la Tabla 3.

Características del Terreno	Descripción
Terreno:	Lomerío
Zona Hidrológica:	Ciclónica
Región Sísmica:	Penisísmica

Método Constructivo	Calificación
Concentración de sólidos	2
Aguas abajo	
Enrocamiento	1
Homogénea con filtro	1
Arena cicloneada y compactada	1
Aguas abajo y aguas arriba	
Enrocamiento y arena cicloneada	1
Enrocamiento y espigas	2
Presa convencional sección graduada	1

Análisis de estabilidad	Calificación
Estático	
Convencional	2
Estático - elemento finito	1
Pseudoestático	2
Sísmico	
Elemento finito	1
Red neuronal	2

Monitoreo	Calificación
Piezómetros	1
Referencias superficiales	1
Sismógrafos	2

Sistema decantador drenante	Calificación
Alcantarilla	
Sección portal	1
Conducto circular o cuadrado	2
Bombeo en balsa	3
Sifones	4

El método constructivo propuesto es el de Aguas abajo y aguas arriba con enrocamiento y arena cicloneada, sin embargo, adicional a esto para darle aún más estabilidad a la presa se propuso construir espigas.

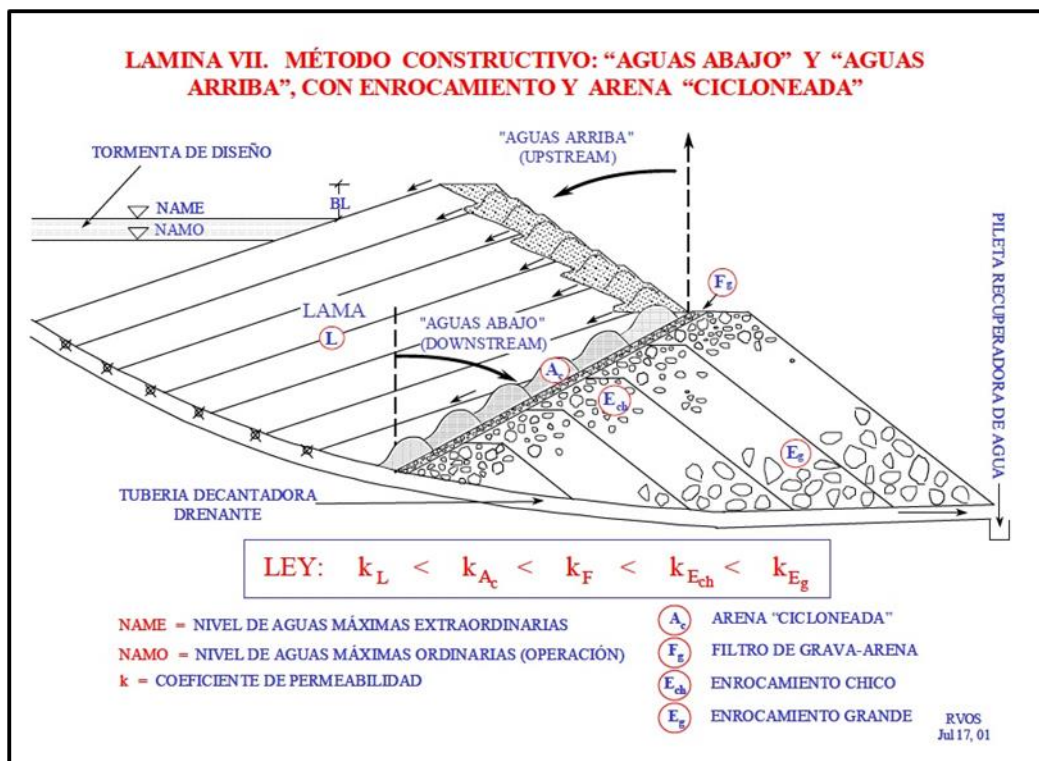
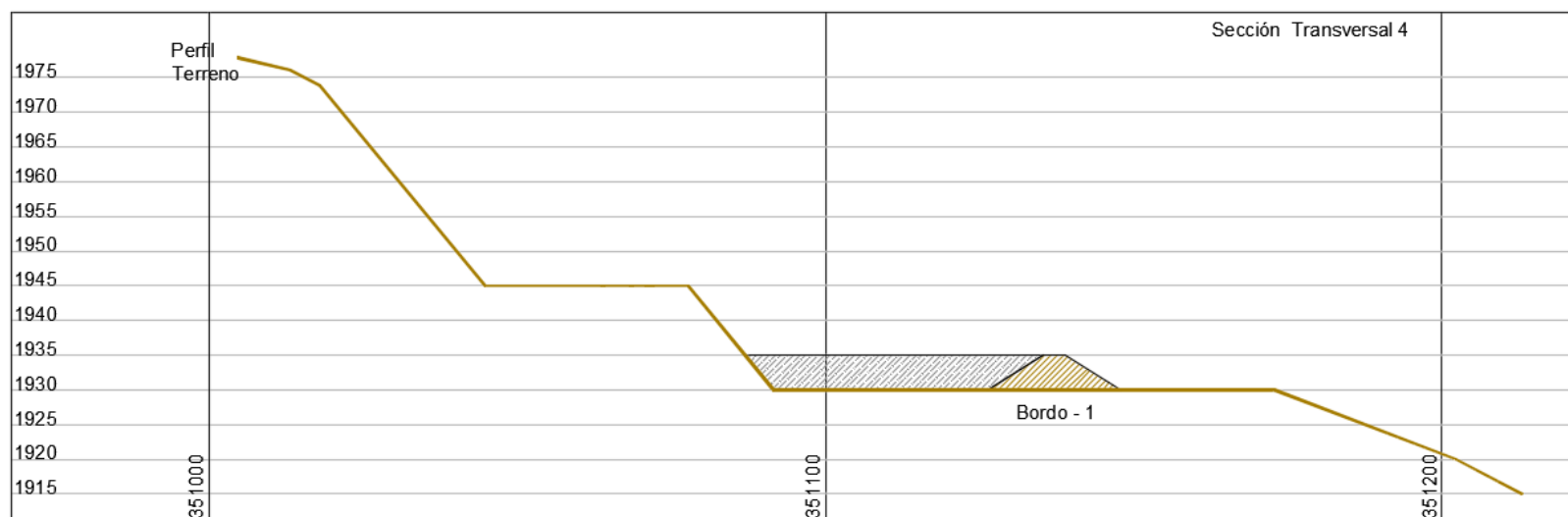
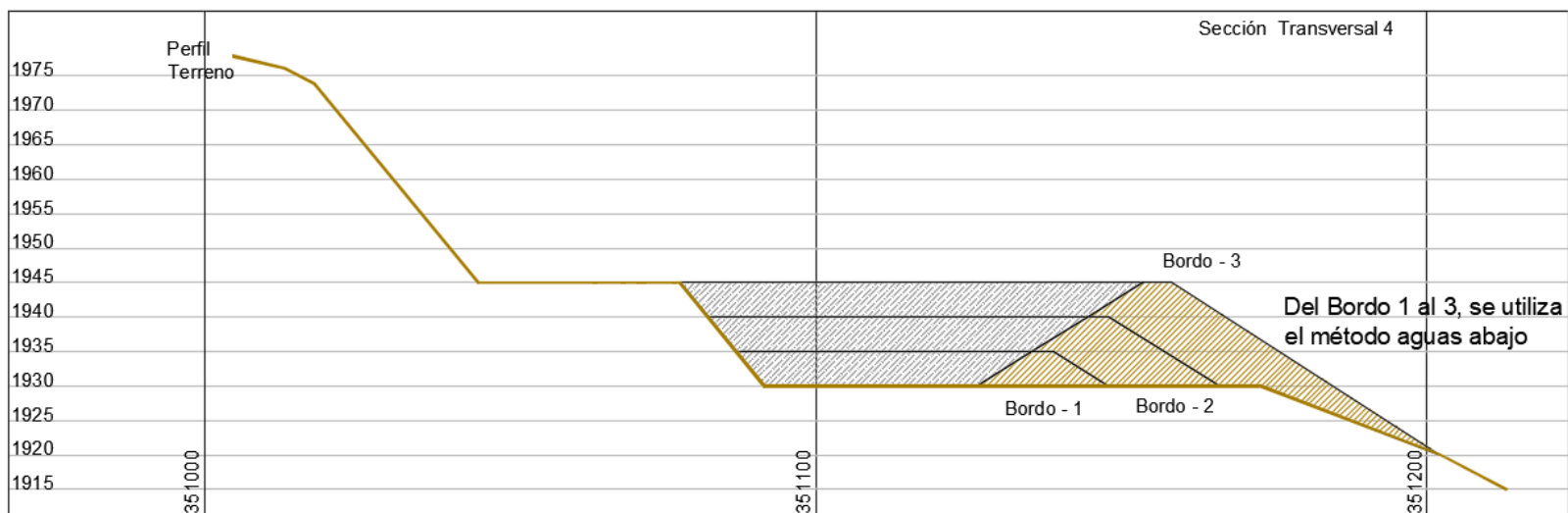
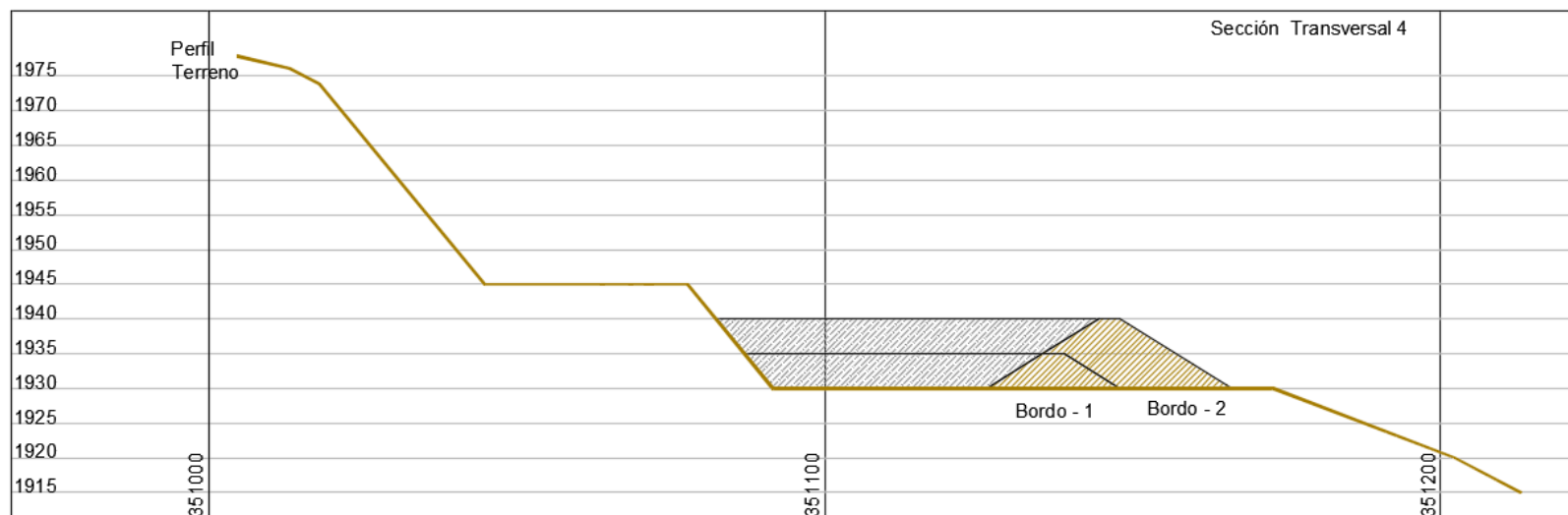


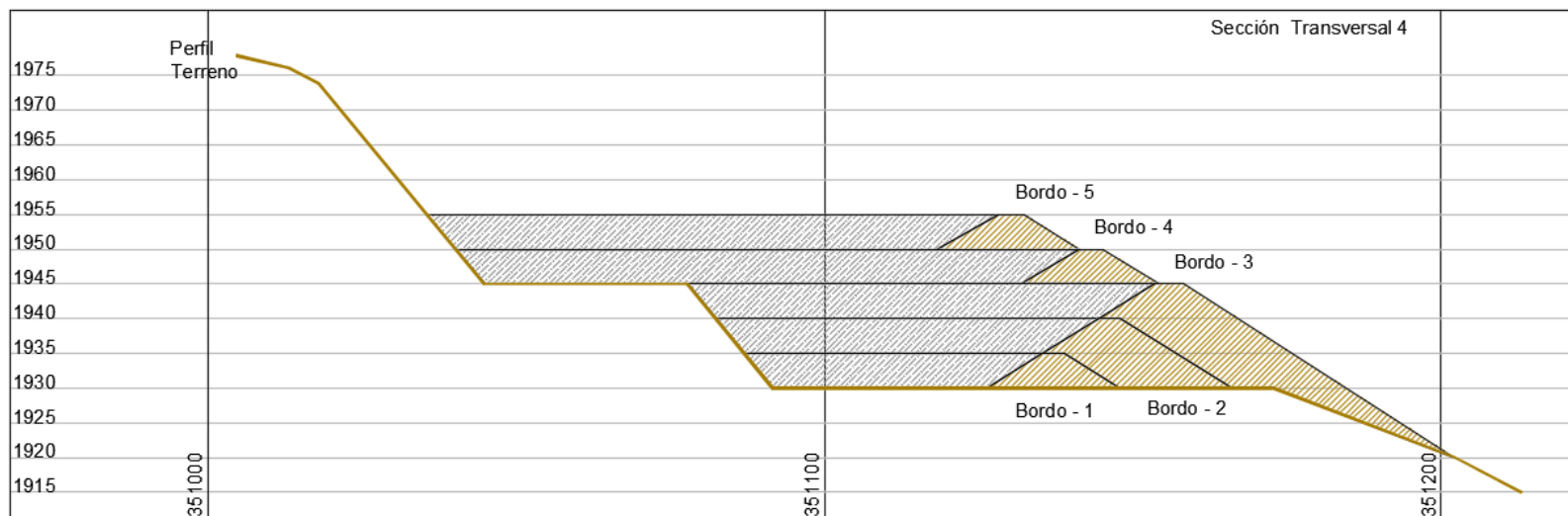
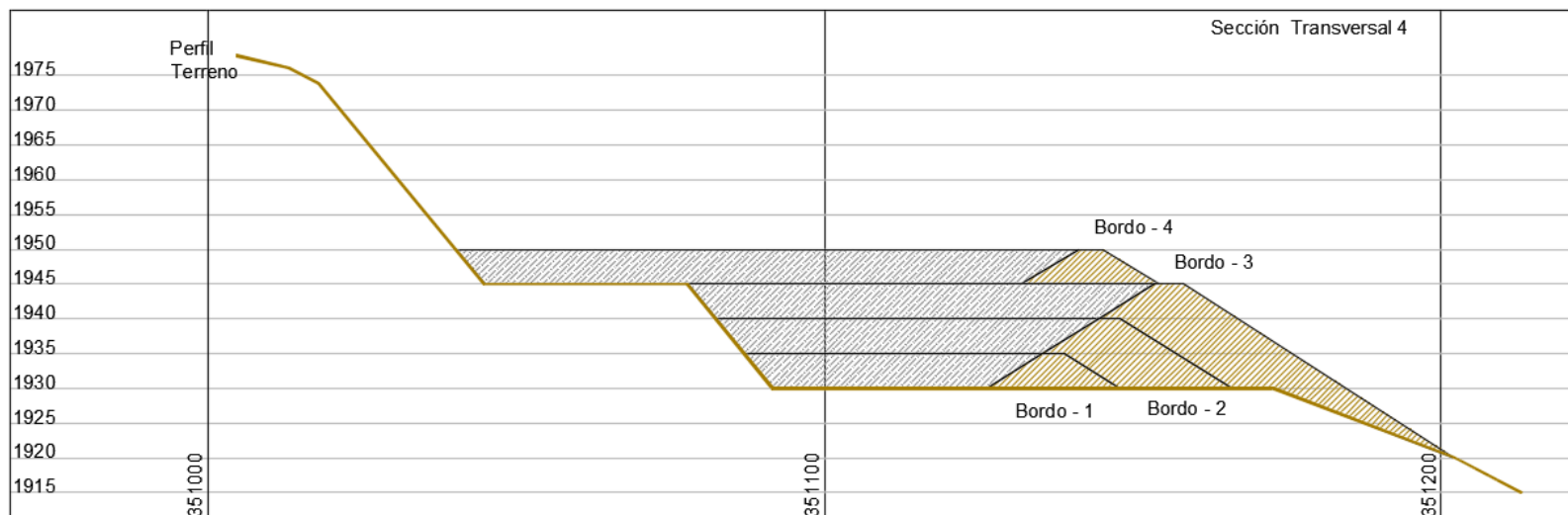
Figura III-29. Descripción grafica del Método Constructivo propuesto

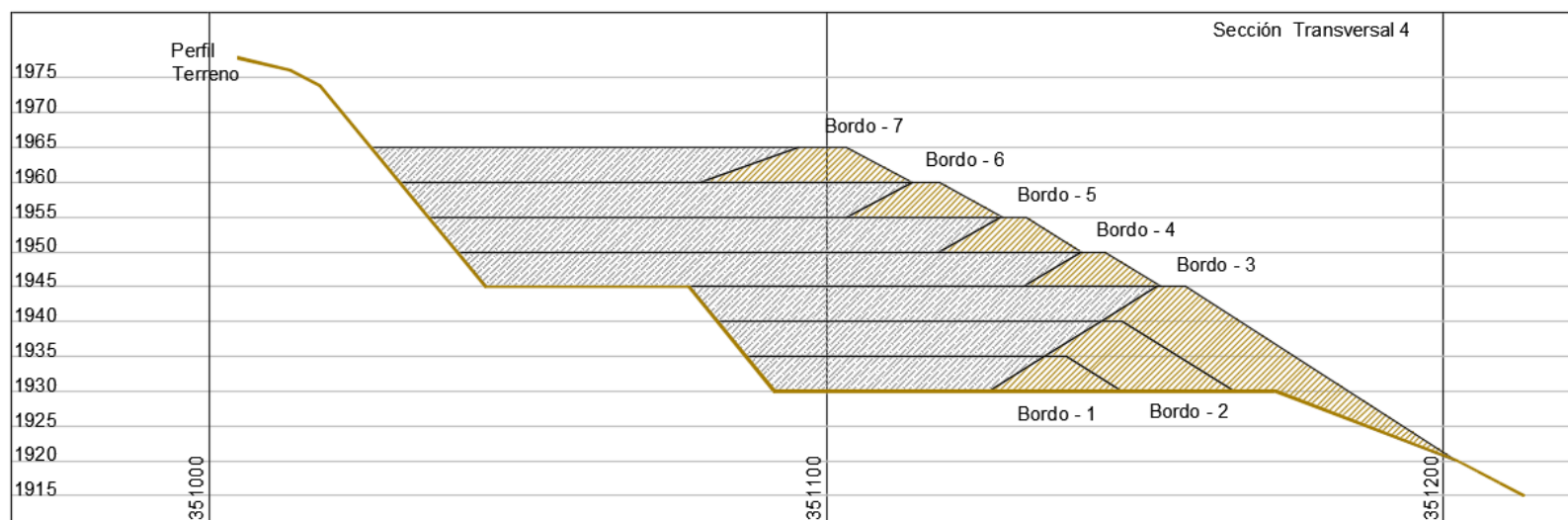
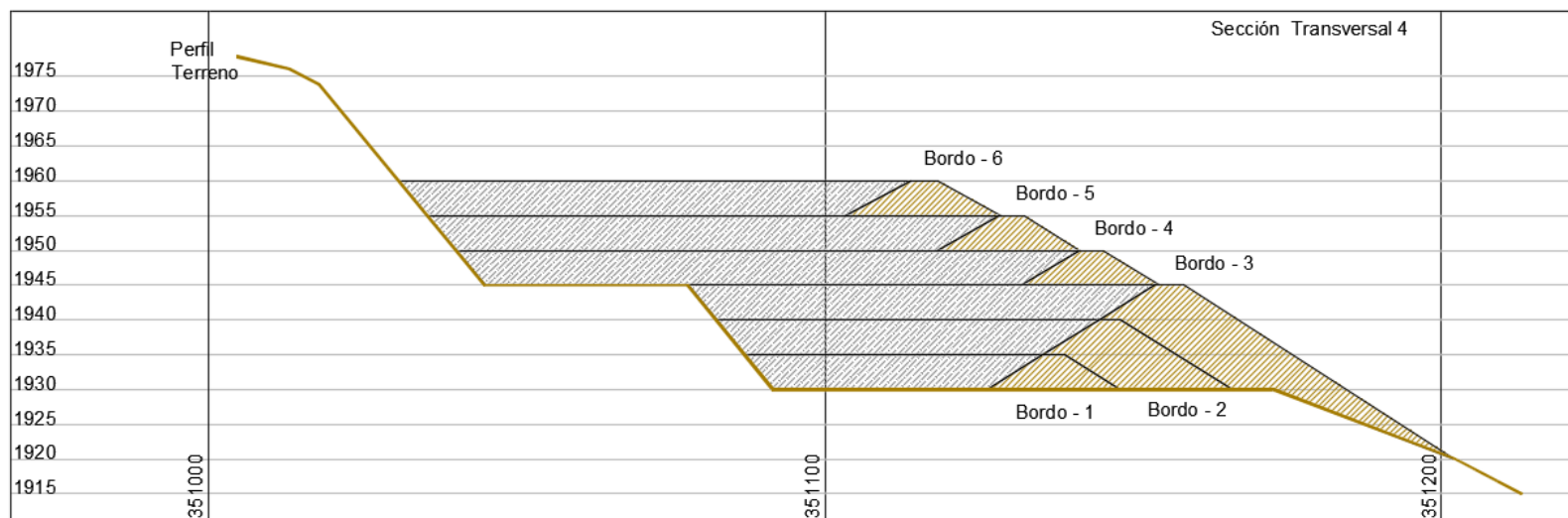
Como se puede observar en la imagen superior, la cortina comienza con el método constructivo aguas abajo, se muestra una base robusta con material grueso (enrocamiento) lo cual le proporciona una gran estabilidad a la presa, posteriormente cambia su método constructivo a aguas arriba, en el caso de esta imagen se utiliza arena cicloneada.

En las imágenes siguientes se muestra una sección transversal del proyecto donde se muestra el método constructivo de la cortina contenedora.









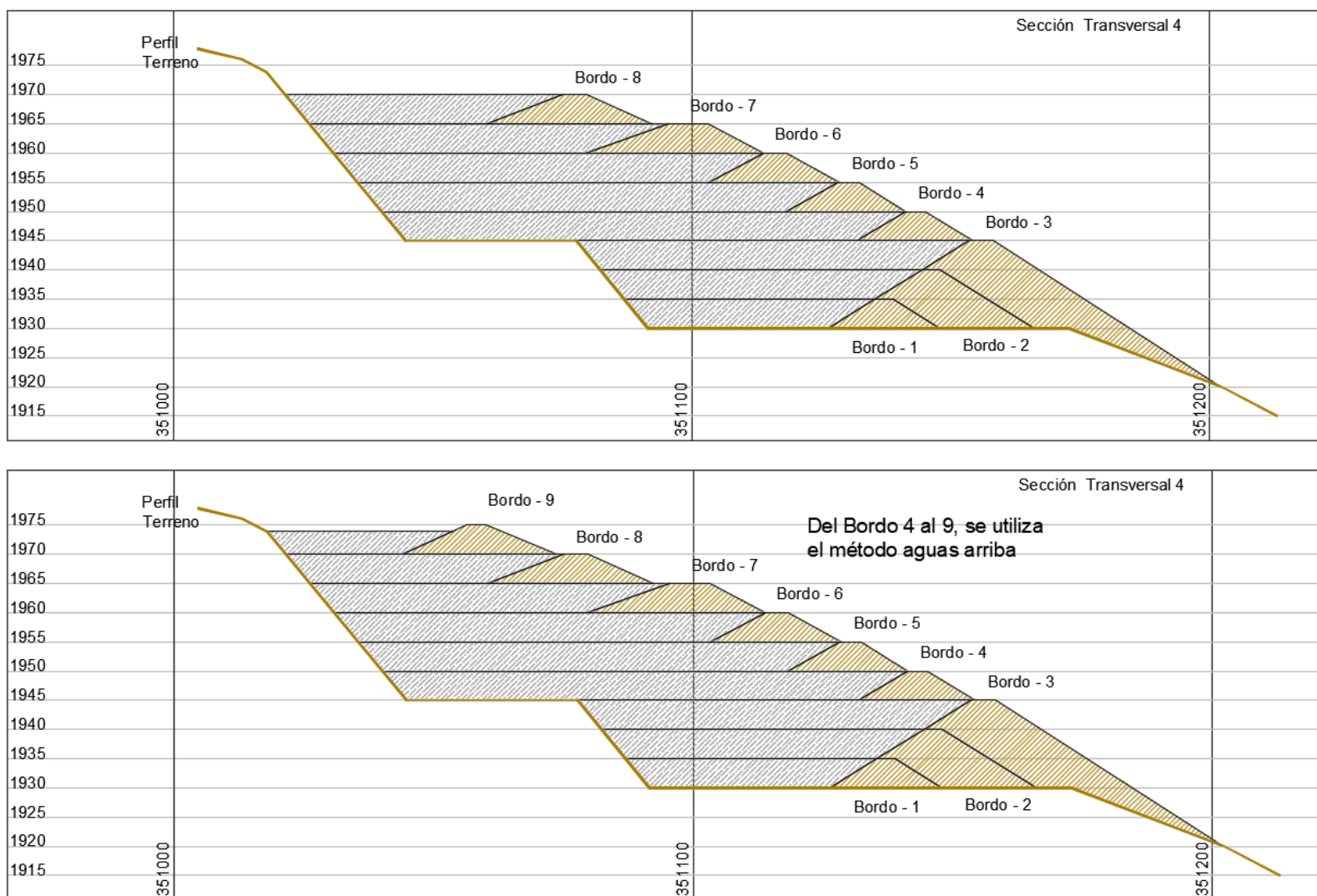


Figura III-30. Acomodo del material de acuerdo al método constructivo propuesto

En la construcción de la cortina del bordo 4 al 5 por el método aguas arriba, se observa también como se fueron dejando las espigas.

Por otra parte, y como cumplimiento de la NOM-141-SEMARNAT-2003, se realizó el análisis de estabilidad por medio del software especializado GEO5. Se trazaron 5 secciones transversales en los puntos que se consideraron más críticos (vista en planta).

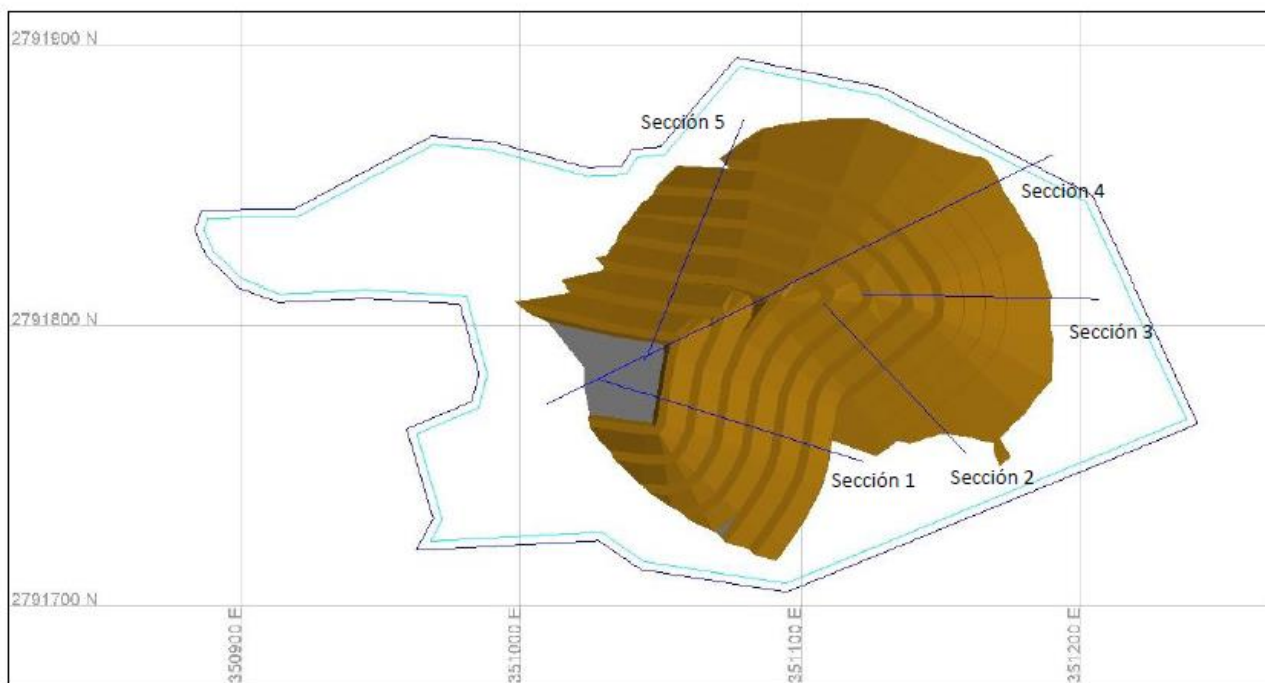


Figura III-31. Distribución de las secciones de análisis

5.3.6.2 Cuando no exista potencial de daño, se pueden aplicar libremente las disposiciones del Anexo Normativo 3 de la presente Norma.

Cumplimiento: No se considera la afectación significativa del entorno, no obstante, se considera potencial de daño por generación de drenaje ácido, por lo que se realizara el apego al Anexo normativo 3, de acuerdo a las características del proyecto. Se instalará geomembrana para evitar la filtración de lixiviados, además de la aplicación de estabilizadores químicos.

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 post-operación, enfocados a mitigar estas emisiones.

Cumplimiento: A través de un modelo digital de dispersión atmosférica mediante la aplicación de la herramienta Screen View 4.1, ya que Los modelos de calidad del aire usan técnicas matemáticas y numéricas para simular los procesos físicos y químicos que afectan a los contaminantes en su dispersión y transformación en la atmósfera. Basados en datos meteorológicos e información de las fuentes de emisión, tales como tasas de emisión y parámetros de chimenea, estos modelos caracterizan la dispersión de los contaminantes primarios que son emitidos directamente en la atmósfera y en algunos casos también las reacciones químicas que ocurren en esta para formar



contaminantes secundarios. El modelo SCREEN (concentraciones horarias) usando la opción de meteorología completa. Modelo de pluma gaussiana simplificado.

Como se desarrolló el cumplimiento expuesto en el punto normativo 5.3.6.1.1 del presente documento, no se considera afectación, toda vez que los polvos o sólidos que se colocan en el depósito se estima muy baja la condición de ser transportados hasta la localidad más cercana por factores climáticos y las condiciones del terreno.

5.4 Criterios de preparación del sitio

Si de acuerdo a los estudios de caracterización del sitio se encuentran elementos ambientales vulnerables o susceptibles de daño por el depósito de jales, se debe preparar el sitio para evitar o mitigar el daño sobre los elementos identificados; para lo anterior, se debe proceder de la siguiente manera:

5.4.1 *La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso, y*

a) El acuífero no sea vulnerable, o

Cumplimiento: Tal como se expresó en el cumplimiento al precepto normativo 5.3.4.2.1 expuesto en el presente documento, y de acuerdo al punto 2 del Anexo Normativo 2 donde se describe la valoración del índice de vulnerabilidad del acuífero. Se considera que el acuífero presenta una condición **No Vulnerable** al obtener un valor menor a 0.25.

No obstante, a lo anterior se considera que el jal presenta una condición de potencial de daño por la generación de drenaje ácido, como indica la Norma, en la etapa de preparación del sitio y construcción se deberán adoptar medidas contra los fisuramientos, grietas y/o defectos en el componente geológico del sitio que puedan incrementar la afectación por drenaje ácido, además de considerar la aplicación de estabilizadores comerciales para disminuir la oxidación de elementos con contenido de sulfuros metálicos.

5) Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localicen más allá de 500 metros del perímetro de la presa colmada, o

Cumplimiento: no se tiene registro de algún aprovechamiento o abasto del servicio de agua a través de aguas subterráneas, ya que característicamente en la zona serrana, las localidades o asentamientos humanos buscan manantiales cercanos preferentemente aguas arriba para conectar mangueras y a través de gravedad hacer llegar el fluido a la población. Aunado a lo anterior y en consideración de la proximidad de localidades al proyecto (1.3 km) no se consideran afectaciones a fuentes de abasto de aguas subterráneas. De igual manera se menciona que el abasto de agua de la comunidad se ubica aguas arriba del proyecto, por lo que se descarta alguna influencia negativa sobre el recurso hídrico. Cabe resaltar que los abastecimientos de agua mencionados son a través de manantiales que presentan afloramiento de agua superficial, por lo que no existen aprovechamientos subterráneos cercanos.

5) El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto a las especificaciones para su uso.

Cumplimiento: Se prevé que las características del jal sean consideradas como peligrosas por la generación de drenaje ácido, no obstante, tras una estabilización química alternativa, de acuerdo a los estándares que se exigen para el depósito de lodos en el beneficio de minerales, de igual manera se reitera la condición descrita en los preceptos anteriores, donde se deben considerar las medidas más recomendables en el Anexo Normativo 3 para disminuir las afectaciones hacia el agua subterránea.

De acuerdo a la descripción del acuífero (CONAGUA, 2020), se menciona que el nivel de aguas estático se encuentra entre los 3 y 140 msnm, y que el proyecto se encuentra a una altitud de 1,949 m donde la separación de altitudes y la conformación geológica disminuye las condiciones de alguna afectación al acuífero.

Cabe señalar que aguas arriba se encuentran manantiales que son aprovechados por los pobladores para subsanar sus requerimientos hídricos domésticos y de otros usos. Dichos afloramientos se encuentran a una distancia mayor a los 500 m del sitio del proyecto.

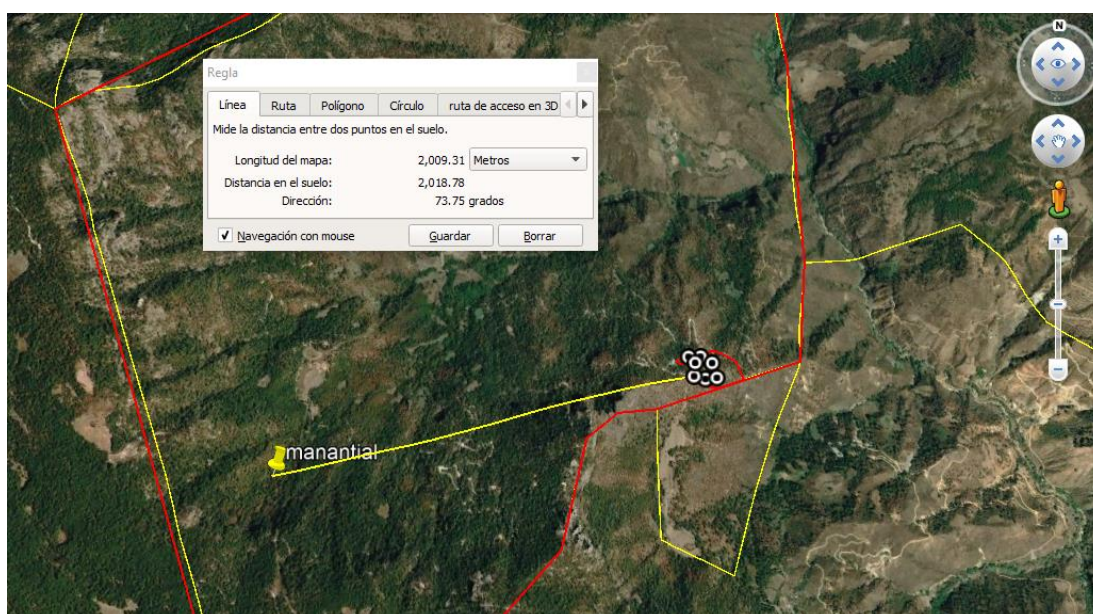


Figura III-32. Referencia de la ubicación de los manantiales

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 obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos cuando:

a) Exista un acuífero vulnerable de acuerdo con la evaluación del Anexo Normativo 2;

Cumplimiento: De acuerdo a los preceptos que se mencionan en el Anexo Normativo 2, no fue posible conjugar el proyecto con la fórmula para la evaluación de la vulnerabilidad de un acuífero, toda vez que no se tienen registros de la profundidad del agua subterránea cercana al proyecto, debido a que en la zona no hay aprovechamientos subterráneos, por lo que se expone a un sesgo en la valoración respectiva. De igual manera como se mencionó anteriormente no se considera la afectación al acuífero que se localiza en la zona del proyecto.

5) El jal sea peligroso, o

Cumplimiento: En consideración a las características físicas y químicas que se obtuvieron a través del análisis en el laboratorio de una muestra del jal a depositar indica que no refiere agentes contaminantes peligrosos por toxicidad, no obstante, si se considera un potencial de daño por la generación de drenaje ácido, tomando en consideración las medidas antes expuestas. Para una mejor referencia se adjunta una copia de los resultados obtenidos en los respectivos análisis de prueba (Anexo 4.2).

A través del análisis realizado a los jales filtrados, de acuerdo a la metodología especificado en el Anexo Normativo 1 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, se determinó que los jales son generadores de drenaje ácido en base al resultado obtenido de la prueba de Balance Ácido-Base. En relación a esta condición se deberán establecer medidas preventivas con el objetivo de evitar afectaciones al entorno, principalmente al acuífero subyacente.

Debido al alto riesgo de contaminación a los mantos freáticos por los jales depositados, es muy importante garantizar al 100% su impermeabilidad. El sistema con Geomembrana, además de ser una barrera muy eficiente y autosellante, permite reducir el volumen de arcilla utilizada en la capa inferior, reduciendo el impacto medioambiental por el uso de maquinaria para mover dichos volúmenes, obteniendo un ahorro significativo. Una vez terminado el corte de excavación, el terreno deberá limpiarse perfectamente para poder colocar la geomembrana, como se mencionó anteriormente, el jal es generador de solución ácida por lo que todo el vaso excavado del depósito deberá ser cubierto por este material.



Figura III-33. Ejemplo de colocación de geomembrana

La liberación de los elementos potencialmente tóxicos (EPT) presentes en jales mineros está en función de procesos fisicoquímicos que son acelerados cuando los jales mineros son expuestos a fenómenos de intemperismo como son la erosión eólica e hídrica. Los procesos de lixiviación que se llevan a cabo permiten que los EPT sean solubilizados y transportados en la disolución acuosa. Sin embargo, es de suma importancia tomar en cuenta que los procesos de lixiviación son favorecidos o atenuados dependiendo de la mineralogía presente, la especie química del metal y de las condiciones fisicoquímicas que predominan en el ambiente. Las consideraciones anteriores resultarán en efluentes con propiedades fisicoquímicas que varían de un sitio a otro; el análisis de los lixiviados tomando en cuenta parámetros como son pH, potencial de óxido reducción, salinidad, sulfatos, alcalinidad, entre otros, es de suma importancia porque permiten inferir si los jales mineros representan un problema por lixiviación.

Como antecedente se menciona que el análisis realizado a una muestra de los jales convencionales donde se obtuvo un pH con un valor de 8.203 en consideración del numeral 5.4.2.5.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009, donde refiere Cuando el valor del pH sea menor o igual que 4 o mayor que 10, se considera que el residuo es peligroso y en comparación con el resultado obtenido en la muestra se mantiene dentro del rango de No Peligroso, o que se pueda estabilizar químicamente con mayor facilidad.

Se recomienda a través de la estabilización química y la escasa humedad que contengan los jales, se pueda reducir la acidificación o formación de drenaje ácido, a través de la aplicación de alcalinizantes a base de carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio para disminuir la acidificación, así como el aporte de material inerte y compactado.

Estos métodos funcionan satisfactoriamente en suelos de carga permanente y son recomendados para suelos ácidos dominados por arcillas tipo 2:1. En América latina existen áreas dominadas por este tipo de suelos en casi todos los países. En suelos ácidos tropicales de carga variable (Oxisoles, Ultisoles y Andisoles) el uso de esta metodología recomienda cantidades muy altas de cal que no son realmente necesarias.

Un método común para determinar las necesidades de cal en suelos de carga permanente utiliza soluciones tampón. La solución tampón más popular es la SMP buffer (Schoemaker, Mclean y Pratt, 1961) desarrollada para suelos ácidos de Ohio, E.U. a continuación se muestra una tabla de recomendación que determina la cantidad de cal para lograr determinado pH.

Cuadro III-38. Cantidad de cal a añadir por el Método SMP (Shoemaker et al., 1961)

Indice SMP	pH en agua a obtenerse después de la aplicación de la cal		
	6.0	6.4	6.8
	----- cal (t/ha)* -----		
4.8	22.5	26.2	30.6
4.9	21.3	24.9	29.2
5.0	20.6	23.7	27.7
5.1	19.3	22.5	26.2
5.2	18.3	21.3	24.7
5.3	17.0	20.3	23.2
5.4	16.1	19.0	22.0
5.5	14.8	17.8	20.5
5.6	13.8	16.6	19.0
5.7	12.8	15.3	17.5
5.8	11.9	14.1	16.1
5.9	10.9	12.8	14.8
6.0	9.6	11.6	13.3
6.1	8.6	10.4	11.9
6.2	7.7	9.1	10.4
6.3	6.7	7.9	9.1
6.4	5.7	6.7	7.7
6.5	4.5	5.4	6.2
6.6	3.5	4.2	4.7
6.7	2.5	3.0	3.5

* Dosis expresadas como CaCO₃ puro.

5) Existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada.

Cumplimiento: No se registra algún aprovechamiento de agua subterránea en un radio de 500 sobre el área del proyecto, incluso en la localidad Potrero sin Agua, que se encuentra a una distancia lineal de 1.3 km no cuenta con extracción de agua subterránea, ya que se abastecen de manantiales que se encuentran aguas arriba del proyecto, por lo que se descarta la posibilidad de contaminación del acuífero.

5.4.3 *Cuando el agua de la presa de jales se recircule al proceso de beneficio, debe evitarse que entre en contacto con los cuerpos naturales de agua superficiales.*

Cumplimiento: Es importante señalar que en el caso del depósito de jales filtrados contará con infraestructura para la recuperación del agua, aunque los jales a depositar no contendrán la misma humedad que los jales convencionales (>70%), por lo que se descarta la acumulación de agua dentro del depósito para su clarificación, como parte de las colas que resulten de la separación de los valores de interés. Se debe contemplar el manejo del agua que pueda influir en el depósito a través de la lluvia que se presente, contando con una adecuada instalación evitando en todo momento alguna fuga, aunado a que limítrofe al proyecto no se encuentran cuerpos de agua.

5.4.4 *De los resultados obtenidos del 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.*

5.4.4.1 *Identificar previamente a las actividades de desmonte, las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como, especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, entre otras, susceptibles de trasplante, y aquellas con algún tipo de valor regional o biológico.*

Cumplimiento: Tal como se menciona en los listados contenidos en el numeral IV.3 presente estudio, no se registraron especies de flora silvestre bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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.*

Cumplimiento: A través de los programas de restauración ecológica (mitigación y compensación), así como de rescate y protección de fauna silvestre, se tiene a bien identificar y describir áreas específicas para realizar acciones que enmarca el presente punto normativo, dando la respectiva atención al presente. Dichos Programas se integran en los Anexos 9 y 10 del presente documento, así como la ubicación (plano) de las medidas propuestas.

En base a las características del terreno en el sitio del proyecto, se seleccionó un área con características apropiadas para el resguardo o colocación del suelo orgánico que será considerado



para preservar el germoplasma. Cabe señalar que este sitio se encuentra dentro del área del proyecto. Su condición de pendiente y accesibilidad, propicia y cumple con el objetivo que se pretende obtener.

Cuadro III-39. Ubicación del banco de suelo fértil

Vértice	UTM X	UTM Y	Vértice	UTM X	UTM Y
1	351165.826	2791859.56	55	351070.421	2791725.06
2	351160.641	2791860.3	56	351072.538	2791722.94
3	351155.561	2791861.78	57	351077.036	2791721.62
4	351149.634	2791863.79	58	351079.946	2791721.35
5	351144.977	2791865.59	59	351083.915	2791717.65
6	351140.321	2791867.18	60	351087.883	2791716.85
7	351134.817	2791869.4	61	351090.529	2791716.06
8	351130.161	2791871.52	62	351093.105	2791718.59
9	351123.811	2791873.42	63	351095.565	2791722.56
10	351109.735	2791873.63	64	351097.955	2791725.8
11	351103.173	2791872.68	65	351100.072	2791728.97
12	351086.451	2791870.56	66	351102.392	2791732.96
13	351083.118	2791868.77	67	351103.741	2791735.74
14	351077.297	2791864	68	351106.36	2791740.26
15	351071.021	2791859.39	69	351107.992	2791745.16
16	351073.984	2791855.84	70	351108.786	2791748.34
17	351066.025	2791856.28	71	351109.932	2791751.53
18	351055.865	2791857.02	72	351110.373	2791754.43
19	351053.96	2791855.43	73	351110.902	2791758.66
20	351048.161	2791849.7	74	351126.213	2791753.68
21	351046.732	2791846.58	75	351134.045	2791758.66
22	351043.927	2791843.72	76	351138.701	2791757.7
23	351035.302	2791833.38	77	351149.628	2791761.2
24	351034.138	2791829.62	78	351160.154	2791760.24
25	351030.91	2791824.86	79	351169.15	2791758.02
26	351027.047	2791823.75	80	351169.255	2791755.16
27	351029.587	2791821.47	81	351171.16	2791749.72
28	351029.587	2791819.67	82	351161.702	2791732.21
29	351024.401	2791818.65	83	351094.804	2791704.88
30	351015.405	2791815.88	84	351043.094	2791712.87
31	351017.39	2791811.51	85	351028.036	2791723.3
32	350998.472	2791808.6	86	350962.637	2791719.81
33	351002.97	2791804.23	87	350968.749	2791731.13
34	351009.849	2791801.46	88	350959.216	2791763.11
35	351018.845	2791790.08	89	350982.523	2791772.99
36	351022.796	2791785.91	90	350985.056	2791782.75
37	351022.796	2791781.15	91	350978.315	2791807.79



Vértice	UTM X	UTM Y	Vértice	UTM X	UTM Y
38	351023.475	2791774.73	92	350944.461	2791809.75
39	351024.723	2791769.35	93	350913.268	2791808.33
40	351024.383	2791766.33	94	350898.777	2791813.62
41	351025.12	2791763.4	95	350887.493	2791824.35
42	351027.66	2791759.51	96	350883.277	2791833.66
43	351031.867	2791755.62	97	350885.845	2791840.78
44	351033.613	2791752.37	98	350919.33	2791841.42
45	351036.025	2791749.93	99	350968.33	2791867.3
46	351038.406	2791747.81	100	350989.776	2791865.32
47	351042.11	2791743.84	101	351024.11	2791855.91
48	351044.884	2791741.33	102	351036.171	2791856.4
49	351048.059	2791738.56	103	351039.97	2791862.62
50	351052.107	2791736.25	104	351049.544	2791863.38
51	351055.124	2791734.11	105	351076.79	2791895.33
52	351058.25	2791732.2	106	351128.989	2791884.56
53	351063.542	2791729.02	107	351162.104	2791867.64
54	351066.981	2791727.97	108	351165.826	2791859.56

Los puntos que hacen referencia a la ubicación para la colocación del suelo con la finalidad de preservar el germoplasma, se encuentran dentro del polígono del proyecto. Ya que en esta área no se depositarán jales filtrados por lo que se busca optimizar el espacio sin interferir en las obras y estructura del depósito de jales filtrados.

5.4.4.3 Realizar las labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia.

Cumplimiento: Como se mencionó en el cumplimiento del punto normativo anterior, se han elaborado y anexado al presente documento, los programas que tienen como principal objetivo la protección de especies con un alto valor ecológico, además de establecer acciones para mitigar en lo mayormente posible los impactos ambientales que se originen. Dentro de las actividades a realizar se consideran algunas recomendaciones expuestas en el manual de Protección, Restauración y Conservación de suelos forestales de la CONAFOR (2016).

5.4.4.4 El desmonte y despalme se deben realizar en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas.

Cumplimiento: Se ha determinado que las actividades en la etapa de preparación del sitio se realicen de manera paulatina, aunado a esto previamente se realizarán recorridos de ahuyentamiento y rescate de posibles ejemplares de fauna principalmente, y realizar las acciones conducentes pertinentes como se establece en el presente precepto normativo.

5.4.4.5 Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada.

Cumplimiento: En base a los registros de campo en el área del proyecto, no se encontraron especies bajo alguna categoría de riesgo o de alto valor ecológico, por lo que se descarta las acciones de



rescate de algún ejemplar de flora silvestre, no obstante, se plantea hacer reforestaciones con algunas de las especies que se registraron en el área de influencia con la finalidad de mitigar algunos efectos adversos ocasionados al entorno natural y al componente flora.

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.*

Cumplimiento: De igual manera a otras acciones, se contendrá el material fértil resultante del despalme en un área confinada con la finalidad de utilizarse en las actividades de forestación o en el abandono del sitio, como se menciona en el cumplimiento de numeral 5.4.4.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, en el presente documento.

5.4.6 *Debe asegurarse que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado.*

Cumplimiento: Previo a cualquier actividad en campo se ha realizado un análisis del proyecto ejecutivo con la finalidad de estimar el volumen que se pueda contener en el depósito, tal como se expone en el numeral II.2.4.4 del presente documento, de igual manera verificar las características estructurales y superficiales de la obra para evitar cualquier contingencia o falla en la misma.

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.*

Cumplimiento: A través de un registro periódico de las actividades en ejecución durante el desarrollo del proyecto serán utilizados para elaborar los informes parciales en atención al seguimiento y cumplimiento de términos y condicionantes que emanen del resolutivo en materia de impacto ambiental y que estos registros e informes estarán disponibles en el lugar del proyecto en caso de alguna visita de inspección por parte de las autoridades pertinentes. Lo anterior que viene a formar parte del expediente que se mantendrá en el sitio del proyecto a disposición de quien lo solicite o requiera.

5.5 Criterios de proyecto

En el proyecto de una presa de jales deben considerarse los siguientes factores:

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.*

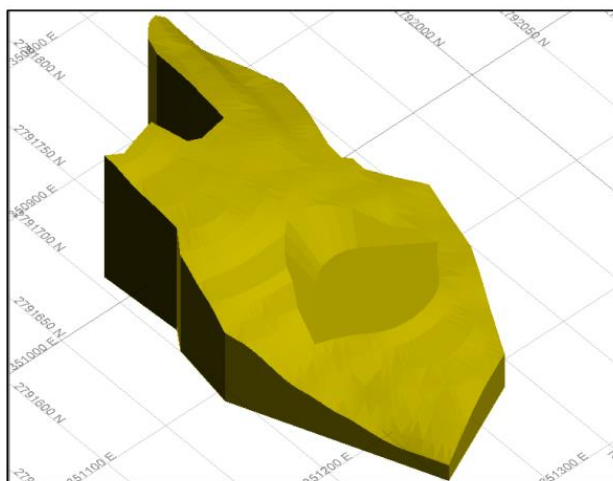
Cumplimiento: A continuación, se presenta el cuadro de volúmenes de material a extraer y jal a depositar.

Para el diseño y cálculo de volúmenes del depósito se utilizó el software Vulcan con la finalidad de cumplir con la especificación 5.5.1. de la NOM, desarrollando a continuación en primera instancia y de manera gráfica la formación del depósito en base al aporte de material para los bordos y de jales filtrados.

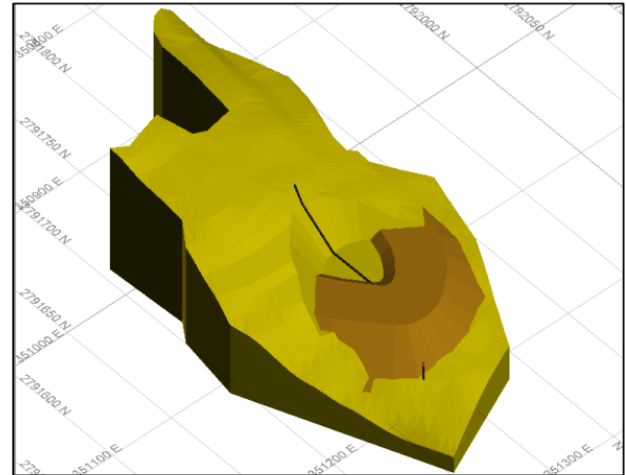
Dentro del polígono propuesto se realizará una excavación para incrementar la capacidad de almacenamiento e incrementar el nivel de estabilidad. La primera excavación se considera desde la elevación 1,910 m a la elevación 1,930 m, y la segunda etapa de la elevación 1,930 a la 1,935 m.

- Cuadro III-40. Estimación de almacenamiento de jales**

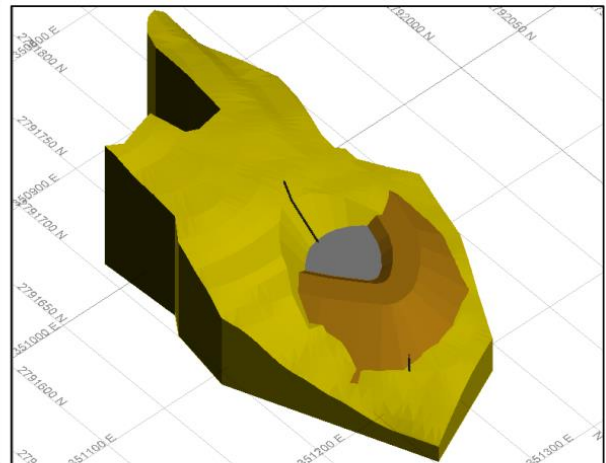
Bordos	Tepetate (m³)		Jal (m³)
	Excavación	Construcción debordo	Capacidad de la presa
Etapas 1	66,723.80		
Base 1910 - 1930		10,093.00	0.00
Bordo 1930-1935		25,742.70	7,218.90
Bordo 1935-1940		17,693.20	12,233.30
Bordo 1940-1945		8,153.30	18,629.80
Etapas 2	75,919.30		
Bordo 1945-1950		4,329.33	26,072.00
Bordo 1950-1955		10,175.70	24,810.90
Bordo 1955-1960		9,204.30	17,870.40
Bordo 1960-1965		7,908.70	11,623.03
Bordo 1965-1970		6,334.10	6,667.10
Bordo 1970-1975		5,056.90	2,088.50
Total	142,643.10	104,691.23	127,213.93



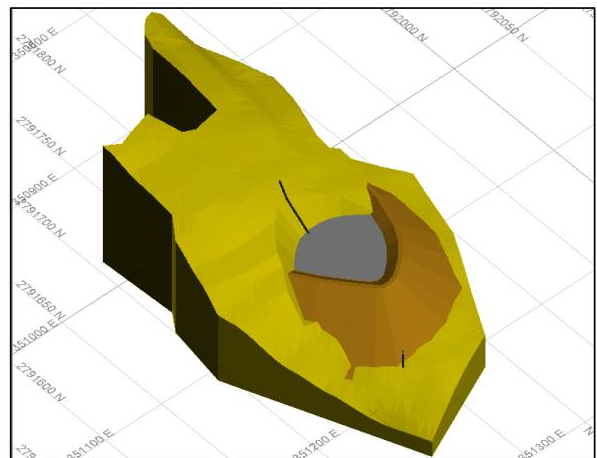
Tubería ADS



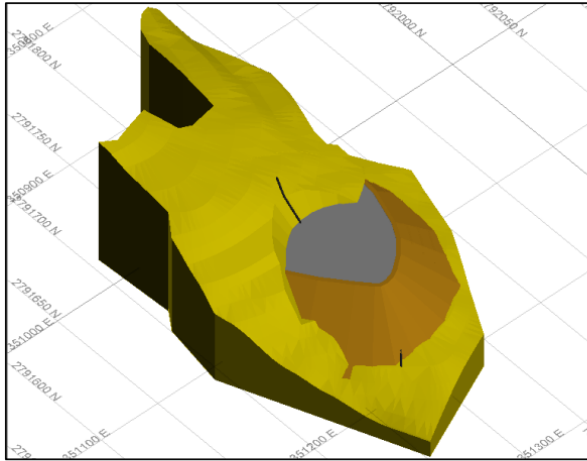
Bordo 1930 - 1935



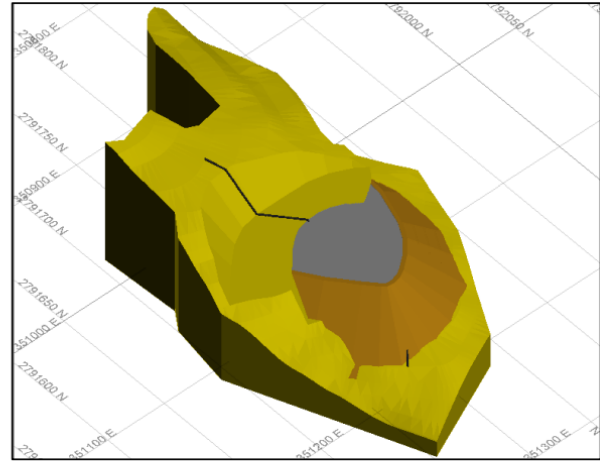
Bordo 1935 - 1940



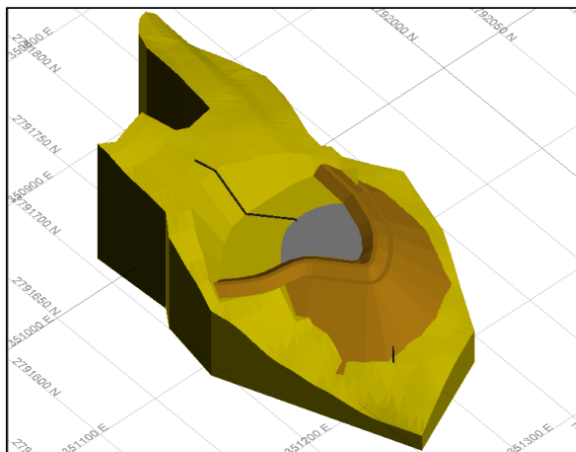
Bordo 1940 - 1945



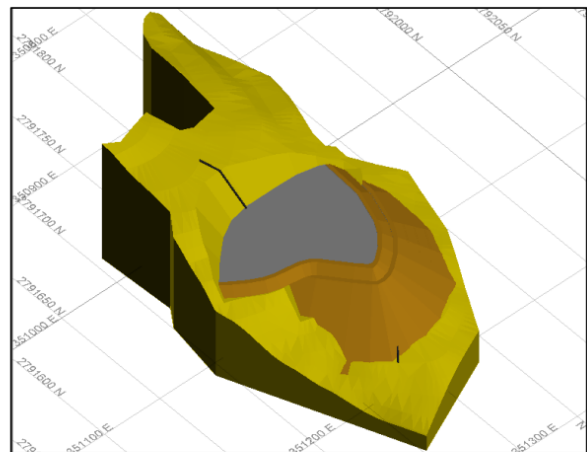
Descarga de jal - 1945



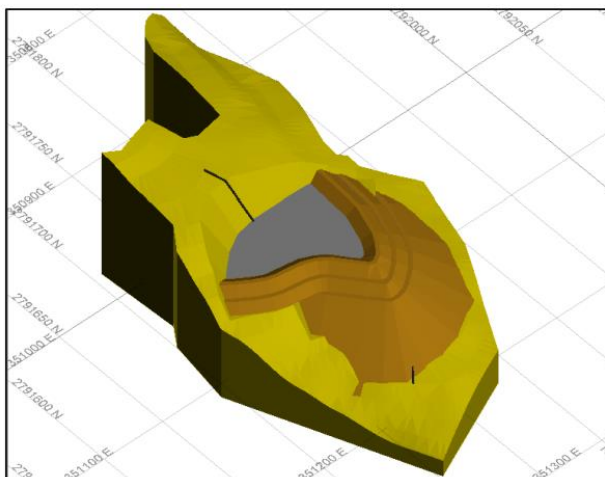
Excavación Etapa 2
 Tubería ADS hasta cota 1975



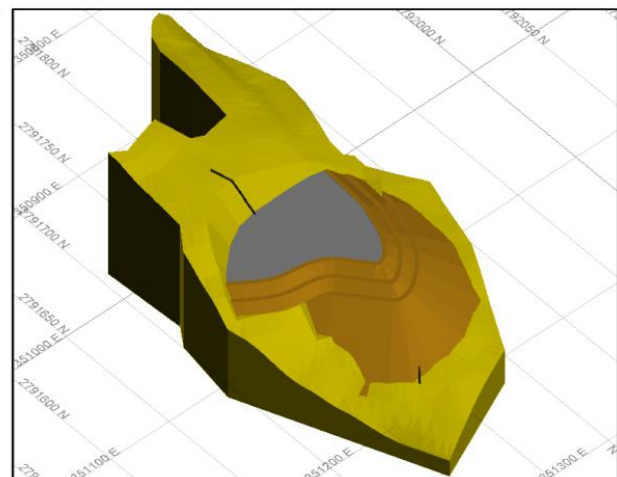
Bordo 1945 - 1950



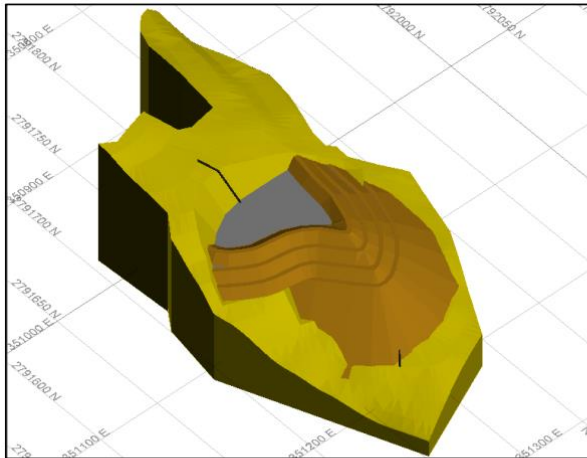
Descarga de jal 1950



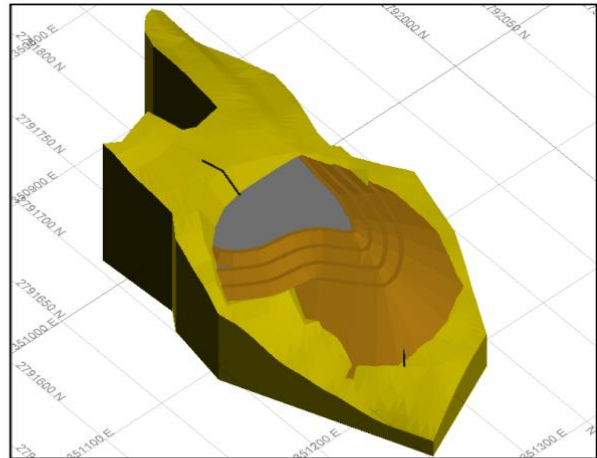
Bordo 1950 - 1955



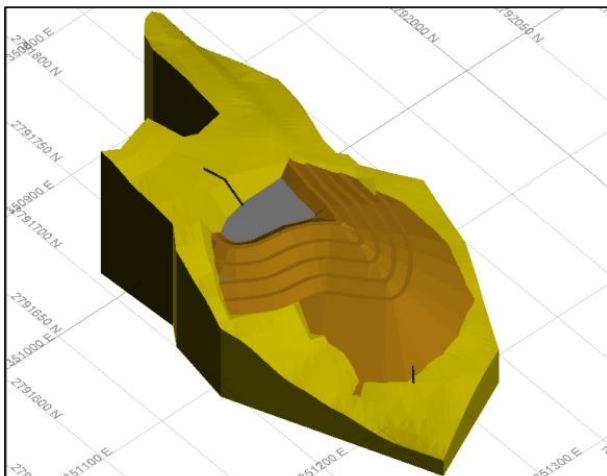
Descarga de jal 1955



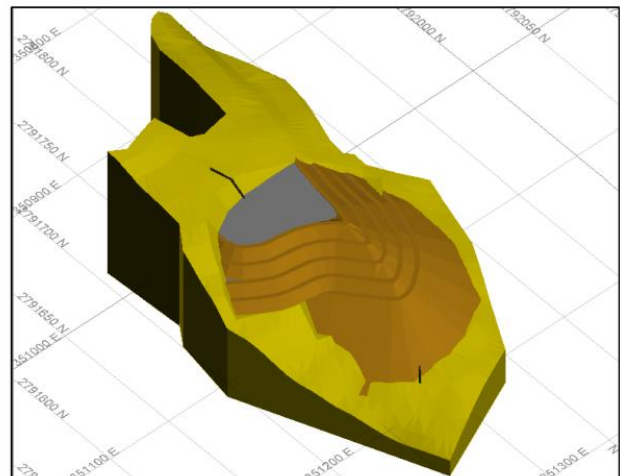
Bordo 1955 - 1960



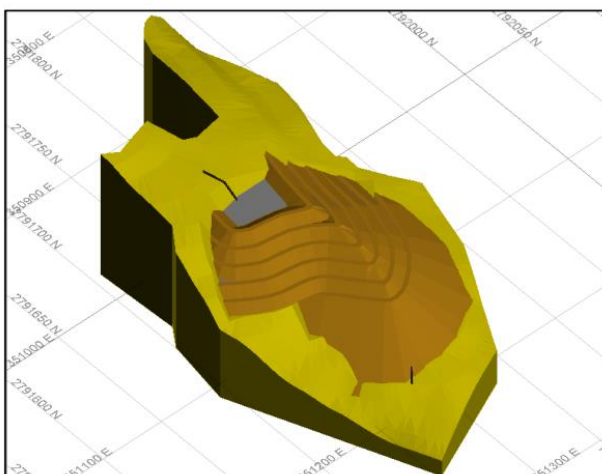
Descarga de jal 1960



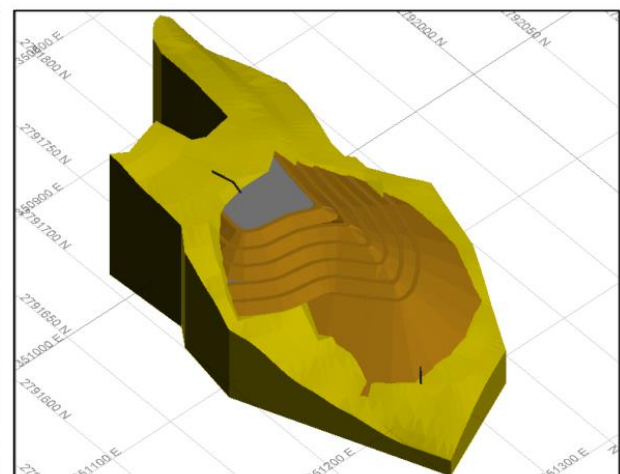
Bordo 1960 - 1965



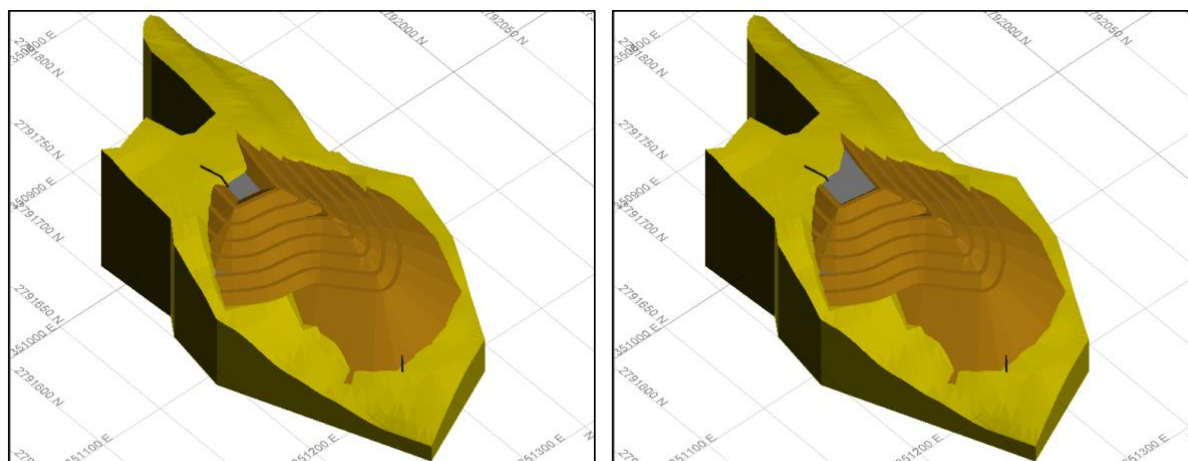
Descarga de jal 1965



Bordo 1965 - 1970



Descarga de jal 1970



Bordo 1970 - 1975

Descarga de jal 1974

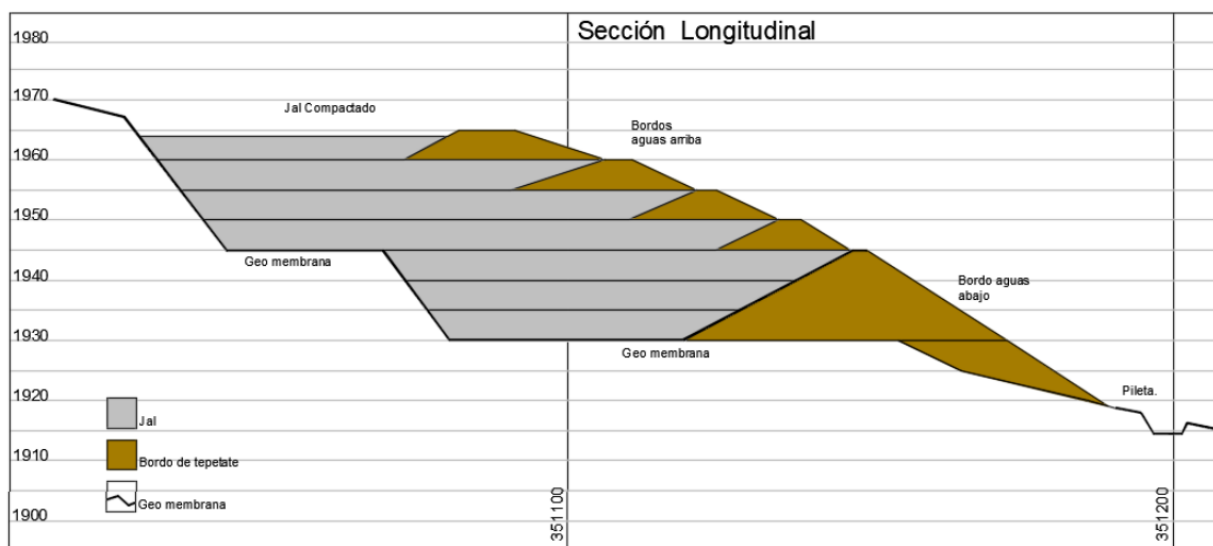


Figura III-34. Sección longitudinal del Depósito

A continuación, se presenta la tabla de volúmenes de material a extraer y de jales filtrados a depositar.

Cuadro III-41. Volúmenes de material a excavar y capacidad del depósito de jales

Bordos	Suelo mineral (m ³)		Jal (m ³)
	Excavación	Construcción de bordo	Capacidad de la presa
Etap 1	66,723.80		
Base 1910-1930		10,093.00	0.00
Base 1930-1935		25,742.70	7,218.90
Base 1935-1940		17,693.20	12,233.30
Base 1940-1945		8,153.30	18,629.80
Etap 2	75,919.30		
Bordo 1945-1950		4,329.33	26,072.00
Bordo 1950-1955		10,175.70	24,810.90
Bordo 1955-1960		9,204.30	17,870.40
Bordo 1960-1965		7,908.70	11,623.03
Bordo 1965-1970		6,334.10	6,667.10
Bordo 1970-1975		5,056.90	2,088.50
Total	142,643.10	104,691.23	127,213.93

Es importante mencionar que los jales que se depositarán son secos y se realizará una compactación con equipo pesado por lo que la vida de la presa se pudiera incrementar hasta un 15% más. De igual manera es importante respetar las dimensiones de los bordos para evitar restarle espacio al vaso.

Cuadro III-42. Capacidad del depósito de jales por elevación

BORDO	ELEVACION m.s.n.m.	CAPACIDAD DEL JAL POR ELEVACION		VIDA DEL DEPOSITO (meses)
		M ³	TON	
Base	1910-1930	0	0	0
1	1930-1935	7,219	13,355	4.5
2	1935-1940	12,233	22,632	7.5
3	1940-1945	18,630	34,465	11.5
4	1945-1950	26,072	48,233	16.1
5	1950-1955	24,811	45,900	15.3
6	1955-1960	17,870	33,060	11.0
7	1960-1965	11,623	21,503	7.2
8	1965-1970	6,667	12,334	4.1
9	1970-1975	2,089	3,864	1.3
TOTAL		127,214	235,346	78.4

Peso volumétrico estimado (ton/m³) 1.85

Producción estimada por mes (tpm) 3,000

5.5.2 La sección propuesta de la cortina contenedora debe cumplir con los análisis de estabilidad indicados en el Anexo Normativo 3 de esta Norma.

Cumplimiento: Dentro de la valoración del proyecto ejecutivo se ha considerado un estricto apego a los preceptos que enmarca la Norma Oficial Mexicana. En el numeral II.2.4 del presente documento, se encuentra el cálculo de la estabilidad de bordos de contención del depósito de jales.

En base a la información proporcionada en el informe de mecánica de suelos se obtuvieron algunos parámetros importantes para el análisis de estabilidad.

Métodos de análisis de estabilidad de taludes finitos.

Los métodos de análisis de estabilidad se basan en un planteamiento físico matemático en el que intervienen las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras, que actúan sobre el talud y que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad.

El método de las dovelas se clasifica como un método preciso (teorías de Morgenstern Price, Spencer y Bishop).

En cuanto a los Métodos de las Dovelas, estos son usados en aquellos casos en que la superficie de rotura del terreno es del tipo circular. De esta manera, el problema se aborda bidimensionalmente, tomando una sección transversal representativa del talud y dividiéndola en franjas del mismo tamaño. A cada dovela se le analiza su nivel de estabilidad, lo que permite concluir acerca de la seguridad global del talud.

Aunado a lo anterior, con ayuda del Software GEO 5, se cargaron los parámetros geomecánicos para la Andesita y se corrió el análisis de estabilidad para la cortina contenedora, en todos los casos el factor de seguridad fue favorable, siendo el valor más alto de 1.34 y el más bajo de 1.19, en promedio se tiene un FS = 1.29.

Cabe mencionar que la sección n.4 corta todos los bordos desde la elevación 1,910 hasta la elevación 1,975, esta coincide con la parte central de la cortina y es la que presenta el factor de seguridad más alto.

Análisis de estabilidad

Sección	F.S.
Sección 1	1.27
Sección 2	1.19
Sección 3	1.34
Sección 4	1.34
Sección 5	1.31
Promedio	1.29

Con la información presentada, se determina que la cortina contenedora del depósito de jales es mecánicamente estable y cumple con los parámetros establecidos en la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Sin embargo, a pesar de ser una cortina mecánicamente estable siempre existe el riesgo de falla. A continuación, se presenta una imagen en isométrico de la topografía de la zona y la proyección del polígono solicitado para la construcción del depósito de jales.





En las imágenes anteriores la línea amarilla indica el parteaguas de la formación rocosa y en azul se indican los posibles escurrimientos pluviales en base a la conformación del terreno, como se puede observar estos nacen aguas debajo del depósito de jales por lo que una falla en la cortina producto de los escurrimientos es muy improbable que ocurra.

El depósito de jales está ubicado a 1 km de distancia del arroyo que pasa agua abajo, en este depósito se descargarán jales con un 10% de humedad, es decir prácticamente es jal seco, en caso de que hubiera un colapso de la cortina contenedora por alguna otra razón al tratarse de jal seco, este no llegaría hasta el arroyo, tomaría su ángulo de reposo.

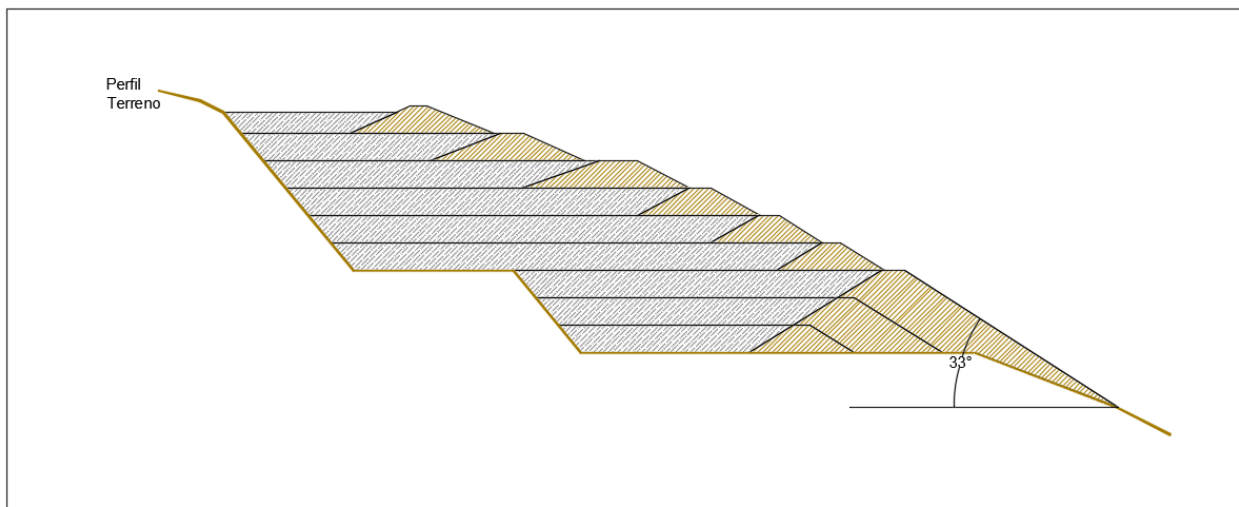


Figura III-35. Angulo en el talud o bordo iniciador

En la figura anterior se indica que el talud de la cortina contenedora tiene un ángulo de 33°, el ángulo de reposo considerado para el jal seco es de 36° en caso de un colapso de la cortina contenedora el jal no podrá correr aguas abajo tal como se indica en la figura.

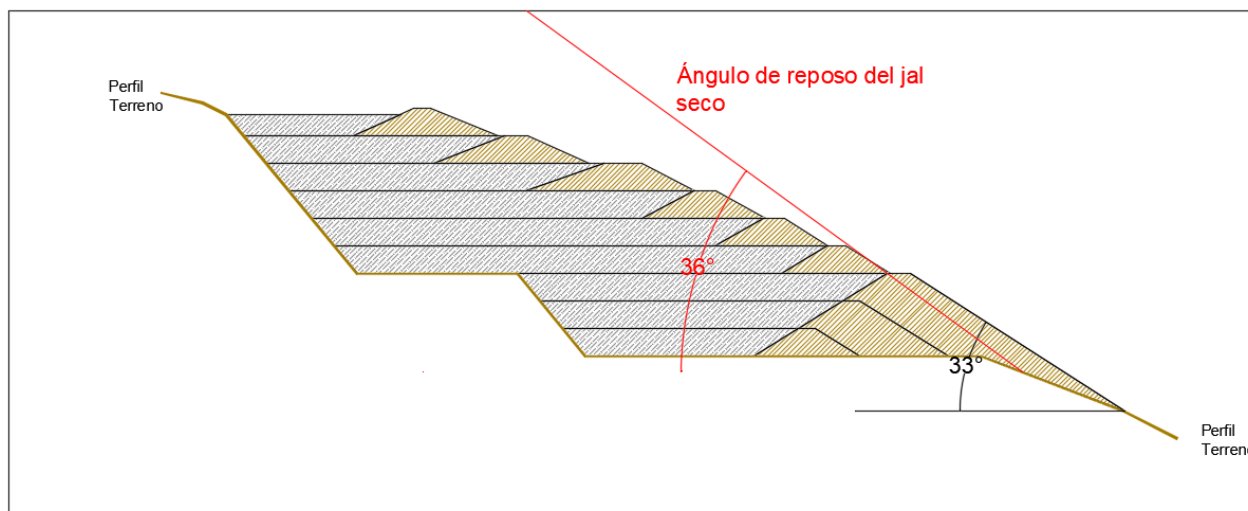
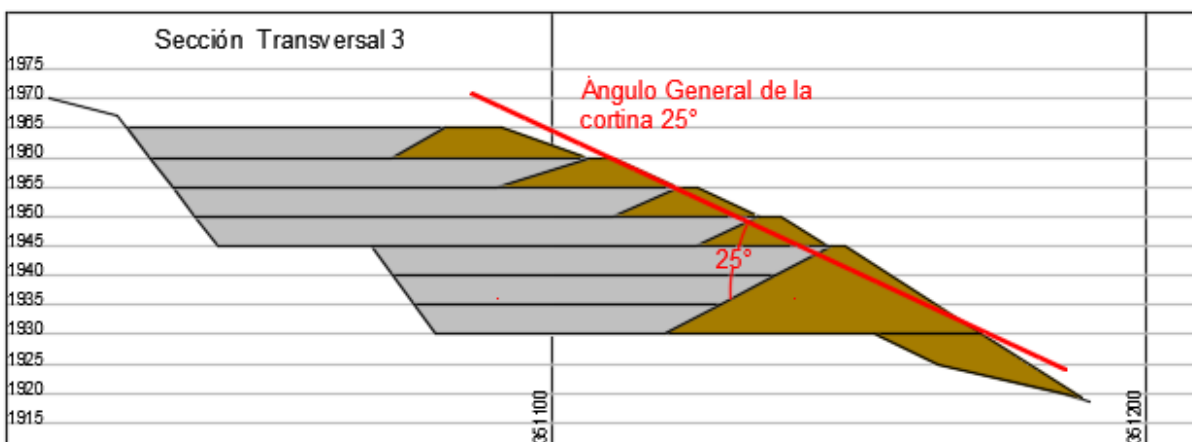
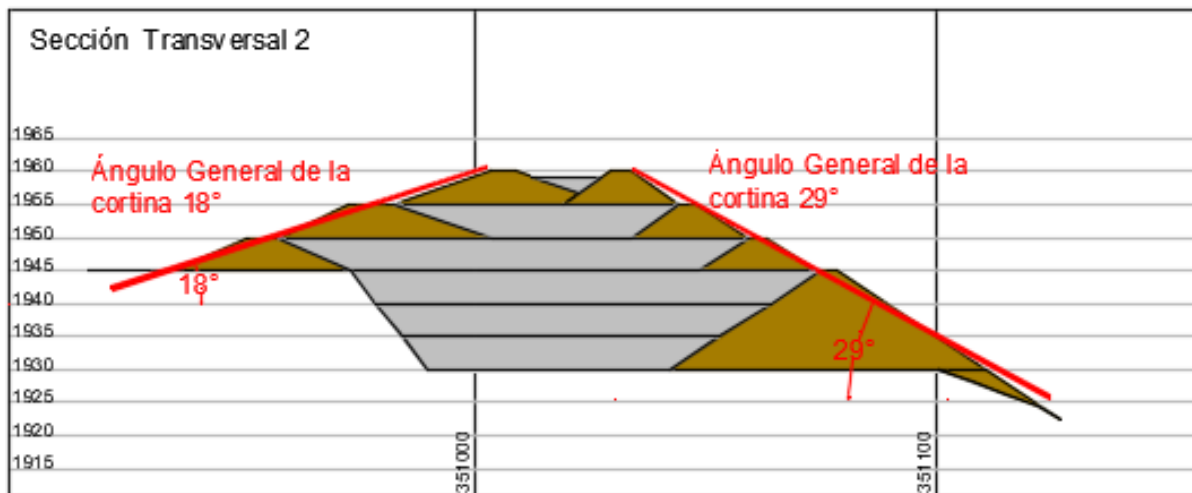
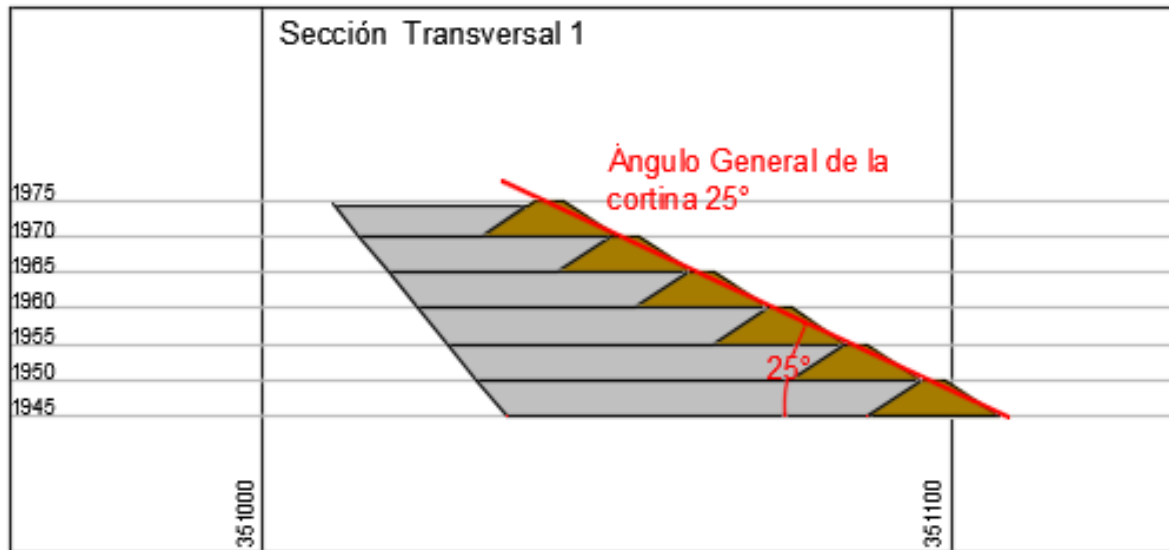


Figura III-36. Representación gráfica del ángulo de reposo del depósito

Este depósito de jales se diseñó de tal forma que a pesar de que llegara a fallar la cortina contenedora, el jal por su propio peso y ángulo de reposo quedara contenido en la zona de excavación.



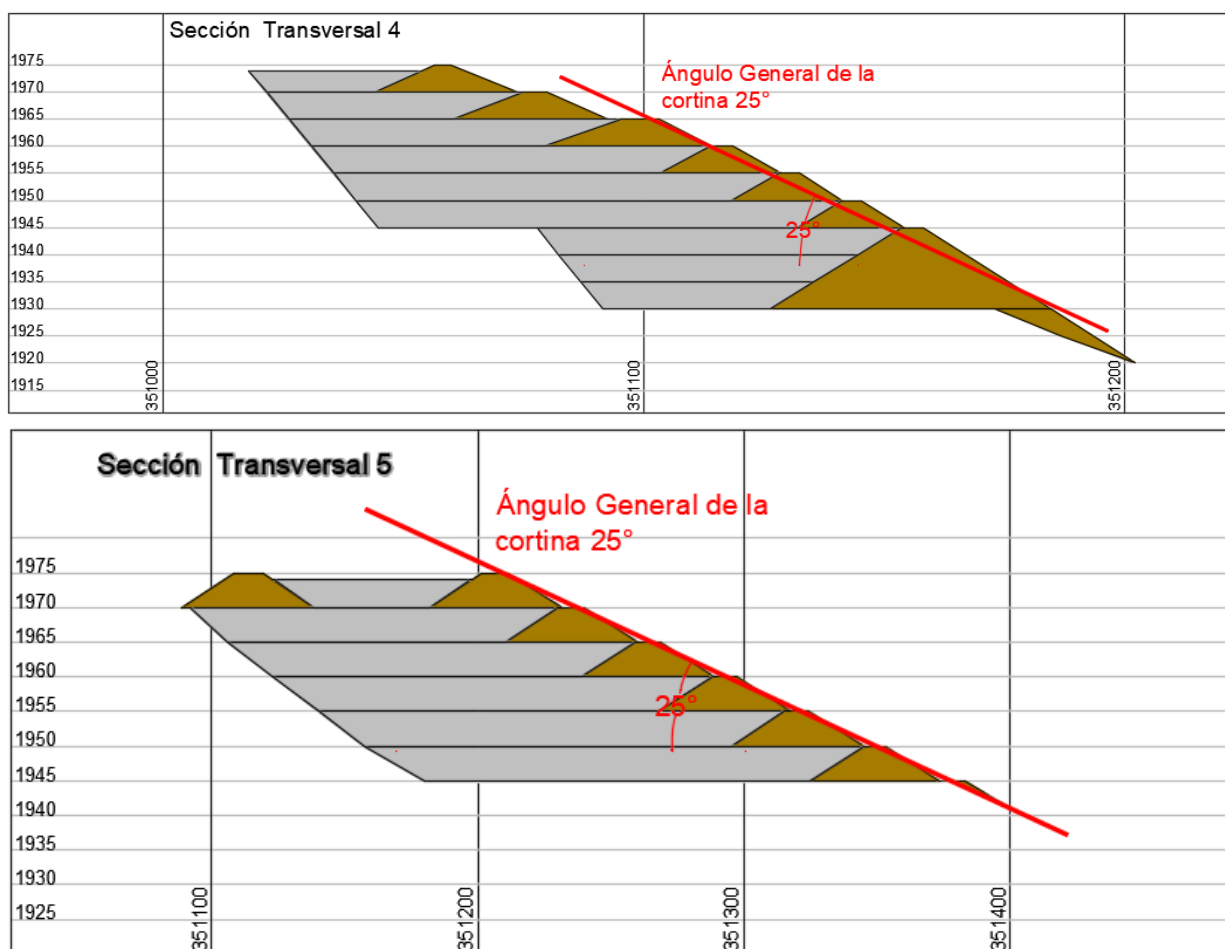


Figura III-37. Representación del ángulo general en las diferentes secciones del depósito

El ángulo general de la cortina en las secciones 1,3,4 y 5 es de 25° aproximadamente y en la sección 2 es de 18° y 29°, esta inclinación nos da una relación de 2 H: 1 V.

Al tratarse de jal seco el que se va a depositar, la función de la cortina contenedora es recubrir al jal de modo que la erosión eólica y pluvial sea mínima, así como favorecer su reforestación al momento del cierre del depósito.

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 Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o los Manuales equivalentes de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Cumplimiento: Los jales filtrados, por su condición no saturada, no necesitan de grandes estructuras de retención o presas y permiten mitigar considerablemente los riesgos de estabilidad física y química. Además de las ventajas de estabilidad física y química que ofrecen los jales filtrados, una vez colocados y compactados tienden a ser materiales de muy baja permeabilidad por lo que manteniendo condiciones de drenaje superficiales adecuadas, el depósito no deja infiltrar cantidades significativas de agua, manteniéndose así en un estado no saturado sin afectar sus respectivas propiedades de resistencia y previniendo la posible infiltración de agua de contacto en el terreno natural.

Obras de desvío.- Son obras normalmente de carácter temporal, que tienen por objeto controlar adecuadamente la corriente durante la construcción del bordo contenedor. No obstante, muchas veces pueden integrarse a la obra definitiva como parte de la obra de excedencias (canal o túnel), o pueden utilizarse (el canal) para formar la trinchera en el caso de presas de tierra y enrocamiento.

La operación de la obra de desvío puede ocupar largos periodos de tiempo y será necesario considerar el mantenimiento del o de los canales, por ejemplo, cuidar que no crezca maleza en los bordos, reponer el material de las ataguías que haya sido arrastrado por el flujo del agua o retirar el azolve de los canales o túneles. Debe existir un plan de operación del canal o túnel, sobre todo en situaciones de avenidas superiores a las de diseño, que incluya todo un procedimiento de alerta temprana.

El agua que se provenga aguas arriba de los canales de derivación (cunetas del camino) y dentro del área destinada al depósito de jales se permitirá reducir una excesiva humectación sobre las terrazas o cúmulos de jales depositados, de manera la cuenca donde se construya el depósito permanezca relativamente seca durante la vida útil del depósito de jales. Teniendo especial atención en la temporada de lluvias para que el jal cuente con características óptimas para su acomodo y compactación. No obstante, se debe dar importancia a la ubicación específica del sitio del proyecto, ya que, al ubicarse fisiográficamente en un parteaguas, se reduce significativamente la adición de escurrimientos de la cuenca aguas arriba del proyecto.

La ubicación del proyecto con respecto a las características fisiográficas de la subcuenca de aporte, muestran que el proyecto se encuentra en un parteaguas donde de manera natural se disminuye la inclusión de escurrimientos superficiales que puedan provenir de aguas arriba, como se aprecia en las siguientes imágenes.



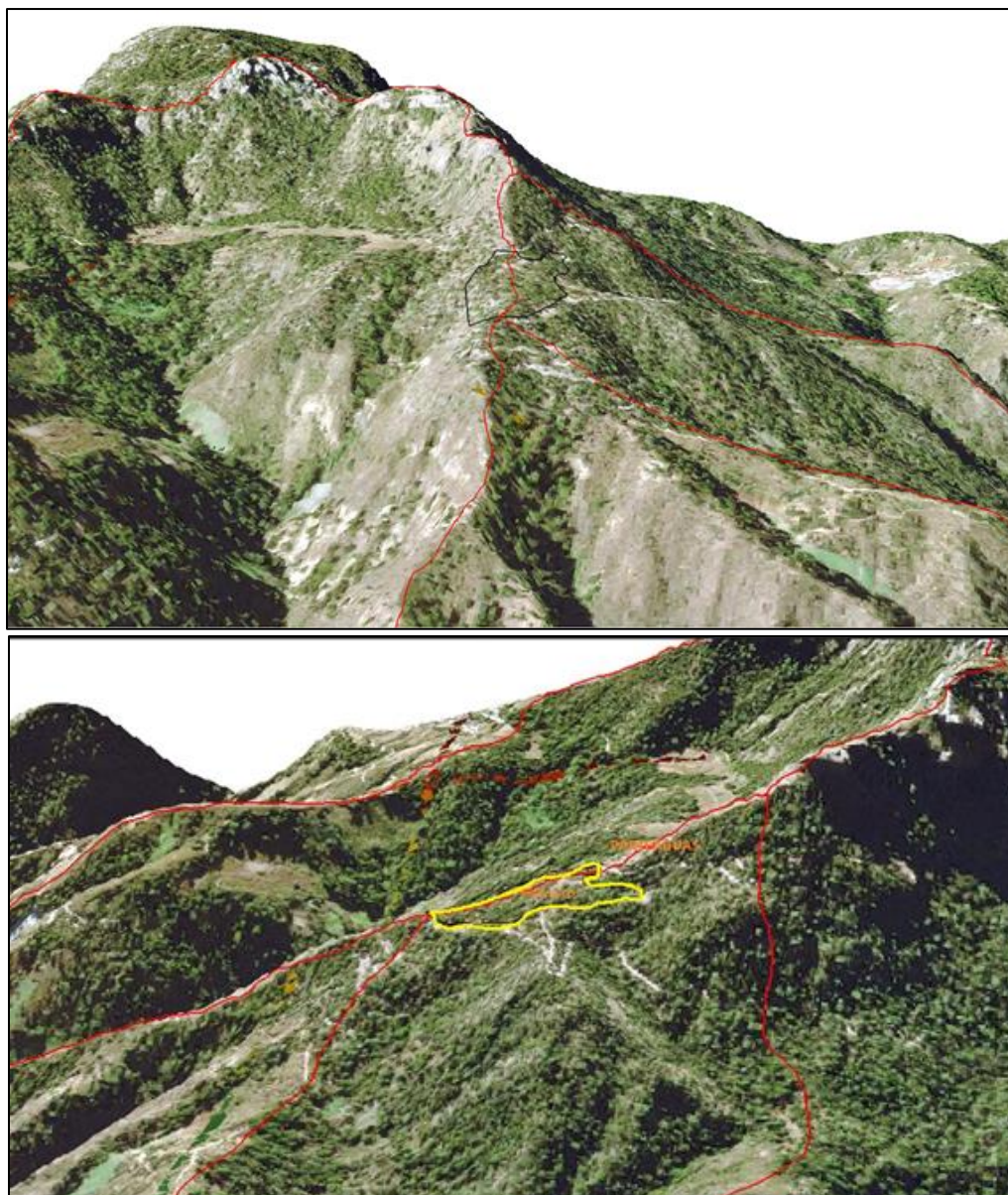


Figura III-38. Características fisiográficas del sitio del proyecto con respecto a la cuenca de aporte

La ubicación del sitio del proyecto sobre un cordón o parteaguas que desciende desde la cordillera del relieve donde se encuentra inmerso, disminuye la posibilidad de afectaciones en el proyecto por las avenidas o escurrimientos superficiales que provienen desde las partes más altas (aguas arriba) y que el caudal que en un momento dado pueda hacer contacto con el sitio del proyecto, puede ser conducido hacia las depresiones naturales del terreno por medio de las obras de drenaje laterales al camino de acceso (cunetas), ya que sus dimensiones tienen la capacidad de drenar o conducir el caudal estimado en el numeral 5.3.4.1, inciso b, de la NOM-141-SEMARNAT-2003, expuesto en el presente documento.

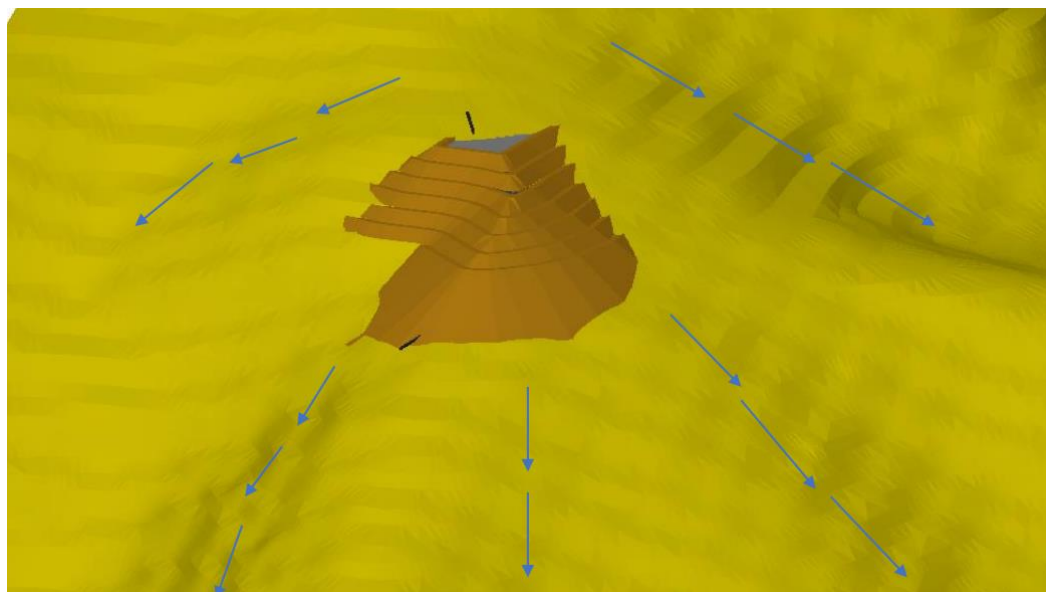


Figura III-39. Referencia de los escurrimientos superficiales existentes

Como se puede observar en esta vista, la topografía resulta muy favorable ya que los escurrimientos corren por fuera de la cortina del depósito, quedando los bordos sobre una loma.

Con esos desvíos naturales debe ser suficiente para mantener fuera de cualquier riesgo el depósito de jales, sin embargo, se presenta el diseño de un canal de desviación y conducción de aguas pluviales en caso de requerirse. La cuneta o canal deberá tener una sección suficiente que permita desalojar la cantidad de agua calculada en la tormenta máxima. Se recomienda que dicha cuneta o canal se revista de concreto para mejorar el escurrimiento del agua y evitar que el terreno natural se erosiones provocando así zonas de estancamiento que pudieran causar desbordamientos.

Se propone la siguiente sección de la cuneta.



Para determinar el gasto que puede transportar esta cuneta debemos conocer la velocidad máxima del agua, se tomará el dato de la tabla siguiente:

Características del suelo	Velocidad máxima (m/s)
Canales de tierra franca	0.6
Canales de tierra arcillosa	0.9
Canales revestidos con piedra y concreto	1.0



Canales con mampostería de piedra y concreto	2.0
Canales revestidos con concreto	3.0
Canales en roca	
Pizarra	1.25
Areniscas consolidadas	1.5
Rocas duras, granito, etc	3 a 5

El área húmeda del canal será de:

$$Ah = (0.8 + 0.5) \cdot 0.8 / 2$$

$$Ah = 0.52 \text{ m}^2$$

De la relación anterior tenemos que la velocidad máxima para el agua en un canal revestido de concreto es de 3.0 m/s, por lo tanto, el gasto calculado será de:

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.52 \times 3 = 1.56 \text{ m}^3/\text{s}$$

La cuneta propuesta puede transportar 1.56 m³ /s de agua a un 75.80 de su altura total (para evitar desbordamientos).

El caudal calculado en la tormenta de diseño que puede incidir en el proyecto es de 1.0355 m³/s.

$$1.56 \text{ m}^3/\text{seg} > 1.035 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

Por lo que la cuneta propuesta es suficiente para el manejo y desvío del caudal estimado, ajustándose a las especificaciones 5.5.3 y 5.5.6 de la NOM.

Otra obra importante es la **alcantarilla para excedencias**, que a continuación se describe.

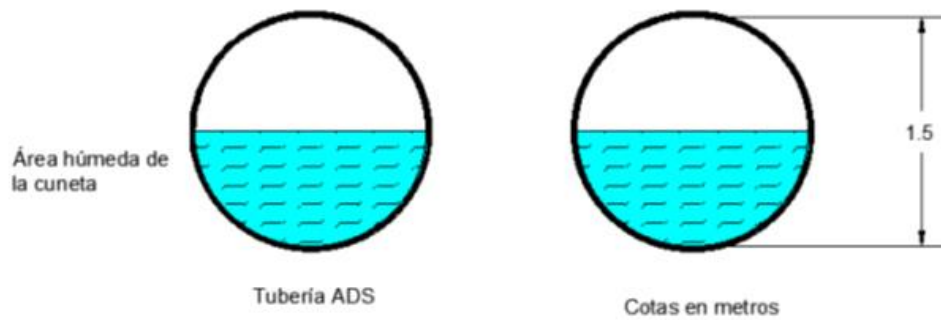
Se pretende desviar el agua de los escurrimientos producto de las lluvias por medio de una cuneta, sin embargo, el depósito de jales también captará agua de las lluvias y esta deberá ser desalojada.

Para esto se propone una tubería Tipo ADS corrugada de 60", este tipo de tuberías es ampliamente utilizado en la actualidad en las presas de jales y patios de lixiviación debido a su bajo costo y facilidad para su instalación, este tipo de tubería es muy versátil y tiene una vida media de 70 años.

Como se vio en el apartado del diseño del depósito, la superficie de captación va variando, nunca es la misma, por lo que se tomará el dato del caudal calculado en el Desarrollo de la tormenta de diseño de 1.0355 m³ /seg que sería el mismo gasto a desalojar del depósito.

La velocidad mínima dentro de un tubo debe ser de 0.5 m/s para evitar sedimentaciones y la velocidad máxima se considera de 3.0 a 3.5 m/s en tuberías de termoplásticos y multicapa.

Calcularemos primeramente el área húmeda del tubo.



Cálculo del área húmeda del tubo, se considerará que el tubo va a un 50% de su capacidad, por lo tanto tenemos.

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times (1.5/2)^2$$

$$A = 1.77 \text{ m}^2$$

$$A_h = 1.77/2 = 0.885 \text{ m}^2$$

Velocidad máxima del agua en la tubería = 3.0 m/seg

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.885 \text{ m}^2 \times 3.0 \text{ m/s} = 2.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal calculado es de: $Q = 1.035 \text{ m}^3/\text{seg}$, Si la superficie mayor que llegará a tener el depósito es de $6,000 \text{ m}^2$, tendríamos aproximadamente $6,000 \text{ lts/hr}$ equivalente a $0.0016 \text{ m}^3/\text{seg}$.

$$2.65 > 0.0016 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con esto se determina que la tubería es capaz de desalojar el agua del depósito de jales en una tormenta máxima.

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.

Cumplimiento: Para hacer la selección del sitio donde se ubicará el depósito de jales, dentro de los criterios estipulados por la NOM-141-SEMARNAT-2003, se le dio prioridad a asegurar la integridad y la estabilidad de la estructura. Se consideraron, primordialmente, los aspectos hidráulicos relacionados con la cuenca de aporte y la avenida máxima probable, así como los aspectos geotécnicos relacionados con el subsuelo y sustrato rocoso que dará soporte a los depósitos. Con los criterios considerados, el sitio para la ubicación de los depósitos de residuos resultó ser el más favorable. Desde un punto de vista de diseño, el sitio seleccionado presenta las siguientes ventajas:

- a) Área despoblada con nula actividad humana tanto en la cuenca del depósito como aguas abajo.
- b) Cuenca relativamente pequeña y aislada de poblaciones.
- c) Ausencia de pozos de producción de agua en un radio de 0.500 km del sitio.



- d) Roca subyacente de permeabilidad baja a profundidades mayores a 20 m que limita la infiltración vertical del agua.
- e) Ausencia de infraestructura aguas abajo de los depósitos de jales.

De lo anterior es importante señalar que el depósito de jales filtrados contara con infraestructura para la recuperación del agua para las pequeñas acumulaciones e infiltraciones que se presenten, toda vez que los jales filtrados no contendrán humedad como los jales convencionales (>70%), por lo que se descarta la acumulación de grandes cantidades de agua dentro del depósito para su clarificación, como parte de las colas que resulten de la separación de los valores de interés.

Dentro de los parámetros de la recuperación de las aguas industriales o de proceso, estas las conduciremos de manera segura y eficiente, para llevar a cabo esta actividad estas aguas serán conducidas por medio de tubería de polietileno de alta densidad de diámetros y especificaciones dadas de acuerdo al volumen de agua recuperada de los lodos, con la finalidad de tener la recuperación optima del vital líquido que será reutilizado en el proceso de beneficio de minerales, esta a su vez será sepultada dentro de los márgenes de seguridad para evitar colapso por el paso de vehículos que pudieran dañarla.

Llevando a cabo las actividades de excavaciones y relleno, así como el termofusionado de la tubería y toda aquella actividad necesaria para una correcta ejecución

Maquinaria y equipo necesario: Utilizaremos en esta actividad equipo manual y mecánico necesario y esencial para la ejecución del concepto.

Se construirá una pileta de recuperación de aguas industriales o de proceso de un volumen de 1.5 veces del volumen de recuperación producto del filtrado, con la finalidad de no mezclar esta agua con las aguas que se obtendrán de las piletas de concentrados de Plomo (Pb) y de Zinc (Zn), ya que estas pueden tener variaciones de PH y alcalinidad, por los contenidos de estos elementos, utilizaremos los materiales convencionales de construcción apegados a las normas y procedimientos que emanan del Reglamento de Construcción vigente del Estado de Durango y sus Municipios y posteriormente esta agua será reutilizada en el proceso en la propia Planta de Beneficio, también nos ayudara a llevar un control y aforo de la recuperación de agua y del cálculo de la humedad que se envía al Depósito de Jales.

Llevando a cabo las actividades de cimbrado, habilitado y armado de acero de refuerzo, vaciado y pulido de concreto, colocación de anclas de fijación del equipo, curado, descimbrado y toda aquella actividad necesaria para una correcta ejecución.

Maquinaria y equipo necesario: Utilizaremos en esta actividad equipo manual y mecánico necesario para la ejecución del concepto.

Piletas de recuperación de agua. – Se construirá una pileta para la captación de la posible recuperación de los excedentes de agua que se contengan en el depósito de los jales, a base de materiales de construcción propios para este tipo de obra, piso de concreto con una capacidad de carga $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$. En la actualidad en lugar de piletas de concreto o mampostería se hacen excavaciones en el terreno natural y estas se forran con geomembrana, lo cual las vuelve muy económicas y el impacto a la zona es menor.



Figura III-40. Formación de una pileta a base de geomembrana

5.5.5 La cortina contenedora de la presa de jales se debe formar por suelos y materiales definidos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4) o con fragmentos de roca. El procedimiento constructivo será el indicado en el Anexo Normativo 3 de esta Norma. Los números utilizados en el Anexo Normativo 3 representan los criterios de aplicación para cada método constructivo y su interpretación se indica en la Tabla 3.

Cumplimiento: Una vez que esté preparado el terreno de cimentación, se construirá el bordo iniciador o dique de arranque con material de tepetate o de préstamo aprobado, con una granulometría de +6" a finos (malla (-)100, graduado, en capas de 30 cm de espesor, debidamente homogenizado con una humedad óptima y compactado al 95% de la prueba Proctor modificada, estos materiales a emplear tendrán características no reactivos y que no presente riesgos inaceptables de generación de acidez o lixiviación de residuos tóxicos.

La construcción del bordo iniciador y del dique de protección se utilizarán los materiales granulares de finos (malla -200) hasta 10", con material disponible en área de almacenamiento, que nos ayudará a aumentar la capacidad de almacenamiento, considerando taludes de H1:V1.5 considerando que los jales son filtrados y su estabilidad es superior al de los jales convencionales, pudiendo colocar capas de jal, monitorear la humedad óptima para un mejor acomodo y compactación.

El dique de arranque se construirá al pie del depósito de jales secos para proveer estabilidad y protección contra la erosión al depósito. Este dique se ha diseñado con pendientes de 2.1 H:1.0 V.

La medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

Consiste en la reducción del tamaño de una masa mineral con el fin de poder determinar el comportamiento que tiene la misma. El análisis granulométrico considera el tamaño de las diferentes partículas que se encuentran en una población de masa mineral representando sus resultados estadísticamente.



Tenemos distintas formas, tamaños y composiciones químicas por los distintos minerales que lo conforman. Para obtener una MUESTRA REPRESENTATIVA de esto es necesario HOMOGENIEZAR la muestra. De esta forma se obtendrán datos que van a validar este análisis.

Por lo anterior, se realizó la medición granulométrica de una muestra de jal con la finalidad de obtener la composición de solidos para que esta información sea utilizada en el cumplimiento de las especificaciones aplicables dentro de la NOM-141-SEMARNAT-2003. En el Anexo 4.2 del presente documento se encuentra el informe de granulometría aplicado a una muestra de jales.

Cuadro III-43. Resultados del análisis de granulometría de los jales obtenidos

Colas finales de flotación.					
MALLA	MICRAS	PESO	%PESO	Acum (+)	Acum (-)
20	841	0.5	0.10	0.10	99.90
40	420	20	4.03	4.13	95.87
60	250	50	10.07	14.20	85.80
100	149	205	41.29	55.49	44.51
150	105	130	26.18	81.67	18.33
200	74	70	14.10	95.77	4.23
250	63	15	3.02	98.79	1.21
325	44	5	1.01	99.80	0.20
400	37	1	0.20	100.00	0.00
		496.5	100		

En cuanto a la especificación 5.6.10 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, que se refiere a la utilización de los jales en la construcción de la cortina contenedora, siempre y cuando su contenido de arenas mayores sea mayor a 76 μm (malla 200) sea igual o mayor a 15%. En la tabla anterior se aprecia que los sólidos referentes a la malla 200 corresponden al 14.10%, aunado a este resultado se debe agregar la consideración de que la formación del depósito no contendrá medios acuosos como una presa de jales convencionales, ya que se reducirá a menor del 11% la humedad contenida en los jales y que en la respuesta al punto No. 7 se aprecia gráficamente la construcción del bordo iniciador y del acomodo paulatino de terraplenes compactados que facilitaran la disposición, bandeado y compactado de los jales secos, por lo que el material a utilizar en la formación del bordo iniciador y de los terraplenes será proveniente de las excavaciones dentro del polígono, por lo que no se incumplirá en la especificación 5.6.10 de la referida norma.

Para el caso de la especificación 5.7.2 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, se ha mencionado en la MIA-P que se considera la utilización de una geomembrana para evitar la filtración de lixiviados, en caso de que el depósito presente acumulación de drenaje ácido, ya que se trata de jales filtrados con una humedad menor al 11%. Así mismo se considera que los jales deben estabilizarse químicamente con cubierta de material de préstamo y adición de alcalinizantes comerciales.

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 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.**

Cumplimiento: Se tiene considerado acondicionar algunas obras de desvío existentes con la finalidad de controlar efectos adversos por las precipitaciones que se presentan en la cuenca aguas arriba, no obstante, como se mencionó anteriormente el proyecto se ubica en un parteaguas, por lo que se estima que los escurrimientos superficiales aguas arriba no representen aportaciones significativas al depósito de jales filtrados. El polígono del depósito de jales filtrados está delimitado en la parte superior por un camino de terracería que cuenta con cunetas como obras de drenaje que servirán para redirigir los escurrimientos que puedan presentarse en la temporada de lluvias. Considerando las especificaciones contenidas en el cumplimiento del precepto normativo 5.5.3 dentro del presente documento.

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.

Cumplimiento: Se tiene contemplado en el diseño arquitectónico, obras de drenaje que funcionen como distribuidores de las precipitaciones en caso de presentarse una tormenta de diseño o lluvias atípicas, como ya se ha tenido registro de las mismas en algunas temporadas de lluvias. Como se mencionó anteriormente, el proyecto describe un depósito de jales filtrados que cuenta con algunas particularidades en cada caso, como lo es la diferencia de acumulación de agua dentro del depósito. Los escurrimientos podrán ser manejados a través de obras de desvío en la parte aguas arriba del proyecto para evitar su incursión al depósito, por lo que solo se contemplaría el agua precipitada dentro de la superficie del proyecto.

Una vez determinadas las áreas de influencia de la microcuenca, se procede a determinar la intensidad de la precipitación. Se determina usar la intensidad de precipitación calculada para la microcuenca de las obras para el cálculo de todos los gastos. Se toma esta decisión considerando que al ser esta el área de mayor magnitud, es la que presenta un mayor tiempo de concentración, por lo que el dimensionar con este criterio las demás estructuras nos da un factor de seguridad para hacer el diseño de las obras de manera segura.

Tal como se desarrolló en el precepto Normativo 5.5.3. dentro del presente documento se comprueba la solvencia de la obra de solventar el caudal de la tormenta de diseño.



Figura III-41. Escurrimiento de la cuenca de aportación



5.5.7 *El proyecto de la presa de jales debe contemplar sistemas de recuperación del agua para su recirculación al proceso o las medidas de tratamiento para su descarga a cuerpos receptores y bienes nacionales de acuerdo a la normatividad aplicable.*

Cumplimiento: Como se mencionó con anterioridad, el depósito de jales que se pretende construir recibirá jale seco o filtrado; donde los remanentes de agua serán separados de los sólidos dentro de la planta de beneficio a través de un prensado, por lo que se contempla necesario el empleo de sistemas de recuperación de agua en ese depósito.

Para el caso se planea establecer una pileta de recuperación que será intervenida a través de ductos o tubería apropiada para la recirculación del agua a la planta de beneficio.

Los conductos de recirculación del agua se representan en el plano de obras complementarias, ya que estos serán móviles sin la necesidad de realizar excavaciones para su instalación, siendo en su totalidad superficiales y no implicarán afectación a la vegetación aledaña, al suelo o recursos hídricos cercanos.

5.6 *Criterios de construcción-operación*

El proceso de construcción de una presa de jales debe seguir los siguientes criterios:

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 5.4.2.*

Cumplimiento: como se mencionó en la atención al precepto normativo 5.4.2, no se registran aprovechamientos de aguas subterráneas en las cercanías del sitio del proyecto, aunado a esto se realizó la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero de acuerdo al Anexo Normativo 2, donde se dio como resultado cuantitativo 0.216 considerándose como *No Vulnerable*. Además de que tras el análisis de laboratorio de los jales, estos son considerados como No Peligrosos por toxicidad, aunado a la ausencia de aprovechamientos de agua subterráneos cercanos al sitio del proyecto e incluir la utilización de una geomembrana para evitar lixiviados.

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.*

Cumplimiento: Se tiene contemplado realizar el “empotrado” de la base de la cortina o bordo contenedor para afianzar en lo mayor posible la estabilidad de la obra. De igual manera se realiza una descripción para las consideraciones del bordo iniciador en el cumplimiento del precepto normativo 5.5.2 en el presente documento.

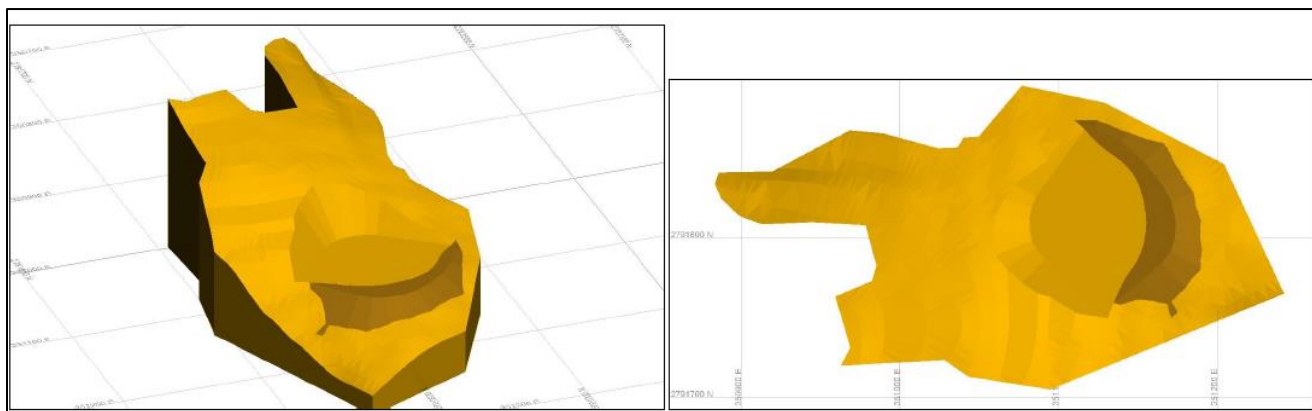


Figura III-42. Proyección de la construcción del bordo iniciador

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 o mejorarse, retirando los materiales sueltos y frágiles, y sellando las grietas abiertas para evitar la tubificación debajo de la cortina contenedora o del bordo iniciador.

Cumplimiento: En el proyecto ejecutivo se realiza una perspectiva de las características del sitio, no obstante, es hasta el momento de realizar el despalme que se puedan encontrar imperfecciones o materiales frágiles que pudieran comprometer la funcionalidad del depósito de jales. Por tal motivo, en el presente punto se tendrá vital importancia a la corrección de las imperfecciones o condiciones que no solventen la factibilidad de la obra. Además de contar con instrumentos de monitoreo para prever cualquier anomalía en la infraestructura de ambos depósitos.

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.

Cumplimiento: De acuerdo a las características físicas del área, se estima encontrar material rocoso y de acuerdo a los preceptos normativos, se realizarán las acciones necesarias para garantizar la estabilidad de la obra con el empotrado del bordo iniciador, aunado a la poca pendiente que presenta el sitio del proyecto.

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.

Cumplimiento: El enrocamiento se colocará a volteo en capas no mayores a 50 cm y considerando escalonamientos de liga. Este material deberá ser bandeado o extendido con trascabo. Ya extendido y, en caso de que el material este seco, se deberá realizar riegos en la superficie con el objetivo de facilitar su acomodo por compactación, realizando al menos 6 pasadas con tractor para alcanzar la máxima compactación relativa.

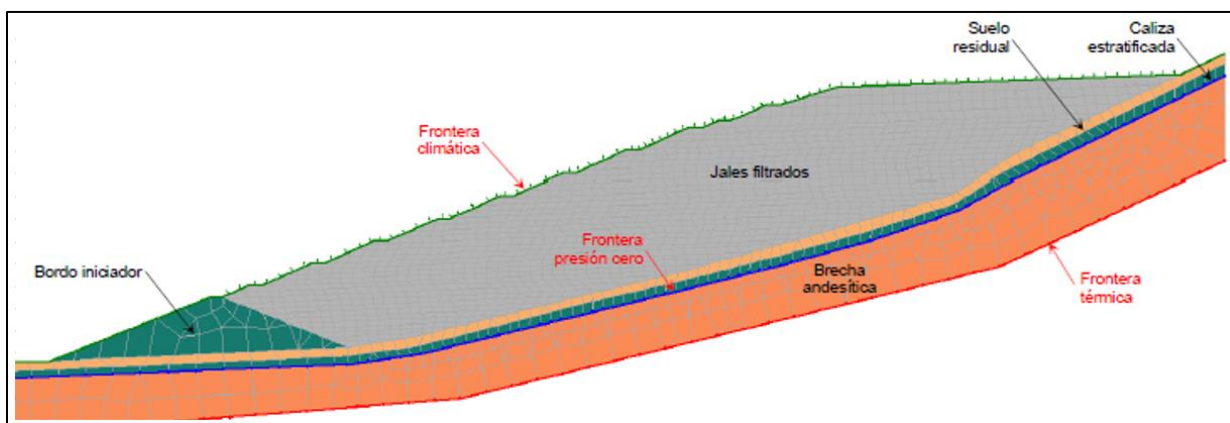
5.6.6 La construcción de los elementos y obras complementarias se deben realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para asegurar un buen manejo del agua superficial.

Cumplimiento: Los elementos claves del diseño de los depósitos de jales filtrados se listan a continuación:

- Preparación del terreno de cimentación.
- Construcción y/o mantenimiento de los sistemas de cunetas para el manejo del agua superficial de aguas arriba del depósito de jales.
- Construcción del dique de arranque al pie del depósito de jales filtrados.
- Colocación, conformación y compactación de los jales filtrados.
- Colocación progresiva de una capa de tepetate o material grueso sobre los jales filtrados cuando se llega a su cota final para evitar la erosión y exposición al medio ambiente.

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 interior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior de la misma y favoreciendo el sellado del vaso del depósito con los finos de los jales.

Cumplimiento: De acuerdo con el Anexo Normativo 3 y por las características de ubicación del proyecto, en este Anexo se sugiere como opción más recomendable el método constructivo "aguas abajo con enrocamiento" específicamente en la sección para el desplante del bordo iniciador, ya que la sección de los jales filtrados requiere de otras consideraciones para el acomodo y compactado del material, atendiendo esta recomendación se contemplará en el proyecto ejecutivo toda vez que se deben establecer las medidas precautorias para evitar comprometer la integridad del entorno natural y los recursos naturales presentes. No obstante, el proyecto maneja jales filtrados con escasa cantidad de humedad por lo que no se tendrán acumulaciones acuosas aguas arriba o abajo como se menciona en la NOM-141-SEMARNAT-2003, ya que no contará con una cortina contenedora como tal por la condición expuesta. A continuación, se detalla el proceso constructivo del depósito de jales filtrados.



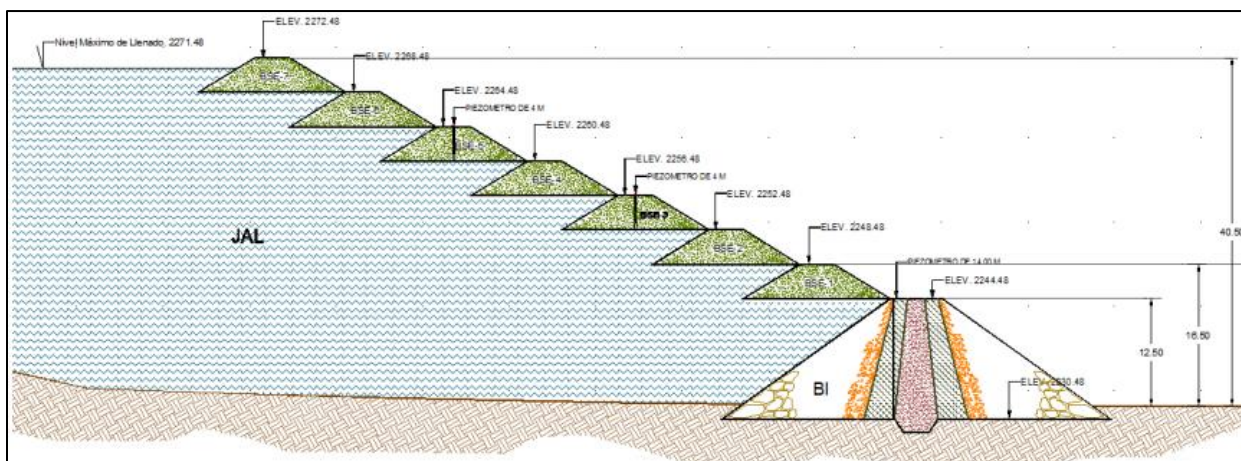


Figura III-43. Diseño geotécnico de un Depósito de jales filtrados

En las imágenes anteriores se ejemplifica la estructuración del depósito de jales filtrados que no necesitan una estructuración y acomodo de los materiales como se requiere en una presa de jales convencionales, ya que la segunda considera la distribución de los jales sobre la cortina contenedora iniciando en la parte interior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior de la misma y favoreciendo el sellado del vaso del depósito con los finos de los jales.

Plantas en operaciones con jales filtrados:

- Santa Elena en Banámichi, Sonora.
- La Encantada en Muzquiz, Coahuila.
- La Parrilla, San José de la Parrilla, Durango. Actualmente en Expansión
- Del toro en Chalchihuites, Zacatecas.
- El Pilón en San Martín de Bolaños, Jalisco. Pruebas Piloto para Jales Filtrados
- La Guitarra en Temascaltepec, Estado de México. Evaluación de Viabilidad: Jales en Pulpa Vs Jales Filtrados

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 presente Norma Oficial Mexicana.

Cumplimiento: El depósito de jales filtrados que se pretende desarrollar recibirá jal seco o filtrado con una humedad $<11\%$; por lo que los remanentes de agua serán separados de los sólidos dentro de la planta de beneficio a través de un prensado, por lo que el empleo de sistemas de recuperación de agua será considerado para las infiltraciones pluviales.

5.6.10 Los jales se pueden utilizar en la construcción de la cortina contenedora, siempre y cuando su contenido de arenas mayores a $76\ \mu\text{m}$ (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.



Cumplimiento: De acuerdo a la operatividad del depósito, Una vez que esté preparado el terreno de cimentación, se construirá el bordo iniciador o dique de arranque con material de tepetate o de préstamo aprobado, con una granulometría de +6" a finos (malla (-)100, graduado, en capas de 30 cm de espesor, debidamente homogenizado con una humedad optima y compactado al 95% de la prueba Proctor modificada, estos materiales a emplear tendrán características no reactivos y que no presente riesgos inaceptables de generación de acidez o lixiviación de residuos tóxicos.

La construcción del bordo iniciador y del dique de protección se utilizarán los materiales granulares de finos (malla -200) hasta 10", con material disponible en área de almacenamiento, que nos ayudará a aumentar la capacidad de almacenamiento, considerando que los jales son filtrados y su estabilidad es superior al de los jales convencionales, pudiendo colocar capas de jal, monitorear la humedad óptima para un mejor acomodo y compactación.

El dique de arranque se construirá al pie del depósito de jales secos para proveer estabilidad y protección contra la erosión al depósito. Este dique se ha diseñado con pendientes de 1.5 H:1.0 V.

5.6.11 *De acuerdo con el método seleccionado para su construcción y en apego a lo establecido en 5.5.5. de esta Norma, la cortina contenedora se debe formar paulatinamente y como resultado del depósito de jales en la presa.*

Cumplimiento: Durante la etapa de operación los jales serán depositados y compactados de manera paulatina formando terrazas para una mayor estabilidad, por lo que se implementarán todas las medidas preventivas aplicables. Se debe considerarlo expuesto en el cumplimiento del precepto normativo 5.6.8 del presente documento.

Para el caso de la formación de la cortina contenedora del depósito de jales filtrados, además de realizar los trabajos de aporte de material como tepetate y su compactación en el bordo, se está considerando el Bordo Libre adecuado de acuerdo a la zona donde se encuentra inmerso el proyecto para evitar comprometer la estructura y su firmeza.

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 del agua alejado del talud, de tal manera que la longitud de la misma sea igual o mayor a la altura de la cortina, o se demuestre técnicamente que la cortina contenedora es estable. Debe consultarse el Anexo Normativo 3, en lo relativo al sistema decantador drenante.*

Cumplimiento: Como se mencionó anteriormente, la nueva obra considera el depósito de jales filtrados (con una humedad menor al 11%), por lo que no se aplicaría al considerando de un área para clarificación del agua, toda vez que se pretende disminuir en lo mayor posible, los fluidos dentro del depósito de jales.

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.*

Cumplimiento: Por la ubicación del sitio del proyecto se considera dentro de una zona húmeda, por lo que la Norma indica que deberá especificarse la conservación del bordo libre (BL) de al menos 2 m para la presa de jales convencionales. No obstante, para el caso del depósito de jales filtrados se recalca que se depositaran con una menor cantidad de humedad, lo que mejora su estabilización a



través del acomodo y compactado en terrazas uniformes que además evitan la acumulación de precipitaciones durante la temporada de lluvias.

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.*

Cumplimiento: Como se mencionó anteriormente, la nueva obra considera el depósito de jales prensados o secos (con una humedad menor al 11%), por lo que no se aplicaría al considerando de un área para clarificación del agua, toda vez que se pretende disminuir en lo mayor posible, los fluidos dentro del depósito de jales.

Ya que el proyecto contempla el manejo de jales filtrados, para el caso de la recuperación del agua será bombeada al depósito de abastecimiento de la planta de beneficio.

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 5.7.1 a), 5.7.2.1. y 5.7.4.*

Cumplimiento: Para el control del polvo en el bordo iniciador, en la cara expuesta se colocará material vegetal de tal forma sea capaz de reforestar el talud con flora nativa y/o plantas dicotiledóneas, herbáceas o cualquier cucurbitáceas, las cuales son inhibidoras para la generación de polvo.

Sobre la corona, se aplicarán supresores de polvo químico o agentes cementantes los cuales serán necesarios para controlar el polvo en la superficie, aunado a la compactación, ya que esta será utilizada como superficie de rodamiento para el control, monitoreo y operación de los jales depositados. Aunado a lo anterior, se considera las estimaciones expuestas en el cumplimiento del precepto normativo 5.3.6.1.1 del presente documento.

5.6.16 *Los estudios, planos y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de construcción, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario.*

Cumplimiento: A través de un registro periódico (bitácoras) de las actividades en ejecución durante el desarrollo del proyecto serán utilizados para elaborar los informes periódicos en atención al seguimiento y cumplimiento de términos y condicionantes que emanen del resolutivo en materia de impacto ambiental y que estos registros e informes estarán disponibles en el lugar del proyecto en caso de alguna visita de inspección por parte de las autoridades pertinentes.

5.7 Criterios de Post-operación

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) No se emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras;

Cumplimiento: Se deberá compactar y humedecer de manera adecuada el material depositado, además de cubrir el área con material fértil para favorecer la regeneración y establecimiento de una cubierta vegetal protectora, compactación y agentes cementantes.



Aunado a lo anterior, se recomienda revisar la información proporcionada para el cumplimiento del precepto normativo 5.3.6.1.1 del presente documento.

b) No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Cumplimiento: como se mencionó anteriormente, el depósito estará formado por jales con una cantidad muy reducida de humedad, mejorando de esta manera su estabilidad y disminuyendo el riesgo de la formación de escurrimientos, por lo que no se corre el riesgo de que se formen corrientes, así como un adecuado perfilado del material dentro del depósito. Así mismo se evaluó la vulnerabilidad del acuífero donde se obtuvo un resultado *No Vulnerable*.

c) No falle la presa de jales.

Cumplimiento: Tal como se presenta la información para el cumplimiento del precepto normativo 5.5.2, así mismo en el numeral II.2.4 del presente documento donde se presenta el cálculo de estabilidad del depósito de jales filtrados. El manejo de jales filtrados mediante su acomodo y compactación aumenta el grado de estabilidad como se ha observado en otros proyectos similares.

Ventajas Depósitos de Jal Filtrado o Menor consumo de agua fresca, por la recuperación de retorno a proceso. O Aumento inherente de factores de seguridad o Mayor control de generación de polvos debido al encapsulado resultado de la compactación Nota: puede ser una desventaja en climas extremos secos. O Menor huella de ocupación de los depósitos de jal filtrado comparado con presas de jal convencionales.

Menor demanda de materiales de préstamo para su contención (incluso autosoportantes). O Posible reclamación progresiva, distribuyendo los costos de cierre en un periodo de tiempo largo, comparado con las presas convencionales. O Menor riesgo de contaminación de cuerpos de agua subterránea por infiltración.

En climas fríos, se elimina la posibilidad de congelamiento de tuberías, ya que el transporte del jal filtrado sería por banda o camiones. Reduce potencial de licuación. Mejor percepción pública y menor riesgo a vida silvestre debido a la ausencia de espejos de agua. Recuperación de valores de solución y menor consumo de cal dispuesta área para depositar durante la temporada de lluvias.

5.7.2 Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cumplir con 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 otros materiales que impidan la acidificación.

Cumplimiento: Se recomienda a través de la estabilización química y la escasa humedad que contengan los jales, se pueda reducir la acidificación o formación de drenaje ácido, a través de la aplicación de alcalinizantes a base de carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio para disminuir la acidificación, así como el aporte de material inerte y compactado.

Estos métodos funcionan satisfactoriamente en suelos de carga permanente y son recomendados para suelos ácidos dominados por arcillas tipo 2:1. En América latina existen áreas dominadas por este tipo de suelos en casi todos los países. En suelos ácidos tropicales de carga variable (Oxisoles,



Ultisoles y Andisoles) el uso de esta metodología recomienda cantidades muy altas de cal que no son realmente necesarias.

Un método común para determinar las necesidades de cal en suelos de carga permanente utiliza soluciones tampón. La solución tampón más popular es la SMP buffer (Schoemaker, Mclean y Pratt, 1961) desarrollada para suelos ácidos de Ohio, E.U.

Para el caso de la presente especificación Normativa, se ha mencionado en la MIA-P que se considera la utilización de una geomembrana para evitar la filtración de lixiviados, en caso de que el depósito presente acumulación de drenaje ácido, ya que se trata de jales filtrados con una humedad menor al 11%. Así mismo se considera que los jales deben estabilizarse químicamente con cubierta de material de préstamo y adición de alcalinizantes comerciales.

5.7.2.2 *No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.*

Cumplimiento: Se contempla emplear especies nativas, por lo que no se considera estimular la acidificación del sustrato.

5.7.2.3 *Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos.*

Cumplimiento: Como antecedente se menciona que el análisis realizado a una muestra de los jales donde se obtuvo un pH con un valor de 8.203 como se aprecia en el informe de pruebas adjunto. En consideración del numeral 5.4.2.5.3 de la NOM-157-SEMARNAT-2009, donde refiere cuando el valor del pH sea menor o igual que 4 o mayor que 10, se considera que el residuo es peligroso y en comparación con el resultado obtenido en la muestra se mantiene dentro del rango de *No Peligroso*. Se propone realizar una estabilización química mediante insumos que no comprometan la integridad de los recursos aledaños al proyecto, como la utilización de alcalinizantes comerciales.

5.7.3 *El cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, sólo se permite cuando el depósito cumpla con las especificaciones de proyecto y construcción de presas para almacenamiento de agua.*

Cumplimiento: El jal que sea depositado en el proyecto será tratado bajo un proceso simple de estabilización química y recubrimiento con material inerte para evitar la formación de drenaje ácido, aunado a la escasa humedad que pueda contener. Lo anterior en consideración que la formación del depósito de jales filtrados no permite la contención de agua con una cortina o bordo retenedor.

5.7.4 *La superficie del depósito debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.*

Cumplimiento: Dentro del programa de trabajo post-operación, específicamente en la etapa de abandono del proyecto se estipula reutilizar el suelo fértil que fue despalmado del área y reintegrarlo a la misma para que mejore las condiciones de estimulación al establecimiento y restauración del área utilizada.

5.7.5 *Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.*



Cumplimiento: Se tomará en cuenta o de manera prioritaria algunas de las especies vegetales que se registraron dentro del área, de tal manera que composición de los ejemplares para la restauración del área sean congruentes al sitio, preservando la composición del entorno natural. Esto en base al análisis de los valores de importancia ecológica obtenidos en el muestreo del área de influencia.

5.7.6 *Cuando sea necesario, los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la misma.*

Cumplimiento: Como se tiene contemplada una construcción paulatina de acuerdo a los aportes de jales al depósito, esto favorece una mayor estabilidad de los sólidos concentrados de tal manera que se incremente su seguridad, además de considerar en todo momento los análisis, cálculos y estimaciones en el proyecto ejecutivo.

5.8 Monitoreo

En el caso de que la presa de jales se encuentre dentro de una de las condiciones que establece la especificación 5.4.2, el generador debe entregar a la autoridad antes de iniciar la operación de la presa de jales, un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. El programa debe contar con los siguientes elementos:

5.8.1 Monitoreo de aguas subterráneas.

5.8.1.1 *La construcción y operación de un mínimo de dos pozos de monitoreo, uno ubicado aguas arriba de la presa y otro aguas abajo. Este último debe colocarse a una distancia máxima de 1.5 veces del ancho de la cortina contenedora en dirección perpendicular al flujo subterráneo local, cuando la presa de jales esté colmada. En el caso de que la presa de jales tenga una geometría irregular, en la que la cortina contenedora sea muy angosta, se debe considerar la dimensión mayor de la presa.*

Cumplimiento: Los pozos de monitoreo serán colocados de manera tal que se cumpla con el presente precepto normativo. No obstante, se menciona que los resultados de pruebas de los jales muestreados caracterizan al jal como No Peligroso por toxicidad.

5.8.1.2 *Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea, se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicada en 5.3.4.2.2. b).*

Cumplimiento: Reiterando el cumplimiento del punto anterior, se tomará en consideración que no existen aprovechamientos de agua subterránea cercanos al proyecto o alguna fuente alterna para realizar los análisis correspondientes, no obstante, se verificara la obtención de muestras de agua subterráneas o el comportamiento de lixiviados aguas abajo del proyecto. Cabe mencionar como se señaló anteriormente, se utilizará geomembrana para cubrir la superficie donde se colocarán los jales filtrados, reduciendo el riesgo de filtraciones de lixiviados.

5.8.1.3 *Los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba, se deberán comparar con los del pozo de monitoreo aguas abajo. Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes, con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.2.2. b), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes. En el caso de que la comparación indique que no hay alteración de la calidad del agua subterránea nativa, no se requerirá de pozos de monitoreo adicionales.*



Cumplimiento: En atención con el presente numeral normativo se realizarán las acciones para el cumplimiento de acuerdo a las condiciones que este requiere, en base a los muestreos realizados para conocer las características actuales y compararlas con la inclusión del proyecto.

5.8.1.4 *Se debe realizar un muestreo semestral durante la construcción y operación del depósito, y anual durante un periodo determinado por el resultado del monitoreo, a partir de la fecha del cierre definitivo de la presa de jales.*

Cumplimiento: Se establecerán los puntos de monitoreo de acuerdo a las especificaciones de la Norma.

5.8.1.5 *Cada pozo de monitoreo debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x,y,z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación, así como los resultados de los análisis físicoquímicos que se realicen en este punto.*

Cumplimiento: Como se mencionó en la atención al punto anterior, se establecerán puntos de monitoreo a consideración de la autoridad, ya que el jal se considera como no peligroso por toxicidad, considerando además que el proyecto no coincide con las condiciones establecidas en el numeral 5.4.2 de la Norma Oficial.

5.8.1.7 *Si hay un acuífero vulnerable o hay aprovechamientos alrededor y el jal es peligroso, el monitoreo debe llegar hasta el nivel del agua. En este caso se deben construir obras de ingeniería complementarias que garanticen la no afectación a los acuíferos. Cuando no se conozca el acuífero, el monitoreo debe hacerse hasta 50 m de profundidad.*

Cumplimiento: A través de la evaluación del acuífero, se determinó que tiene una condición de No Vulnerable. De igual manera no se registran aprovechamientos subterráneos cerca del sitio del proyecto. De acuerdo a la descripción del acuífero por parte de CONAGUA, puede existir una diferencia significativa de altitud entre el proyecto y el nivel de aguas estático del acuífero, aunado a la conformación rocosa poco penetrable.

5.8.2 Monitoreo de aguas superficiales.

5.8.2.1 *El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños a la presa de jales, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones de los puntos 5.3.4.1.*

Cumplimiento: En el Anexo 4.4 se encuentran los resultados de laboratorio del análisis de las muestras de agua en los puntos referenciados aguas arriba y aguas debajo de la ubicación del proyecto, tomando como referencia el numeral 5.3.4.1 de la Norma. Así mismo, se realizarán muestreos paulatinos para conocer periódicamente las características del componente agua.

5.8.2.2 *Se deben especificar los puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de los cuerpos de agua superficiales que puedan encontrarse.*

Cumplimiento: Como se expresó en el punto anterior, se establecieron puntos de muestreo de aguas superficiales. Para esto su georreferenciación se presenta en un plano adjunto en el Anexo 4.4.

5.8.2.3 *Se debe indicar la técnica de muestreo y los parámetros a analizar, haciendo énfasis en aquellos que pudiesen variar a causa del depósito de jales, la periodicidad de muestreo y el*



número de muestras. Deben llevarse a cabo dos análisis de la calidad del agua superficial, el primero al finalizar la temporada de lluvias y el segundo durante el estiaje.

Cumplimiento: La técnica de muestreo y los parámetros a analizar estarán basados en el numeral 5.3.4.1 de la Norma.

5.8.2.4 *Se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales, con respecto a los parámetros, límites máximos permisibles, cuerpos receptores y usos indicados, y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba de la presa de jales.*

Cumplimiento: No se contempla la descarga de aguas residuales, ya que el agua recuperada en la pileta será recirculada al proceso de beneficio de minerales. Por otra parte, se optó por depositar en su mayoría jales filtrados con una menor humedad, mejorando su acomodo y estabilidad en el depósito.

5.8.2.5 *Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.1. e), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes.*

Cumplimiento: De acuerdo a los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo, se hará del conocimiento de la autoridad competente para que se implementen las medidas necesarias y determine la causa u origen de algún parámetro no permisible o diferencia significativa en base a la condición actual, ya que se estarán reportando los parámetros muestreados periódicamente.

5.8.3 *Estabilidad de taludes. Cuando se deban instalar líneas de piezómetros para determinar el nivel de saturación acuosa de los jales y evitar un deslizamiento o agrietamiento -conforme a los incisos 5.3.6.1 y 5.3.6.2-, el número de líneas de piezómetros será como mínimo de una y el proyecto del depósito deberá determinar la cantidad específica para asegurar el monitoreo correcto y oportuno.*

Cumplimiento: El Piezómetro es un instrumento que se utiliza para medir la presión de poros o nivel del agua en perforaciones, terraplenes, cañerías y estanques a presión. La aplicación geotécnica más común es para determinar la presión de agua en el terreno o el nivel de agua en perforaciones. En base a lo anterior, y recalando que el proyecto no contendrá jales convencionales que originen una acumulación de agua dentro del depósito, por lo tanto, la función del piezómetro no sería funcional para el monitoreo de jales filtrados con una humedad reducida por medios mecánicos.

Por lo que se tiene contemplado utilizar testigos superficies.

5.8.4 *Testigos de movimiento. Estos se deben instalar y registrar periódicamente las observaciones, con el fin de correlacionar si los movimientos detectados en la estructura se deben a sismos, a sobresaturación acuosa o asentamiento del terreno, ya que pueden provocar una falla de la estructura.*

Cumplimiento: Se instalarán testigos de movimiento por las bases y puntos superficiales en los taludes del bordo contenedor y/o terrazas de los jales filtrados depositados con la finalidad de generar información para tener conocimiento de desplazamientos u otras afectaciones a la estructura.



En el elemento estructural más importante del depósito de jales es y será el bordo iniciador, o bordo de contención, en este colocaremos tres puntos de monitoreo o testigos de movimiento, los cuales los colocaremos en forma simétrica sobre la corona del mismo, con la finalidad de detectar cualquier movimiento estructural, ya sea por empujes o asentamientos de la propia estructura, como también sin dejar por omisión, movimientos sísmicos de pequeña, mediana o gran magnitud, así como el de los microsismos que pudiesen presentarse, aun siendo una zona penesísmica.

El método más sencillo y eficaz, la construcción de testigos a base de concreto de forma trapezoidal y en el cual tendrá su registro en forma independiente y formulado a base de un reporte, con fecha que debe contener, fecha de elaboración del testigo, coordenadas en "X", "Y" y "Z", estos se colocaran en los puntos más significativos sobre la corona, y se recomiendan que se coloquen sobre la berma de la cara exterior del bordo iniciador, y en la posición central del mismo así como en los extremos derecho e izquierdo del mismo.

Cuando se produce un movimiento estructural del bordo iniciador a consecuencia de los diferentes factores a los que está expuesto, este se debe registrar e inmediatamente verificar que no vaya a ser de consecuencias que dañen la mencionada estructura, en caso de algún movimiento en cualquiera de sus tres ejes, se debe analizar el problema, realizando una inspección describiendo la cantidad de grietas (si es que se presentan) y ver el origen, ya que estas se pueden presentar por resequedad e intemperismo, no necesariamente por movimientos diferenciales del bordo iniciador, recordando que al construir el mencionado elemento estructural se homogenizara el material que se empleará en la construcción del mismo con agua para así obtener la compactación requerida, este material periódicamente perderá humedad y puede afectar en alguna lectura del testigo, para esto y evitar alguna mala información, se llevaran a cabo dentro del mencionado registro de monitoreo los siguientes datos.

- Tipo de grietas encontradas.
- Material de utilizado para monitorear la grieta (yeso, vidrio, etc.) únicamente en las más representativas.
- Cantidad y ubicación de estas.
- Memoria fotográfica.

Cuando se produce un movimiento en cualquier estructura, lo primero que aparecen son fisuras y grietas (en el caso de las Presas de Jales convencionales estas son seguidas por humedad y en ciertos casos es muy común encontrar agua proveniente de la misma, en el caso particular de este proyecto no será posible esto porque la cantidad de humedad de material a depositar apenas rebasa el 11%).

Se debe llevar a cabo un registro periódico del monitoreo de cada uno de los testigos, ya sea por semana o mes de acuerdo al programa de crecimiento del depósito, seguidas de un informe detallado de lo encontrado en la estructura del bordo iniciador, presente o no movimiento, esto es con la finalidad de elaborar un informe que formara parte del Estudio Técnico que corresponda, de igual manera se realizara un dibujo a detalle de la planta y secciones, indicando el lugar de cada fisura o grieta en caso de que estas se presenten con el afán de darle seguimiento.

5.8.5 *Dispersión de partículas. Periódicamente se deben realizar muestreos perimetrales de partículas, para garantizar que no se modifica la calidad del aire por este factor.*



Cumplimiento: De manera oportuna se realizarán muestreos con la finalidad de estimar la dispersión de partículas, mismo que se reflejarán en los informes periódicos que establezca el resolutive en materia de impacto ambiental.

Históricamente se conoce que durante el primer trimestre del año es cuando se presentan ráfagas de viento con velocidades superiores a las registradas el resto del año, sin considerar los registros en temporada de lluvias (huracanes , tormentas, etc.) ya que por la humedad no se propagarían los polvos; por lo que durante el inicio del año se recomienda en base a la NOM-035-SEMARNAT-1993, donde se recomienda hacer mediciones periódicas por un tiempo continua de 24 hrs, en consideración del método que mejor se ajuste a las condiciones del sitio del proyecto.

5.8.6 Sismología. Cuando la presa de jales se ubique en una región sísmica, de acuerdo a la Figura 1, se debe instalar un sismógrafo en la cortina contenedora.

Cumplimiento: De acuerdo a la proyección cartográfica a través del sistema de información geográfica utilizado para proyectar la ubicación del sitio del proyecto con la clasificación de las regiones sísmicas en la República Mexicana (Figura 1 de la NOM) se establece que el proyecto se encuentra dentro de la Región Penesísmica.

Otra división del país está dada por Regiones Sísmicas, Penesísmicas y Asísmicas. Las Zonas sísmicas están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Ciudad de México; las Zonas penesísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del Sur de Durango al centro de Veracruz y, las Zonas asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

De acuerdo al Servicio Geológico Nacional en su página de Sismotectonica SGM, el área del proyecto presentado, encontramos que, es una Zona Asísmica de acuerdo a la información recabada y cuentan con reportes de NO actividad sísmica en la región.

Cuadro III-44. Actividades sísmicas registradas

Información Sismotectonica	
Volcanes	NO registrado
Epicentros ocurridos ayer y hoy	NO registrado
Epicentros del 2017 a la fecha	NO registrado
Epicentros de 1902 al 2016	NO registrado
Placas Tectónicas (SGM)	NO registrado
Estructuras Tectónicas (SGM)	NO registrado



5.8.7 Acciones de estabilización. *Cuando los datos del sismógrafo o los testigos de movimiento indiquen riesgo de derrumbe o desborde, deben realizarse las acciones de estabilización de los taludes y la cortina, que sean necesarias.*

Cumplimiento: Como se mencionó en el cumplimiento del punto normativo 5.8.4 del presente documento, se plantea una estrategia de monitoreo de estabilidad, no se tiene registro de actividad sísmica, no obstante, se estará al pendiente por parte del promovente de cualquier afectación a la estructura de las obras.

5.8.8 Protección de especies en riesgo: *cuando se desarrollen programas de acuerdo al numeral 5.4.4 se deben establecer registros en bitácoras de las actividades con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna. Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica y estar disponible para la autoridad competente que requiera su revisión. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses.*

Cumplimiento: Paralelamente al presente Manifiesto se elaboran los Programas para salvaguardar aquellas especies de flora y fauna silvestre con alto valor ecológico que se vean vulneradas en su integridad. Tal como lo expresa el presente punto, se realizarán monitoreos periódicos en los que se registrara cualquier actividad para posteriormente ser reportada en los informes parciales que condicione la autoridad.

5.8.9. Post-operación: *se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica, de todas las actividades realizadas en la etapa de post-operación.*

Cumplimiento: De acuerdo al seguimiento que exige la NOM-141-SEMARNAT-2003, se recabará toda la información necesaria para cumplir con los preceptos que se establecen y que serán expuestos a la autoridad competente si así lo requiere.

6. Evaluación de la conformidad

6.1 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 Acido-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.*

Cumplimiento: La promovente estará de acuerdo conforme a lo establecido en el presente numeral para comprobar y corroborar que los datos emitidos de los análisis estén bajo las especificaciones que enmarca la Norma.



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

IV.1. Delimitación del área de estudio

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se basó en criterios ambientales, sociales y económicos. Para esta tarea, se consideró la inclusión del territorio aguas arriba de la cortina del depósito por los escurrimientos que puedan tener injerencia, que comprende la totalidad de los escurrimientos superficiales involucrados; el territorio aguas debajo del depósito, que va desde el bordo iniciador hasta las partes bajas donde puede tener influencia el desarrollo del proyecto.

Bajo las consideraciones anteriores fue que se delimitó analítica y gráficamente el sistema ambiental de estudio (SA), para alcanzar esa aproximación se consideró la uniformidad y la continuidad de sus factores y de sus procesos ambientales más conspicuos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) y los principales atributos de la zona ecológica dónde dicho sistema se ubica.

Este conjunto territorial se encuentra dentro de la subcuenca hidrológica RH10Ce Río Humaya: considerando la interacción con los rasgos hidrológicos entre el proyecto y el entorno, así como aspectos geográficos y sociales que se interrelacionan con los efectos del proyecto.

El concepto de Sistema Ambiental, si bien es común en el manejo de problemas ambientales, es un concepto difícil de abordar en su instrumentación práctica, por cuanto las metodologías involucradas cambiarán de manera sustancial dependiendo de la interpretación y extensión que definamos para el concepto en el marco de cada uno de los trabajos de manejo ambiental a que nos podamos enfrentar. En el presente documento se pretende establecer un marco metodológico, que no el único, para simplificar y hacer más objetivo el proceso de definir el sistema ambiental o área de influencia para nuestro proyecto en el cual se considere el componente ambiental. En el Anexo 7 se adjuntan las coordenadas de delimitación del Sistema Ambiental.

Es necesario tener en cuenta en la definición del área de influencia del proyecto, que tal área varía de un componente a otro y de una actividad a otra dentro de un mismo componente.

El uso actual del suelo es variado, debido a las diferentes actividades que se desarrollan en el área de influencia del proyecto, las actividades presentes van desde agricultura, minería, ganadería y el aprovechamiento forestal.

El proyecto se localiza en una zona o distrito minero, considerando las diferentes actividades que se desarrollan en colindancia al polígono del proyecto, las actividades presentes en el Sistema Ambiental son en general: áreas para ganadería extensiva, aprovechamientos forestales y terrenos de agricultura de temporal. Los criterios de selección del sitio se ajustan al área donde se originen las menores perturbaciones ambientales al ecosistema y problemas de paso.

Los recursos bióticos dentro del área de estudio que ocupará el proyecto, se encuentran considerablemente modificados y fragmentados por diversas actividades antropogénicas. Se tiene la presencia de caminos de terracería, cercos, terrenos dedicados a la agricultura, pastoreo, entre otros. Algunas de estas condiciones se pueden apreciar en los planos de vegetación y uso del suelo.



De acuerdo con Rzedowski (2006), el área de estudio y de influencia se encuentra dentro del Reino Neotropical, Región Xerofítica Mexicana, Provincia de la Altiplanicie. Esta región incluye grandes extensiones del Norte y Centro de la República caracterizadas por su clima cálido subhúmedo y abarca en esta forma aproximadamente la mayoría de su superficie. La vegetación predominante en el sistema ambiental, está integrada principalmente por los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Juniperus*, *Cupresus* y *Arbutus*, así como especies diversas comunes en la Bosque de Pino-Encino.

El sistema ambiental consta de una superficie de **2,025.49 ha** y se delimitó de tal manera que las interacciones que se darán entre las actividades principales del proyecto y los componentes ambientales más importantes del área de estudio sean contemplados a dos niveles, el primero a nivel puntual que incluye sólo a la superficie del proyecto, en donde se describen básicamente las características taxonómicas y dasométricas de la vegetación, así como la fauna y uso del suelo, obtenidos directamente de la evaluación en campo. El segundo nivel considera otros elementos como son: clima, geología, suelo, fisiografía, hidrología superficial y los aspectos socioeconómicos de la zona, simplemente la predominancia de los ecosistemas en el proyecto, pudiendo encontrar variaciones en las condiciones ambientales donde difícilmente se puede establecer una delimitación de influencia con criterios homogéneos. En la caracterización ambiental se consideraron tanto los factores del área de estudio y los componentes ambientales, el área de estudio, tipo de vegetación, clima, geología, suelo e hidrología superficial.

De acuerdo a las condiciones fisiográficas, sociales y ambientales en donde se encuentra inmerso el proyecto minero se ha optado por considerar como Sistema Ambiental la superficie conformada por la microcuenca hidrológica presente, misma que en total cuenta con una extensión aproximada de 20.254 km². Tomando en consideración que las actividades involucradas en la construcción de un depósito de jales filtrados no implican riesgos significativos que pudieran comprometer significativamente el ecosistema o la biodiversidad, se optó por instrumentar un Sistema Ambiental en el que se refleja la trascendencia de los impactos generados por el proyecto, y tomando en cuenta que la UGA No. 92 (Ordenamiento Ecológico del estado de Durango) donde se encuentra inmerso el proyecto es muy extensa en comparación a la trascendencia del proyecto y que dicha UGA no presenta impedimentos para el desarrollo del mismo.

El concepto de la microcuenca debe ser considerado desde un principio como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada. Asimismo, es en la microcuenca donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores).

Asociado a lo anterior, se debe decir que las personas y especialistas interesados en la temática, al relacionarse con los espacios terrestre y acuático que se desarrollan hacia el interior de esta unidad hidrográfica, deben reflexionar sobre en la vecindad o proximidad de los objetos y elementos del ambiente que se interrelacionan en sus demarcaciones. Tal consideración se sustenta en uno de los principales postulados de la geografía alemana, señalado por Tolber (1970).

Se debe entender inequívocamente que la microcuenca es el espacio donde ocurren 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). Ningún otro ámbito de trabajo que pudiera ser considerado guarda esta relación de forma tan estrecha y evidente.

Esta reflexión se da a partir de que basta una acción ligada al uso, manejo y degradación de tierras (vulnerabilidad) de una cierta envergadura, para que se suscite un impacto mensurable (riesgo) a corto o mediano plazo sobre el suelo; el balance de biomasa y la cobertura vegetal; la cantidad y calidad del agua; la fauna, entre otras variables.

El análisis de estos aspectos permitió determinar que en el área de estudio se encuentra una sola unidad ambiental con características muy particulares, que responden a una estructura y funcionamiento, en donde se llevarán las actividades antropogénicas. Con estas descripciones fue posible analizar los impactos que se pueden generar durante el desarrollo del proyecto.

IV.2. Aspectos Abióticos

IV.2.1. Clima

Según la clasificación climática de Koeppen adaptada para México por García E. (1988), el clima presente en el sistema ambiental, así mismo se presentan los Cuadros de precipitación y temperatura media mensual registradas en los últimos años de la Estación meteorológica más cercana al proyecto.

Cuadro IV-1. Formula climática y tipo de clima del Sistema Ambiental

CLAVE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (ha)
(A)C(w1)	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 intermedio en cuanto a grado de humedad, con un cociente P/T (precipitación total anual en mm / temperatura media anual en °C) entre 43.2 y 55.0.	1,594.63
C(w2)(X')	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.	430.87
Total		2,025.50

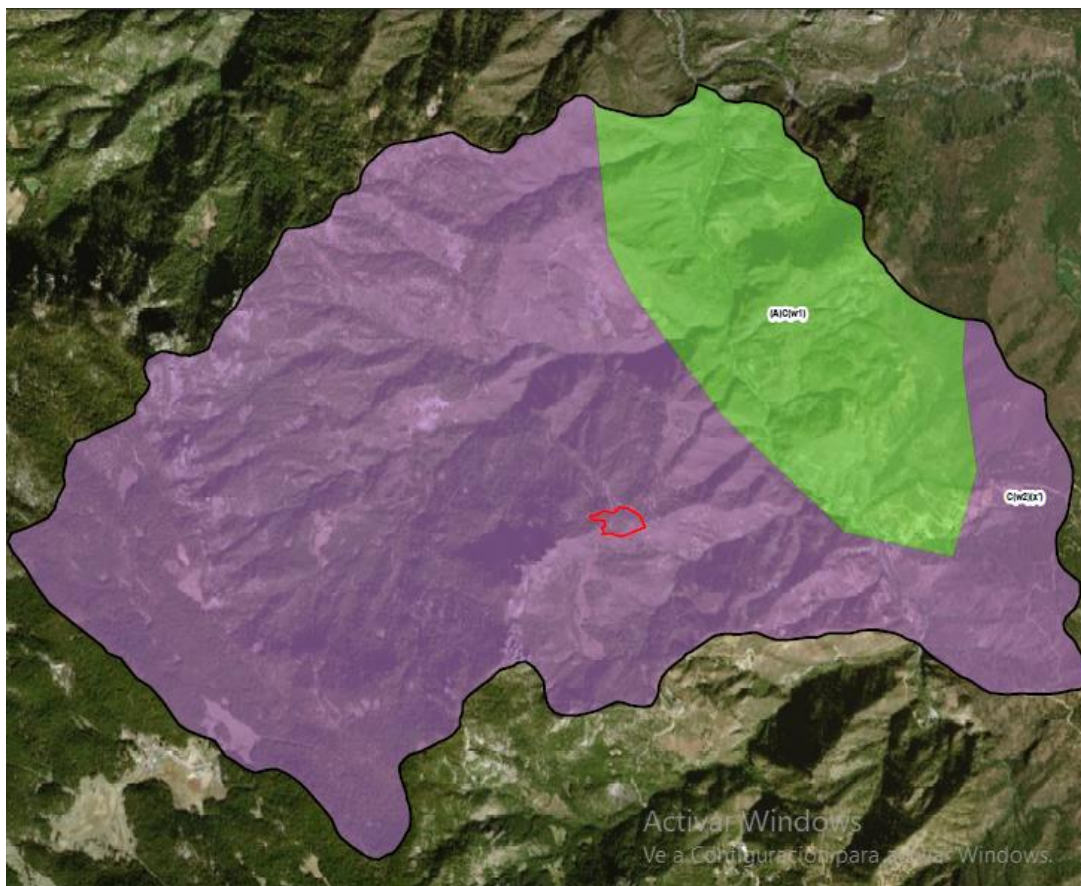


Figura IV-1 Tipo de clima presente en el sistema ambiental

De acuerdo a la figura anterior se puede apreciar que el proyecto, se encuentra ubicado en las claves climáticas que se observan en el Cuadro anterior y que igualmente se describió. En el *Anexo 8* se presenta el plano de Clima presente en el Sistema Ambiental.

La estación meteorológica más cercana al área de estudio, a una distancia aproximada de 24.0 km al NO en relación con el área del proyecto, es la estación identificada con la clave 10037 denominada "La Huerta", la cual se encuentra activa ubicada en las coordenadas latitud Norte 25°21'54.35'' y longitud Oeste 106°42'5.79'', a una altitud de 1,532 msnm, a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2020). La variable temperatura tiene un promedio anual de 25.9 °C, encontrándose el mes de junio como el mes más caluroso con una temperatura promedio de 30.6 °C y siendo el mes de enero el mes más frío con una temperatura promedio de 20.4 °C. (Fuente de Información: CONAGUA delegación Durango).

Los valores obtenidos para la Temperatura media mensual (°C) fueron registrados en la estación meteorológica "10037 La Huerta", Topia, Dgo., están representados durante el periodo 2005-2014.

IV.2.1.1. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

La estación meteorológica más cercana al área de estudio, a una distancia aproximada de 24.0 km al NO en relación con el área del proyecto, es la estación identificada con la clave 10037 denominada "La Huerta", la cual se encuentra activa ubicada en las coordenadas latitud Norte 25°21'54.35" y longitud Oeste 106°42'5.79", a una altitud de 1,532 m, a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2020). La variable temperatura tiene un promedio anual de 25.9 °C, encontrándose el mes de junio como el mes más caluroso con una temperatura promedio de 30.6 °C y siendo el mes de enero el mes más frío con una temperatura promedio de 20.4 °C. (Fuente de Información: CONAGUA delegación Durango).

Los valores obtenidos para la Temperatura media mensual (°C) fueron registrados en la estación meteorológica "10037, La Huerta", Topia, Dgo., están representados durante el periodo 2005-2014:

Cuadro IV-2. Temperatura registrada en la Estación La Huerta

Comisión Nacional del Agua													
Dirección Local Durango													
Subdirección de Asistencia Técnica-Operativa													
Depto. de Meteorología e Hidrología													
VARIABLE: TEMPERATURA MEDIA EN °C								REG. HIDR. 10 SINALOA					
ESTACION: 10037 LA HUERTA								MUNICIPIO: TOPIA					
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2005	19.0	18.2	19.8	27.0	30.1	30.7	29.3	26.8	28.7	28.2	25.0	17.5	25.0
2006	22.3	25.4	26.0	S.D.	30.4	30.3	28.6	28.0	27.1	26.6	25.0	21.2	26.4
2007	17.5	19.8	25.0	26.6	29.8	30.0	28.4	28.5	28.4	28.6	25.8	19.5	25.7
2008	19.4	23.3	25.0	29.2	30.4	31.6	27.5	27.5	26.7	26.8	25.7	20.6	26.1
2009	22.9	33.9	26.8	28.1	29.0	28.2	29.5	28.6	28.8	26.7	25.9	22.7	27.6
2010	19.3	18.9	23.0	26.9	S.D.	30.5	28.6	S.D.	25.9	27.5	25.0	20.1	24.6
2011	22.3	22.7	27.1	28.9	S.D.	32.1	29.2	29.5	30.4	S.D.	24.8	23.4	27.0
2012	21.9	23.4	26.7	27.4	31.1	30.8	27.7	28.5	28.1	27.0	26.1	20.3	26.6
2013	19.2	21.4	25.1	27.1	29.7	31.1	29.0	27.7	27.3	27.3	22.5	20.9	25.7
2014	20.3	23.3	24.6	28.7	29.7	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	19.3	24.3
MAXIMO	22.9	33.9	27.1	29.2	31.1	32.1	29.5	29.5	30.4	28.6	26.1	23.4	27.6
MINIMO	17.5	18.2	19.8	26.6	29.0	28.2	27.5	26.8	25.9	26.6	22.5	17.5	24.3
PROMEDIO	20.4	23.0	24.9	27.8	30.0	30.6	28.6	28.1	27.9	27.3	25.1	20.6	25.9
S.D.= SIN DATO													

S.D.= SIN DATO

IV.2.1.2. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)

Los valores obtenidos para la Precipitación total anual (mm) fueron registrados en la estación meteorológica 10037 "La Huerta", ubicada en el municipio de Topia, Dgo., están representados durante el periodo 2005-2014, indicando que la precipitación máxima se tuvo en el mes de julio con 226.5 mm, con un promedio anual del periodo de 589.80 mm, como se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro IV-3. Registro de la precipitación en la Estación La Huerta

Comisión Nacional del Agua													
Dirección Local Durango													
Subdirección de Asistencia Técnica-Operativa													
Depto. de Meteorología e Hidrología													
VARIABLE: TEMPERATURA MEDIA EN °C							REG. HIDR. 10 SINALOA						
ESTACION: 10037 LA HUERTA							MUNICIPIO: TOPIA						
PRECIPITACION TOTAL ANUAL (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2005	57.0	147.0	20.5	1.0	0.0	35.5	209.0	136.5	52.5	32.0	30.0	0.0	721.0
2006	6.0	0.0	0.0	0.0	10.5	93.5	136.5	81.0	180.6	116.0	0.0	94.5	718.6
2007	115.0	9.0	0.0	0.0	0.0	97.0	110.5	118.0	125.5	26.0	54.0	112.5	767.5
2008	0.0	INAP	6.0	0.0	11.0	41.0	190.0	173.5	235.5	24.0	0.0	0.0	681.0
2009	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	133.0	139.5	56.0	40.0	9.5	378.0
2010	57.0	102.5	0.0	0.0	S.D.	68.0	143.0	138.0	240.0	0.0	0.0	0.0	748.5
2011	0.0	0.0	0.0	0.0	S.D.	8.0	166.5	48.5	30.5	S.D.	46.0	0.0	299.5
2012	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	31.5	226.5	138.0	78.5	46.0	0.0	109.0	634.0
2013	50.5	0.0	0.0	0.0	0.0	81.5	204.3	172.5	79.5	0.0	186.0	70.0	844.3
2014	4.5	0.0	27.0	0.0	4.0	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	S.D.	70.0	105.5
MAXIMO	115.0	147.0	27.0	1.0	11.0	97.0	226.5	173.5	240.0	116.0	186.0	112.5	844.3
MINIMO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.5	30.5	0.0	0.0	0.0	105.5
PROMEDIO	29.0	29.2	5.4	0.1	3.2	50.7	154.0	126.6	129.1	37.5	39.6	46.6	589.8

INAP= INAPRECIABLE
S.D.= SIN DATO

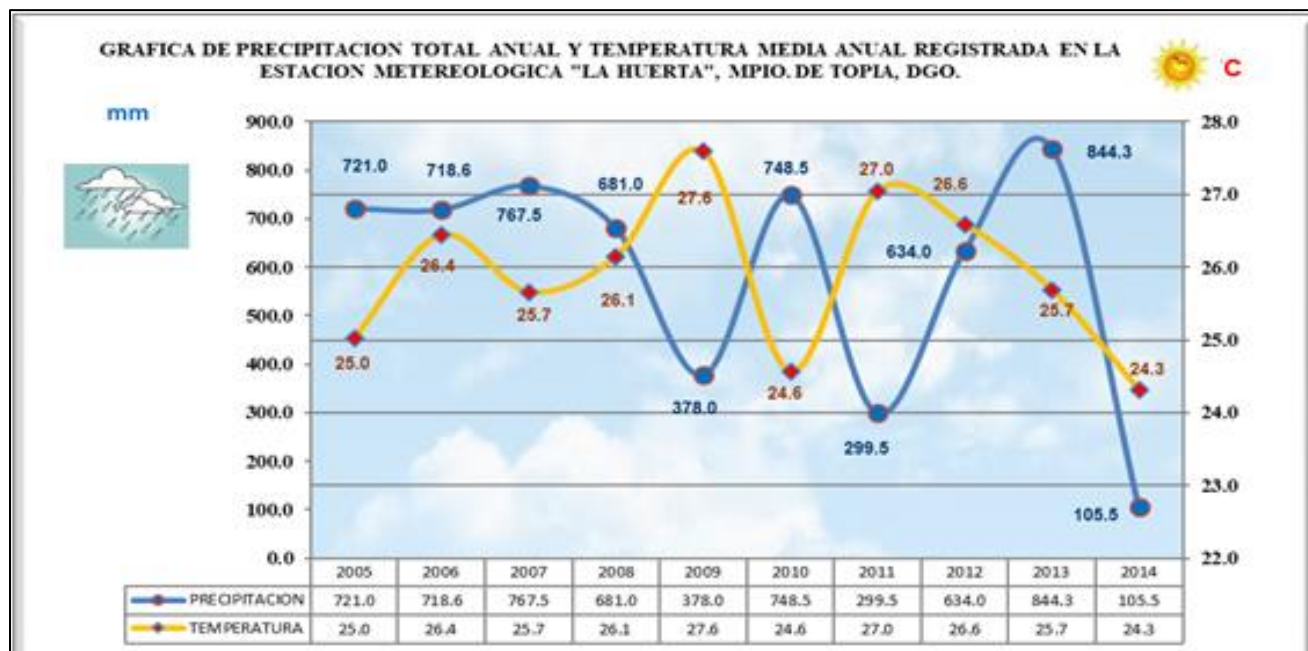


Figura IV-2. Grafica representativa de la temperatura y precipitación media anual



IV.2.2. Geología y geomorfología

IV.2.2.1. Geomorfología

Existen varias clasificaciones del territorio mexicano en grandes unidades, realizadas con criterios principalmente geomorfológicos, a las que se han denominado provincias fisiográficas (Lugo, 1991). Con base en la clasificación fisiográfica del INEGI, el Sistema Ambiental (SA) se ubica dentro de la **Provincia Fisiográfica III, denominada Sierra Madre Occidental**, y dentro del SA se identifica dentro de la provincia fisiográfica III, denominada Sierra Madre Occidental, y dentro del SA se identifican la subprovincia: Gran Meseta y Cañones Duranguenses.

La Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental es el sistema montañoso más espacioso del territorio nacional, abarcando todo el oeste mexicano y el extremo suroccidental de los Estados Unidos; se extiende en dirección noroeste a suroeste casi en forma paralela al océano Pacífico y Mar de Cortés, abarcando en los 1,400 km de longitud los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit y Jalisco. Se inicia 50 km al sur del límite Internacional de Estados Unidos y termina aproximadamente en el río Santiago, a la altura del estado de Nayarit, en donde se conecta con la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico. Las elevaciones de la provincia fisiográfica se encuentran entre 200 a 3,350 msnm de oeste a este (INEGI, 2008).

Cuadro IV-4. Principales rasgos geomorfológicos del Sistema Ambiental

TIPO	NOMBRE	ELEVACION (msnm)
Cerro	El Fraile	2,220
Cerro	La China	2,580
Cerro	El Chapotito	2,480

En el *Anexo 8* se presenta el plano de Fisiografía perteneciente al Sistema Ambiental del proyecto.

IV.2.2.2. Geología

La provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental originalmente fue una gran meseta, sin embargo, millones de años de procesos erosivos de derrames riolíticos crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas. Esta provincia está caracterizada por rocas eruptivas, principalmente del Mioceno, que cubren y sepultan rocas intrusivas probablemente de buena parte del Eoceno y que contienen gran riqueza mineral en la forma de vetas de fisura, vetas de falla y cuerpos de contacto, especialmente en su flanco oriental (Álvarez, 1961).

Desde el punto de vista geomorfológico la Sierra Madre Occidental es una larga meseta alineada del noreste al sureste. Se originó durante el terciario inferior por el constante depósito de rocas ígneas de tipo extrusivas de composición intermedia en la base y de composición ácida en la cima. A fines del terciario superior (Plioceno) la meseta fue afectada por fracturas y fallas normales, relacionada con los movimientos de la tectónica distensiva que originaron mesas y sistemas de montañas de bosque y valles. La relación estratigráfica en la porción del estado de Durango es de la base a la cima de andesitas y tobas intermedias del cretácico inferior.

Con base en la información vectorial de la carta geológica del INEGI, se encuentra ubicado en la unidad geológica representada dentro de las eras Cenozoica y Mesozoica, para ello las rocas que se



puedan encontrar son de tipo Ígnea extrusiva e intrusiva. La unidad predominante geológica es Cronoestratigráfica de clase Ígnea extrusiva y de tipo andesita.

Cuadro IV-5. Clave entidad, Clase, Tipo, Era y Sistema de la Geología presentes en el Sistema Ambiental

CLAVE	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	SUPERFICIE HA
UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba Ácida	Cenozoico	Terciario	Oligoceno-Mioceno	2,012.207
SUELO	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	N/A	13.292
						2,025.490

La zona del SA no presenta alguna actividad por sismicidad, derrumbes, deslizamientos o inundaciones, únicamente existe la presencia de fallas geológicas. Portal web del Servicio Geológico Mexicano: <https://www.sgm.gob.mx/GeolInfoMexGobMx/>

Las fallas son conocidas como un rompimiento de la corteza terrestre acompañado con un desplazamiento. También se dice que las fallas son las fracturas de las rocas en las que ha habido movimiento de transición vertical u horizontal, o bien combinados, las fallas y sus desplazamientos varían desde unos centímetros hasta decenas de kilómetros y pueden ser originados por esfuerzos de compresión, tensión o torsión. En el SA existe presencia de elementos de este tipo.

La rotura longitudinal de la roca sin que exista movimiento apreciable es conocida como fractura, en base a la carta de geología escala 1:250,000 INEGI Serie II, dentro del SA existe la presencia de elementos de este tipo.

A continuación, se enlistan las fallas y fracturas encontradas dentro del SA:

Cuadro IV-6. Longitud de segmentos de fallas en el Sistema Ambiental

IDENTIFICADOR	ENTIDAD	TIPO	MOVIMIENTO HORIZONTAL	MOVIMIENTO VERTICAL	INCLINACIÓN	REPRESENTACIÓN	LONGITUD KM
2828	FALLA	NORMAL	N/A	DERECHA	N/A	DEFINIDA	1.892
2786	FRACTURA	N/A	N/A	N/A	N/A	DEFINIDA	0.765
2787	FRACTURA	N/A	N/A	N/A	N/A	DEFINIDA	1.645
2849	FRACTURA	N/A	N/A	N/A	N/A	DEFINIDA	3.049

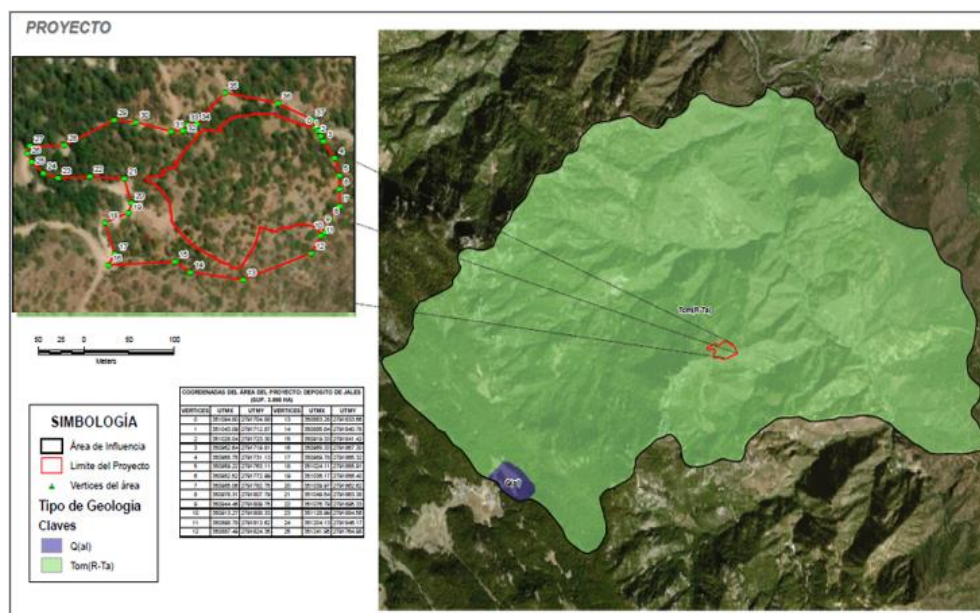


Figura IV-3. Tipo de Geología presente en el Sistema Ambiental

En el Anexo 8 se adjunta el plano de Geología presente en el sistema ambiental del proyecto.

IV.2.2.3. Susceptibilidad de la zona

De acuerdo a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, elaborada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para el apoyo del diseño sísmico de estructuras, **la susceptibilidad de la zona del SA de presentar alguna actividad sísmica es baja**, al localizarse dentro de la Zona B. Esta división se realizó con base en los registros históricos de la frecuencia de sismos y la intensidad de los mismos, los cuales datan de aproximadamente a inicio del siglo.

Cabe mencionar que la República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta. La alta sismicidad en el país, es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas (SGM, 2014).



Figura IV-4. Localización del sistema ambiental respecto a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana

En este sentido, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas utilizándose los registros históricos de la actividad sísmica del país:

- La *Zona A* es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- Las *Zona B* y *C* son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
- La *Zona D* es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Por otro lado, con base en la clasificación del Índice de Peligro por Inundación (IPI) a nivel municipal, desarrollado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2016), la susceptibilidad de la zona donde se localiza el SA presenta un peligro de inundación *medio*.

Para determinar el peligro por inundación a escala municipal se calculó el porcentaje del área inundable de acuerdo con la proporción de su territorio. Asimismo, para obtener el IPI se utilizó como insumo base el índice de inundación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2013) para un periodo de retorno de 5 años, construido con diversos factores que intervienen por parte de la precipitación pluvial y de las condiciones naturales determinantes de los escurrimientos (relieve del terreno, tipo y uso del suelo, entre otros).

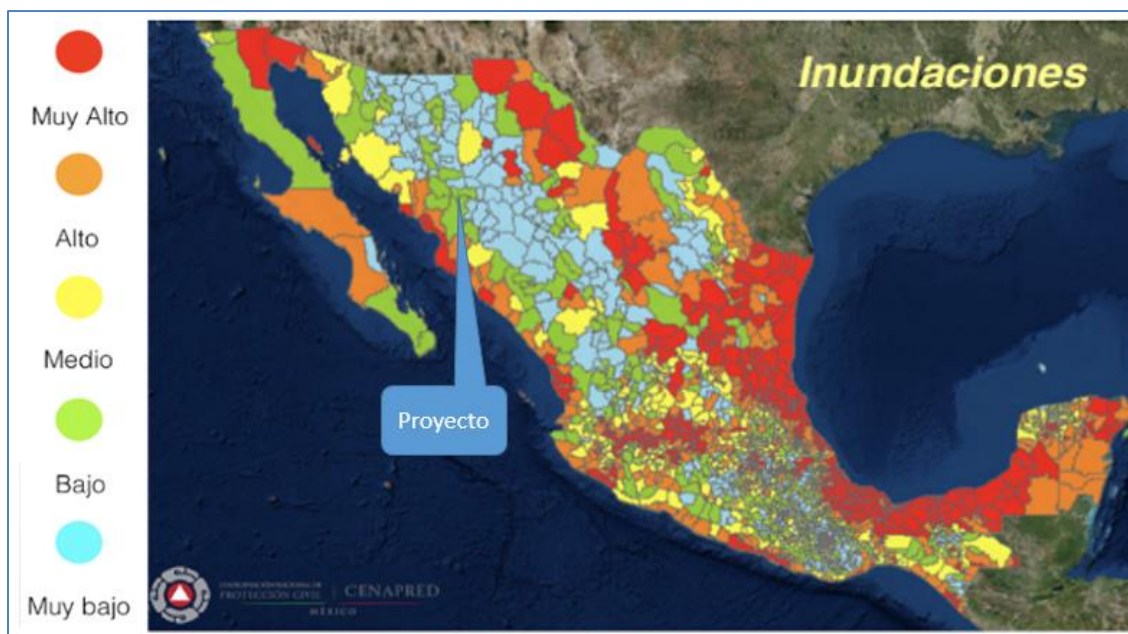


Figura IV-5. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la susceptibilidad de peligro por inundación a nivel municipal

IV.2.3. Suelos

De acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO adaptada para México por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), los suelos presentes en el área del SA de acuerdo a la capa Edafológica Serie II de INEGI (2014) se mencionan a continuación:

Cuadro IV-7. Tipo de suelo presente en el Sistema Ambiental

CLAVE_WRB	GRUP O1	CALIFS_ G1	CALIFP_ G1	GRUP O2	CALIFS_ G2	CALIFP_ G2	GRUP O3	CALIFS_ G3	CALIFP_ G3	CLASE_TE XT	FRUDIC A	SUPERFICIE HA	%
RGeuskp+LPeusk+LPskli/2	RG	eu	skp	LP	eu	sk	LP	sk	li	2	NO	15.573	0.77
LVsklen+CMsklep/3	LV	sk	len	CM	sk	lep	NO	NO	NO	3	NO	1775.784	87.67
LVhuu+LPumsk/2R	LV	NO	huu	LP	um	sk	NO	NO	NO	2	R	212.493	10.49
LVhuu/2	LV	NO	huu	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2	NO	21.649	1.07
												2025.499	100.0

Fuente: Diccionario de Datos Edafológicos. INEGI. 2014.

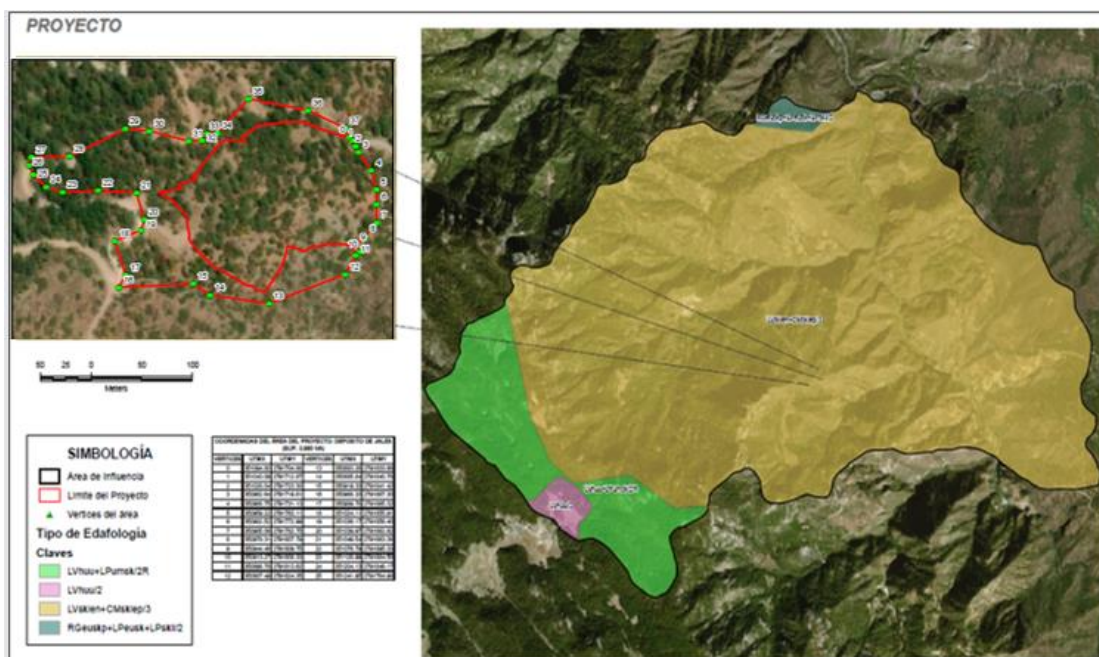


Figura IV-6. Tipo de edafología presente en el Sistema Ambiental

En el Anexo 8 se adjunta el plano de Edafología presente en el Sistema Ambiental que se definió para el proyecto.

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.

1.- Gruesa; 2.- Media; 3.- Fina

De acuerdo con la carta de Edafología Serie II Escala 1:250,000 la clase de textura del suelo dentro del sistema ambiental es mediana (Franco limoso).

Limitante física superficial: características del suelo definido de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, en más del 30% del área, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

Dominio de valores:

- Pedregosa (R).
- Gravosa (r).

Grupos de suelos:

- CAMBISOL (CM): Suelo que tiene un horizonte subsuperficial (Cámbico) que muestra evidencias de alteración y remoción, no tiene consistencia quebradiza y un espesor de por lo menos 15 cm. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos.
- LEPTOSOL (LP): Suelo limitado en profundidad por roca dura continúa dentro de los primeros 25 cm desde la superficie hasta límite con el estrato rocoso.



- LUVISOL (LV): 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.
- REGOSOL (RG): Suelo muy poco desarrollado, muy parecido al material de origen.

Calificadores de grupos de suelos:

- Endoleptico (Len): que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
- 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.
- 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.
- Éutrico (eu): que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.
- Húmico (hu): que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en Ferralsoles y Nitisoles, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.
- Epiléptico (lep): que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.
- Lítico (li): que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).
- Luvico (Lu): 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.



IV.2.4. Recursos Hidrológicos

a) Hidrología superficial

El SA forma parte de la Región Hidrológica 10 (RH10), denominada Río Sinaloa. El agua que escurre en un río es captada en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve, a esta área se le llama Cuenca Hidrológica; esta a su vez, se agrupa en regiones hidrológicas. Una región hidrológica es la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares.

Cuadro IV-8. Clasificación Hidrológica del Sistema Ambiental

REGIÓN		CUENCA		SUBCUENCA		Microcuenca	
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE
RH10	Río Sinaloa	C	Río Culiacán	e	Río Humaya	RH10Ce051	San Bernabé

La microcuenca "San Bernabé" (SA), cuenta una superficie de 2,025.49 ha dentro de la cual los escurrimientos hídricos superficiales considerando la presencia de su flujo son perennes y en menor medida intermitentes mismos que a continuación se presenta la información de las longitudes, caudal mínimo y máximo que sustentan.

A continuación, se presentan los elementos hidrográficos principales del SA.

Cuadro IV-9. Elementos hidrológicos predominantes en el SA

ATRIBUTO	A. QUEBRADA DEL OSO
Clave de Subcuenca	RH10Ce
Tipo de entidad	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH10Cb R. Topia
Total de descargas (principal)	1
Total de Descargas	1
Área Km ²	1397.19
Perímetro Km	213.59
Densidad de Drenaje	2.1264
Coeficiente de Compacidad	1.6114
Longitud promedio de flujo superficial	0.117569601
Elevación Máxima Subcuenca(m)	2980
Elevación Mínima Subcuenca (m)	260
Pendiente Media Subcuenca (%)	48.71
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	2793
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	240
Longitud de Corriente Principal (m)	74923
Pendiente de Corriente Principal (%)	3.407
Sinuosidad de Corriente Principal	1.671975597



b) Hidrología subterránea

El SA se localiza en lo relativo al conocimiento de la hidrología subterránea es de mencionar que de acuerdo a la consulta realizada en el Sistema de Información Geográfica de Agua Subterránea (SIGMAS) esta superficie se localiza dentro del acuífero "2504" denominado Acuífero Río Culiacán.

El acuífero costero Río Culiacán, clave 2504, se localiza en la porción central del Estado de Sinaloa, abarca una porción al sur del Estado de Chihuahua y una porción al oeste del Estado de Durango; comprende una superficie de 20,389 kilómetros cuadrados, y abarca totalmente al Municipio de Topia del Estado de Durango, así como un área considerable de los municipios de Navolato, Culiacán, Badiraguato y Mocorito del Estado de Sinaloa; Tamazula, Canelas, Tepehuanes y Guanaceví del Estado de Durango y el Municipio de Guadalupe y Calvo del Estado de Chihuahua, así como pequeñas porciones de los Municipios de Angostura, Cosalá, Salvador Alvarado y Sinaloa del Estado de Sinaloa, y Santiago Papasquiaro del Estado de Durango; administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Pacífico Norte.

Los límites del acuífero Río Culiacán, clave 2504, se incluyen en el "ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

El acuífero es de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico y se encuentra alojado en su porción superior, en los sedimentos aluviales y fluviales de granulometría variada, que constituyen el lecho y llanura de inundación del Río Culiacán, así como en los conglomerados y sedimentos lacustres, cuyo espesor es de varios cientos de metros hacia el centro de los valles y la planicie. Esta es la unidad que actualmente se explota para satisfacer las necesidades de agua de la región para todos los usos.

En la porción inferior del acuífero, el agua subterránea se aloja en una secuencia de rocas volcánicas, tales como andesitas, riolitas, basaltos y brechas volcánicas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento, con baja aportación acuífera.

Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico, están representados por las mismas rocas ígneas al desaparecer el fracturamiento a profundidad, así como rocas ígneas intrusivas y metamórficas más antiguas.

Este acuífero obtiene su recarga de la infiltración del agua de lluvia que se precipita en las partes altas de la Sierra Madre Occidental y en los piedemonte, que escurre en los arroyos intermitentes hacia las corrientes principales, y se infiltra en las formaciones permeables, así como en las entradas por flujo subterráneo; la recarga inducida procedente del retorno de riego en las zonas agrícolas y de las fugas en la red de distribución de agua potable de las poblaciones urbanas y rurales; y también la que es generada por la presencia de eventuales ciclones, que tienen una incidencia estadística, en el Estado de Sinaloa de 1.5 ciclones por año.

El flujo de agua subterránea, ocurre con una dirección preferencial del noreste al suroeste, hacia la zona de la planicie costera, donde las salidas del acuífero ocurren a través de la extracción por bombeo, evapotranspiración, flujo base hacia el río, manantiales y por salidas subterráneas hacia las lagunas y el mar.



El nivel de saturación del agua subterránea es aquel a partir del cual el agua satura todos los poros y oquedades del subsuelo. La profundidad al nivel de saturación medida desde la superficie del terreno para el acuífero Río Culiacán, clave 2504, 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 del acuífero, al suroeste de la Ciudad de Culiacán de Rosales.

Para el año 2010, 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 e 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.

En el acuífero Río Culiacán, clave 2504, según la información del censo de aprovechamientos llevado a cabo en 2010 por la Comisión Nacional del Agua, se registraron 991 aprovechamientos, de los cuales 725 corresponden a pozos, 258 norias, 4 manantiales, 3 galerías filtrantes y un jagey, de los que se extrae un volumen total de 168.9 millones de metros cúbicos anuales. Del total de aprovechamientos 758 están activos y 233 inactivos.

Del volumen total de extracción, 89.9 millones de metros cúbicos (53.23 por ciento) se destinan al uso agrícola; 70.8 millones de metros cúbicos (41.92 por ciento) al uso público urbano; 3.6 millones de metros cúbicos (2.13 por ciento) para uso industrial; 2.4 millones de metros cúbicos (1.42 por ciento) al uso pecuario; 2.0 millones de metros cúbicos (1.18 por ciento) al uso doméstico y 0.2 millones de metros cúbicos (0.12 por ciento) a otros usos.

Los aprovechamientos se encuentran distribuidos en la planicie costera, donde se encuentran los Distritos de Riego 010 "Culiacán-Humaya" y 109 "Río San Lorenzo", así como la concentración de la población, y por tanto las captaciones de agua subterránea para los distintos usos.

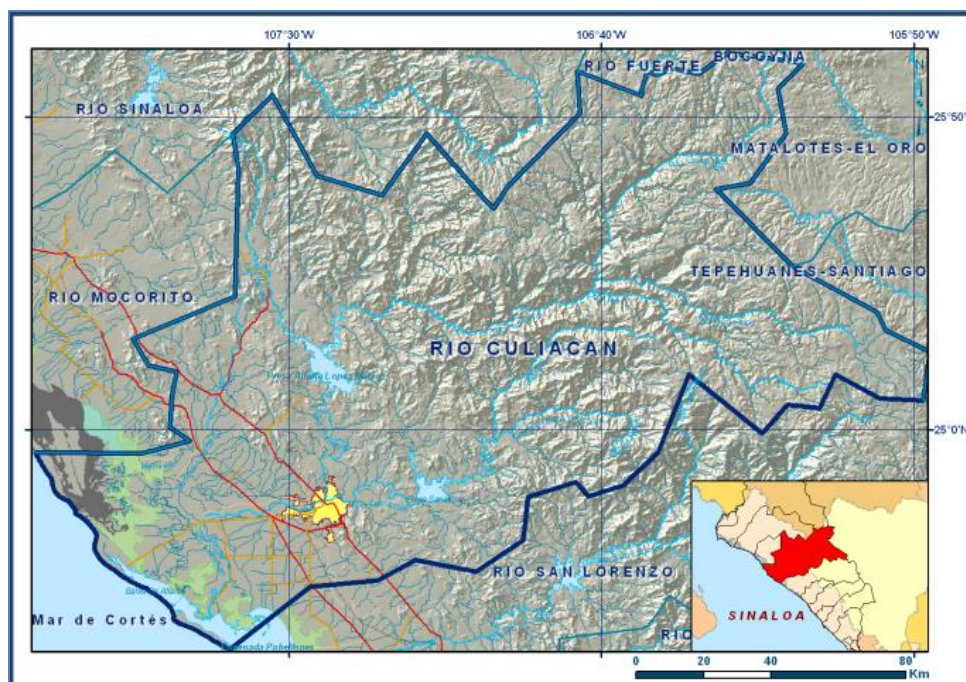


Figura IV-7. Localización del SA en el Acuífero 2504

En el Cuadro siguiente se presenta la información respecto a la disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Rio Culiacán, en donde se observa que en este último se presenta el valor más crítico de déficit. Para la actualización de la disponibilidad de agua se consideraron los cambios en el comportamiento de los niveles de agua subterránea, la recarga y descarga natural comprometida, el volumen de extracción y almacenamiento, así como los volúmenes concesionados de agua subterránea e inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua. Cabe mencionar que el agua extraída es utilizada en mayor medida para riego agrícola, le sigue en proporción el uso público urbano, uso industrial, pecuario y en menor escala otros servicios.

Cuadro IV-10. Disponibilidad de agua subterránea del acuífero identificado en el Sistema Ambiental

Clave	Nombre	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS
2504	Rio Culiacán	Cifras en millones de m ³ anuales				
		416.9	173.4	2.83	2.8371	39.67

R: Recarga media anual; DNCOM: Descarga natural comprometida; VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: Disponibilidad media anual de agua subterránea. *Cifras en millones de metros cúbicos anuales.* Fuente: Actualización de la disponibilidad media de agua del Acuífero Rio Culiacán, Diciembre de 2020.

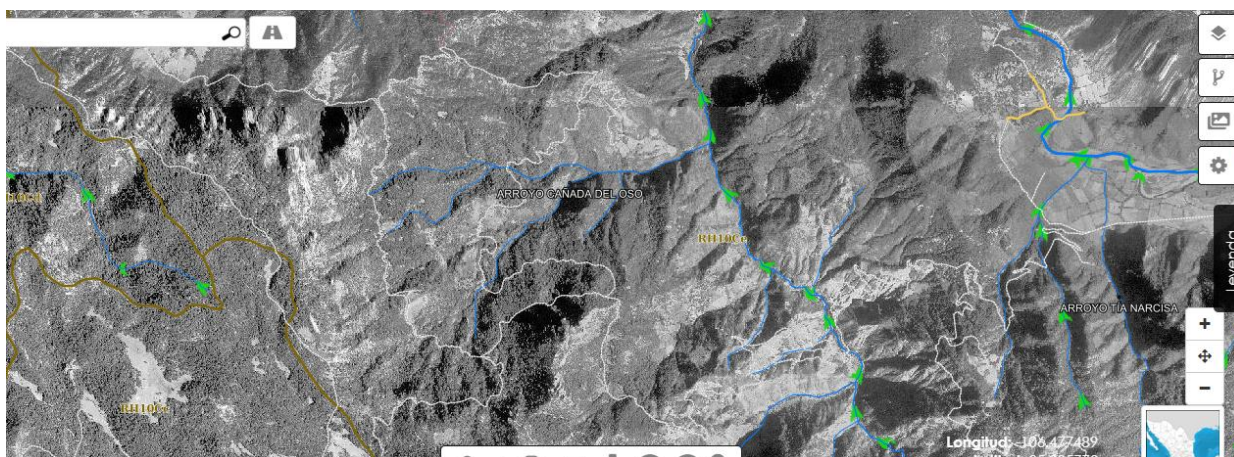


Figura IV-8. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental

IV.3. Aspectos bióticos

IV.3.1. Vegetación Terrestre

En el territorio mexicano confluyen flora de dos regiones biogeográficas, la Holártica y la Neotropical, y dentro de estas se agrupan 17 provincias florísticas Rzedowski, (1978). El estudio se ubica en la provincia florística de la Altiplanicie, la cual corresponde a la región Neotropical, Región Xerofítica Mexicana el reino Neotropical. Esta provincia florística se extiende desde Chihuahua y Coahuila en el norte hasta Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla en el sur, siendo la provincia más extensa del país. Ubicado en un rango altitudinal de entre 1,200 y 2,680 m, y una de sus características notables es la presencia de los géneros característicos del ecosistema de Bosque.

IV.3.1.1. Datos acerca de la flora silvestre en el Sistema Ambiental

Entre los tipos de vegetación que podemos encontrar en el Sistema Ambiental, la cual presenta característica de la región de la sierra, con diferentes características tenemos asociaciones de Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino, Vegetación Secundaria arbustiva del Bosque de Pino-Encino y Vegetación Secundaria arbórea del Bosque de Pino-Encino.

Cuadro IV-11. Distribución de los tipos de vegetación y uso del suelo presentes en el SA

CLAVE	DESCRIPCION	AREA	%
BP	BOSQUE DE PINO	57.186	2.82
BP	BOSQUE DE PINO	28.087	1.39
BP	BOSQUE DE PINO	807.850	39.88
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	19.403	0.96
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	535.158	26.42
PI	PASTIZAL INDUCIDO	370.558	18.29
PI	PASTIZAL INDUCIDO	102.973	5.08
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	1.271	0.06
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	2.040	0.10
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	14.202	0.70
VSA/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	57.268	2.83
VSA/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	29.504	1.46
		2,025.499	100.00

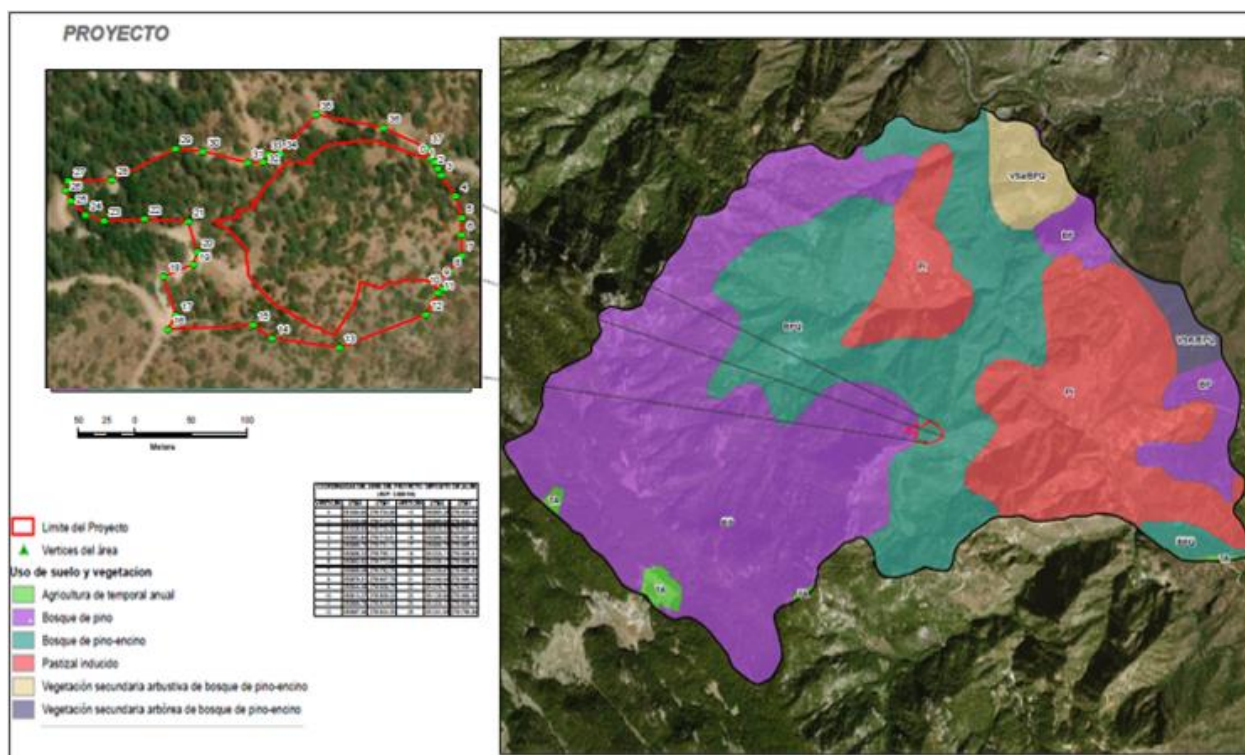


Figura IV-9. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental

En el Anexo 8 se presenta el plano de Vegetación y Uso del Suelo presente en el Sistema Ambiental del proyecto.

BOSQUE DE PINO (BP): Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género *Pinus*, de amplia distribución y con aproximadamente 49 especies, 18 variedades, 2 subespecies en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4,200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Estos bosques que se encuentran asociados con encinares y otras especies, son los de mayor importancia económica en la industria forestal país por lo que prácticamente todos soportan actividades forestales como aserrío, resinación, obtención de pulpa para celulosa, postorio y recolección de frutos y semillas.

BOSQUE DE PINO-ENCINO (BPQ): Es una ecorregión de las zonas templadas en las que hay codominancia de especies de pino (*Pinus*) y encino (*Quercus*). Se caracterizan por presentar tres estratos.

El estrato superior generalmente es dominado por los pinos, mientras que los encinos se ubican en el segundo. Es frecuente observar un mayor número de encinos, pero los pinos tienden a tener mayor área del tronco. Los bosques se desarrollan en climas templados subhúmedos. Se ubican entre los 1200-3000 msnm. La temperatura media anual va de los 12 a los 18°C y las heladas son frecuentes. Las lluvias pueden ir de los 600 a los 1,000 mm anuales.

VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VSa/BPQ): Comunidad de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual esta compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*). Al asociarse la vegetación arbustiva con el bosque de pino, se establece que es una vegetación secundaria arbustiva la cual es producto de la fase



sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Con el tiempo puede dar lugar a una fase arbórea. Puede ser sustituida o no por una fase formación vegetal similar a la vegetación original.

PASTIZAL INDUCIDO (PI): Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar. Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBOREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO (VsA/BPQ): Comunidad de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual esta compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Quercus spp.*). Al asociarse la vegetación arbustiva con el bosque de pino, se establece que es una vegetación secundaria arbustiva la cual es producto de la fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de árboles. Con el tiempo puede dar lugar o no a una formación vegetal similar a la vegetación natural.

AGRICULTURA DE TEMPORAL (AT): Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, sea independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

A continuación, se describe el listado de flora representativo del sistema ambiental:

Cuadro IV-12. Listado de Flora presente en el Sistema Ambiental

ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCION
ARBOREO	<i>Acacia farnesiana</i>	Vinorama	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Acacia schaffneri</i>	Acacia	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Alnus acuminata</i>	Aile	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Fraxinus americana</i>	Fresno	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Juniperus deppeana</i>	Tascate	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Juniperus flaccida</i>	Enebro	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus ayacauite</i>	Pino cauite	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus chihuahuana</i>	Pino prieto	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus durangensis</i>	Pino alazan	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus engelmannii</i>	Pino real	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus herrerae</i>	Pino ocote	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus lumholtzii</i>	Pino triste	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino colorado	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus arizonica</i>	Encino laeta	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus depressipes</i>	Encino depresipes	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus durifolia</i>	Encino durifolia	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus laeta</i>	Encino	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus obtusata</i>	Encino	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
ARBUSTIVO	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino sideroxyla	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus viminea</i>	Encino viminea	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Acacia greggii</i>	Gatuño	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Agave inaequidens</i>	Maguey	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Aloysia wrightii</i>	Matorro flor blanca	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Buddleja americana</i>	Salvia	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA



ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010	DISTRIBUCION
	<i>Crataegus rosei</i>	Tejocote	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Dodonaea viscosa</i>	Cucaracha	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	Vara dulce	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Montanoa tomentosa</i>	Mano de leon	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapon	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
HERBACEO	<i>Aegopogon cenchroides</i>	Zacate pajon	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Bidens odorata</i>	Aceitilla	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Cologania angustifolia</i>	Primas lupinus	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Cynara cardunculus</i>	Espinocillo	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Dichondra argénta</i>	Oreja de raton	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Eragrostis intermedia</i>	Zacate liendrilla	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Fragaria mexicana</i>	Fresa silvestre	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Glandularia bipinnatifida</i>	Huizapol	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Oxalis albicans</i>	Trebol	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Rhyncosia minima</i>	Frijolillo	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Rumex pulcher</i>	Lengua de vaca	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Schkuhria pinnata</i>	Anisillo	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Stevia serrata</i>	Hierba del burro	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA

La vegetación se clasifico basándose en González *et al.* (2004), autores que describen la vegetación para el estado de Durango. Para la descripción de la vegetación presente en el área del proyecto se realizó un recorrido por toda el área propuesta para el establecimiento del proyecto minero y dentro del sistema ambiental.

A. Metodología de muestreo de la vegetación y uso del suelo en el SA

Para la descripción general de la vegetación presente en el área se consultaron el mapa de vegetación y uso de suelo elaborado por el INEGI, los tipos de vegetación de México de Rzedowski (1978), así como bibliografía particular de la región. Adicionalmente se realizaron recorridos y monitoreos de campo que permitieron corroborar la información recopilada, así como registrar aquellas especies cuyas poblaciones son reducidas en número, cobertura y distribución y que las técnicas de muestreo no permiten su registro.

La diversidad florística se determinó mediante recorridos *in extenso*. Dichos recorridos se realizaron en toda el área de estudio, aparentemente con disturbio moderado, se realizaron en puntos distribuidos en forma estratégica para detectar las posibles variantes en vegetación. Por lo que se realizó un muestreo de toda la vegetación dentro del proyecto. Los tipos de vegetación se definieron aplicando la clasificación de INEGI en su carta de uso de suelo y vegetación.

La identificación de las especies se realizó *in situ* y los especímenes con duda desconocidos fueron identificados por expertos en flora de la región. Además, se realizó un recorrido general en el área que ocupará el proyecto, mismo que se utilizó para revisar la existencia de especies de interés comercial y de las endémicas o con categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se emplearon 8 unidades de muestra con forma circular, con un radio de 12.56 m, para cubrir una superficie de 500 m² para cada unidad, en donde se registró información florística (árboles, arbustos y herbáceas). La intensidad del muestreo (*i*) está determinada por la relación entre la superficie total de las unidades muestrales y la superficie de la población, este último concepto corresponde a la superficie del proyecto (4,000 m²), la cual se obtiene mediante una operación aritmética simple:

$$i = \frac{\text{Superficie total de la muestra (m}^2\text{)}}{\text{Superficie de la población (m}^2\text{)}} \times 100$$

Por lo tanto:

$$i = \frac{4,000}{20,254,900.00} = 0.0000197 \times 100 = 0.0197$$

Así, la intensidad de muestreo en el área del sistema ambiental es de 0.0197% respecto a la superficie de la población.

Con base en la revisión del régimen de protección o estado de riesgo de la vegetación identificada, los elementos existentes en el área del proyecto no se encuentran bajo alguna categoría de riesgo; las cuales son: Probablemente extinta en el medio silvestre (E), En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y Sujetas a protección especial (Pr).

IV.3.1.2. Estado actual de la vegetación silvestre

Para elaborar una evaluación del estado actual de la vegetación se midieron diversos parámetros de ésta, y utilizando los datos de muestreo se obtuvieron los valores de importancia ecológica: Primero, la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad. Segundo, a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido (Aguilera y Silva, 1997; Mayer, 1992). Tercero, al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables. Y cuarto, aunque el conocimiento taxonómico no es completo existen muchos datos disponibles sobre números de especies.

Para la estimación del Índice de Diversidad de las especies de flora determinadas dentro del SA se ha utilizado la fórmula y modelo de estimación por medio del Índice de Shannon- Wiener, además de otros procedimientos de estimación de diversidad de especies, por lo que a continuación se muestran las fórmulas utilizadas en los procedimientos que se mencionan:

Índice de Diversidad Shannon-Wiener (H)

El índice de Shannon considera que los individuos se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita. Este se calcula a partir de la siguiente ecuación (Shannon *et al.*, 1949):

$$H = -\sum p_i(\ln p_i)$$

$$p_i = n_i/N$$

Dónde: n_i es la frecuencia de cada especie en una muestra y N es el número total de individuos en esa muestra.

Valor de Importancia Ecológica (VIE)

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones a favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.



Los parámetros ecológicos frecuencia, dominancia y densidad relativas, son necesarios para estimar el valor de importancia ecológica de las especies observadas (Franco *et al.*, 1989).

Frecuencia $Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$ Dónde: Fri = Número de sitios de muestreo en que aparece una especie, Ft = Número total de sitios de muestreo.

Dominancia $Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$ Dónde: ABi = área basal de la especie i , ABT = área basal de todas las especies.

Densidad $Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$ Dónde: NAi = número de árboles de la especie i , NAT = número de árboles de las especies presentes.

Para el tipo de vegetación determinado en el SA se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 2.468 para el estrato arbóreo lo que significa que cuenta con una diversidad de especie media. El índice de Simpson que se obtuvo fue de 0.8826. En cuanto a los índices de riqueza de Menhinick y Margalef se obtuvo un valor de 1.1405 y 3.4328, respectivamente.

Para el estrato arbustivo se calculó un índice de Shannon-Wiener de 1.5695 lo que significa que cuenta con una diversidad media-baja de especies. De acuerdo al índice de Simpson se puede concluir que en efecto existe una diversidad baja, ya que hay un 74% de posibilidad de seleccionar al azar dos individuos que pertenezcan a especies diferentes. Los índices de riqueza de Menhinick y Margalef que se obtuvieron para el estrato arbustivo fueron de 0.5549 y 1.4357, respectivamente.

Por último, para el estrato herbáceo se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 2.5568 indicando que existe una diversidad media. El índice de Simpson indica que efectivamente existe una diversidad media en este grupo, además de indicar que la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos de especies diferentes de la muestra es del 91%.

Los índices de riqueza de Menhinick y Margalef que se obtuvieron para el estrato herbáceo fueron de 2.8577 y 4.0905, respectivamente.



Cuadro IV-13. Cálculo de los Índice de diversidad

ESTRATO ARBOREO																
No.	Nombre científico	Ni	Área basal (m²)	Dominancia relativa	Densidad relativa	N-sitios	Frecuencia relativa	VIE	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef
									Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)			
1	<i>Acacia farnesiana</i>	38	0.026232	0.239	11.209	1	1.667	13.115	0.112094	-2.188414	-0.950416	-0.245309	-0.106536	0.012565	1.140563	3.432887
2	<i>Acacia schaffneri</i>	4	0.001806	0.016	1.180	2	3.333	4.530	0.011799	-4.439706	-1.928140	-0.052386	-0.022751	0.000139		
3	<i>Alnus acuminata</i>	12	0.004398	0.040	3.540	3	5.000	8.580	0.035398	-3.341093	-1.451018	-0.118269	-0.051363	0.001253		
4	<i>Arbutus arizonica</i>	48	1.099089	10.012	14.159	8	13.333	37.505	0.141593	-1.954799	-0.848958	-0.276786	-0.120207	0.020049		
5	<i>Fraxinus americana</i>	3	2.544853	23.182	0.885	2	3.333	27.400	0.008850	-4.727388	-2.053078	-0.041835	-0.018169	0.000078		
6	<i>Juniperus deppeana</i>	3	0.015237	0.139	0.885	3	5.000	6.024	0.008850	-4.727388	-2.053078	-0.041835	-0.018169	0.000078		
7	<i>Juniperus flaccida</i>	10	0.095269	0.868	2.950	2	3.333	7.151	0.029499	-3.523415	-1.530200	-0.103936	-0.045139	0.000870		
8	<i>Pinus ayacauite</i>	4	0.008011	0.073	1.180	1	1.667	2.920	0.011799	-4.439706	-1.928140	-0.052386	-0.022751	0.000139		
9	<i>Pinus chihuahuana</i>	10	0.406523	3.703	2.950	2	3.333	9.986	0.029499	-3.523415	-1.530200	-0.103936	-0.045139	0.000870		
10	<i>Pinus durangensis</i>	14	0.858678	7.822	4.130	3	5.000	16.952	0.041298	-3.186943	-1.384072	-0.131614	-0.057159	0.001706		
11	<i>Pinus engelmannii</i>	21	1.678557	15.291	6.195	6	10.000	31.485	0.061947	-2.781478	-1.207980	-0.172304	-0.074831	0.003837		
12	<i>Pinus herrerae</i>	3	0.074377	0.678	0.885	2	3.333	4.896	0.008850	-4.727388	-2.053078	-0.041835	-0.018169	0.000078		
13	<i>Pinus lumholtzii</i>	8	0.156138	1.422	2.360	1	1.667	5.449	0.023599	-3.746559	-1.627110	-0.088414	-0.038398	0.000557		
14	<i>Pinus maximinoi</i>	21	0.525118	4.783	6.195	4	6.667	17.645	0.061947	-2.781478	-1.207980	-0.172304	-0.074831	0.003837		
15	<i>Quercus arizonica</i>	3	0.113176	1.031	0.885	3	5.000	6.916	0.008850	-4.727388	-2.053078	-0.041835	-0.018169	0.000078		
16	<i>Quercus depressipes</i>	6	0.329947	3.006	1.770	1	1.667	6.442	0.017699	-4.034241	-1.752048	-0.071402	-0.031010	0.000313		
17	<i>Quercus durifolia</i>	1	0.075477	0.688	0.295	1	1.667	2.649	0.002950	-5.826000	-2.530200	-0.017186	-0.007464	0.000009		
18	<i>Quercus laeta</i>	78	1.474824	13.435	23.009	8	13.333	49.777	0.230088	-1.469291	-0.638105	-0.338067	-0.146821	0.052941		
19	<i>Quercus obtusata</i>	6	0.036364	0.331	1.770	2	3.333	5.434	0.017699	-4.034241	-1.752048	-0.071402	-0.031010	0.000313		
20	<i>Quercus sideroxyla</i>	1	0.031416	0.286	0.295	1	1.667	2.248	0.002950	-5.826000	-2.530200	-0.017186	-0.007464	0.000009		
21	<i>Quercus viminea</i>	45	1.422281	12.956	13.274	4	6.667	32.897	0.132743	-2.019338	-0.876987	-0.268054	-0.116414	0.017621		
		339	10.977771	100.000	100.000	60	100.000	300.000			H	-2.468281	-1.071961	0.117341		
	RIQUEZA	21									H'	2.468281	1.071961	Simpson		
											Equidad	1.000	0.810729	0.882649		
											Dominancia	78	0.230088			
											Dominancia		0.117341			
ESTRATO ARBUSTIVO																
No.	Nombre científico	Ni	Área basal (m²)	Dominancia relativa	Densidad relativa	N-sitios	Frecuencia relativa	VIE	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef
									Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)			
1	<i>Acacia greggii</i>	4	9.919602	3.484	1.521	1	3.704	8.709	0.01521	-4.18586	-1.81790	-0.06366	-0.02765	0.00023	0.55496	1.43571
2	<i>Agave inaequidens</i>	52	19.876511	6.982	19.772	5	18.519	45.272	0.19772	-1.62091	-0.70395	-0.32048	-0.13918	0.03909		
3	<i>Aloysia wrightii</i>	97	61.461634	21.589	36.882	6	22.222	80.694	0.36882	-0.99744	-0.43318	-0.36788	-0.15977	0.13603		
4	<i>Buddleja americana</i>	73	54.411412	19.113	27.757	6	22.222	69.092	0.27757	-1.28169	-0.55663	-0.35576	-0.15450	0.07704		
5	<i>Crataegus rosei</i>	17	128.585688	45.168	6.464	2	7.407	59.039	0.06464	-2.73894	-1.18951	-0.17704	-0.07689	0.00418		
6	<i>Dodonaea viscosa</i>	2	1.272348	0.447	0.760	1	3.704	4.911	0.00760	-4.87901	-2.11893	-0.03710	-0.01611	0.00006		
7	<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	10	3.141600	1.104	3.802	2	7.407	12.313	0.03802	-3.26957	-1.41996	-0.12432	-0.05399	0.00145		
8	<i>Montanoa tomentosa</i>	6	5.702004	2.003	2.281	2	7.407	11.692	0.02281	-3.78039	-1.64180	-0.08624	-0.03746	0.00052		
9	<i>Opuntia robusta</i>	2	0.314160	0.110	0.760	2	7.407	8.278	0.00760	-4.87901	-2.11893	-0.03710	-0.01611	0.00006		
		263	284.684959	100.000	100.000	27	100.000	300.000			H	-1.56959	0.68166	0.25866		

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”



	RIQUEZA	9									H'	1.56959	0.68166	Simpson						
															Equidad	0.71435	0.71435	0.74134		
															Dominancia	97	0.36882			
ESTRATO HERBACEO																				
No.	Nombre científico	Densidad absoluta	Densidad relativa	Cobertura absoluta (%)	Cobertura relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Índice de Shannon-Wiener						Índice Simpson	Menhinick	Margalef				
								VIE	Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)	Pi^2						
1	Aegopogon cenchroides	3	12.500	17.500	13.191	4	10.811	36.502	0.12500	-2.07944	-0.90309	-0.25993	-0.11289	0.01563	2.85774	4.09055				
2	Bidens odorata	2	8.333	10.000	7.538	2	5.405	21.276	0.08333	-2.48491	-1.07918	-0.20708	-0.08993	0.00694						
3	Cologania angustifolia	2	8.333	20.000	15.075	1	2.703	26.111	0.08333	-2.48491	-1.07918	-0.20708	-0.08993	0.00694						
4	Cynara cardunculus	1	4.167	5.000	3.769	1	2.703	10.638	0.04167	-3.17805	-1.38021	-0.13242	-0.05751	0.00174						
5	Dichondra argénta	1	4.167	5.000	3.769	3	8.108	16.044	0.04167	-3.17805	-1.38021	-0.13242	-0.05751	0.00174						
6	Eragrostis intermedia	2	8.333	7.500	5.653	2	5.405	19.392	0.08333	-2.48491	-1.07918	-0.20708	-0.08993	0.00694						
7	Fragaria mexicana	1	4.167	5.000	3.769	4	10.811	18.746	0.04167	-3.17805	-1.38021	-0.13242	-0.05751	0.00174						
8	Glandularia bipinnatifida	3	12.500	20.000	15.075	2	5.405	32.981	0.12500	-2.07944	-0.90309	-0.25993	-0.11289	0.01563						
9	Oxalis albicans	1	4.167	5.000	3.769	2	5.405	13.341	0.04167	-3.17805	-1.38021	-0.13242	-0.05751	0.00174						
10	Pteridium aquilinum	2	8.333	15.000	11.307	2	5.405	25.045	0.08333	-2.48491	-1.07918	-0.20708	-0.08993	0.00694						
11	Rhyncosia minima	1	4.167	5.000	3.769	4	10.811	18.746	0.04167	-3.17805	-1.38021	-0.13242	-0.05751	0.00174						
12	Rumex pulcher	1	4.167	5.000	3.769	2	5.405	13.341	0.04167	-3.17805	-1.38021	-0.13242	-0.05751	0.00174						
13	Schkuhria pinnata	2	8.333	6.667	5.025	3	8.108	21.467	0.08333	-2.48491	-1.07918	-0.20708	-0.08993	0.00694						
14	Stevia serrata	2	8.333	6.000	4.523	5	13.514	26.369	0.08333	-2.48491	-1.07918	-0.20708	-0.08993	0.00694						
		24	100.000	132.667	100.000	37	100.000	300.000			H	-2.55683	-1.11042	0.08333						
	RIQUEZA	14									H'	2.55683	1.11042	Simpson						
											Equidad	0.96884	0.96884	0.91667						
											Dominancia	3.00000	0.12500							
											Dominancia		0.08333							



En cuanto a la estimación de los parámetros ecológicos abundancia, dominancia y frecuencia relativa para la Vegetación, así como el valor de importancia relativa de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas encontradas en el SA se describe a continuación:

En el estrato arbóreo de la cuenca hidrológica forestal la especie *Quercus laeta* ocupa el mayor valor de importancia ecológica acumulando el 49.777% del valor de importancia (300%), seguido por las especies *Arbutus arizonica* y *Quercus viminea* con valores de 37.505% y 32.897%, respectivamente. Lo anterior indica que estas especies son las que se encuentran mejor representadas dentro del SA, en relación a su densidad, su tamaño y distribución. Por otra parte, la especie de *Quercus sideroxyla* es la que tiene menor valor de importancia con 2.248%; esta especie tiene poca representatividad en el SA debido a que quizás los sitios de muestreo no se presentaron de manera frecuente. En el estrato arbustivo la especie de *Aloysia wrightii* tiene el valor más alto cuya suma de la frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa representa el 80.694%, seguido por las especies de *Buddleja americana* y *Crataegus rosei* con valores de 69.092% y 59.039%, respectivamente. Por el contrario, la especie de *Dodonaea viscosa* es la que tiene menor valor de importancia con solo el 4.911%. Dentro del estrato herbáceo la especie con el índice de valor de importancia se encuentra *Aegopogon cenchroides* con un valor de 32.981% y 26.369%, respectivamente. En el mismo sentido la especie que tiene menor valor de importancia es *Cynara cardunculus* con solo el 10.638%.

IV.3.2. Fauna Silvestre

Para efectos de este proyecto y de acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), considera como fauna silvestre a las especies animales terrestres y áreas, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio nacional, y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre.

Consideraciones biogeográficas. La distribución de la mayoría de las especies de mamíferos y aves está correlacionada con la variedad y abundancia de la vegetación, así como la estructura que ésta presente (MacArthur y MacArthur, 1961; Baker, 1962) la cual por su parte depende ampliamente de los factores fisiográficos y climáticos.

Metodología: Las comunidades faunísticas constituyen un recurso natural sumamente importante cuya conservación resulta necesaria para el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas. Dichos organismos son excelentes indicadores del estado de conservación del ecosistema. Por lo que es de suma importancia, efectuar una evaluación de la fauna silvestre con el objetivo de cubrir los siguientes tres objetivos:

- Seleccionar un grupo faunístico la estabilidad o desequilibrio ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto.
- Identificar especies con algún régimen de conservación derivado de la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010).
- Considerar aquellas especies que serán afectadas por el establecimiento del proyecto y que no se encuentran en ningún régimen de conservación.

La descripción de la fauna, se efectuó de acuerdo a los cuatro grupos filogenéticos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), indicadores de la calidad de hábitat de los vertebrados terrestres, porque son



fácilmente organismos identificables en campo (a diferencia de los invertebrados como insectos y arácnidos), excelentes indicadores de disturbios y parte del espacio cultural, social y económico de la sociedad humana.

Para la caracterización faunística del área de estudio se realizó una revisión bibliográfica para determinar la presencia de especies terrestres a encontrar en el sitio del proyecto, la cual se verificó posteriormente durante recorridos y muestreo de campo realizados en el mes de febrero de 2022.

La metodología empleada para la obtención de un listado de especies de fauna fue la técnica de puntos de observación, la cual consiste en sitios con un rango de visibilidad amplio. Durante cada sitio, se registraron todas las especies de vertebrados observados. Se optó por el hecho de que la fauna presente en el estado de Durango es una de las mejores descritas en el país, lo cual justifica las metodologías anteriormente mencionadas.

La identificación de las especies se realizó *in situ* mediante métodos directos como observaciones de los organismos y por métodos indirectos que se basan en la interpretación de los rastros que dejan los vertebrados durante sus actividades cotidianas como huellas, excretas, esqueletos, sitios de descanso, madrigueras, nidos, cantos, plumas, etc., para la totalidad de los grupos.

Con el material de apoyo en la determinación de los especímenes se utilizaron las siguientes guías de campo y literatura disponible, Sttebins (1985) y Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2001), rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987) para aves; Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981), para mamíferos. Como equipo de observación se utilizaron binoculares de 7x21 con zoom a 40X.

Adicionalmente y de manera complementaria se realizó una consulta bibliográfica a estudios realizados en la zona, y con ayuda de guías de campo se identificaron especies no presentes durante los muestreos. En los siguientes listados aparecen las especies que fueron registradas en el área del sistema ambiental, así como revisión de bibliografía.

Cuadro IV-14. Aves registradas en el Sistema Ambiental

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr (protección especial)	No endémica
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	Chara pecho gris	No listada	No endémica
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	No listada	No endémica
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	No listada	No endémica
<i>Cathartes aura</i>	Aura	No listada	No endémica
<i>Columbina inca</i>	Torcacita	No listada	No endémica
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No listada	No endémica
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chivo azul	No listada	No endémica
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	No listada	No endémica
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	No listada	No endémica
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero de frente dorada	No listada	No endémica
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	No listada	No endémica
<i>Myadestes occidentalis</i>	Llenabotellas	Pr (protección especial)	No endémica
<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca	No listada	No endémica



Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
<i>Pipilo maculatus</i>	Pavito	No listada	No endémica
<i>Piranga flava</i>	Tangara encinera	No listada	No endémica
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito rojo	No listada	No endémica
<i>Regulus calendula</i>	Ruby	No listada	No endémica
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	No listada	No endémica
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo canelo	No listada	No endémica
<i>Sitta carolinensis</i>	Sita de pecho blanco	No listada	No endémica
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión palido	No listada	No endémica
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	No listada	No endémica
<i>Trogon mexicanus</i>	Coa mexicana	No listada	No endémica
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo	No listada	No endémica
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	No listada	No endémica

Cuadro IV-15. Mamíferos registrados en el Sistema Ambiental

Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Coyote	<i>Canis latrans</i>	No listada	No endémica
Lince	<i>Linx rufus</i>	No listada	No endémica
Coati	<i>Nasua narica</i>	No listada	No endémica
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	No listada	No endémica
Jabali	<i>Pecari tajacu</i>	No listada	No endémica
Rata	<i>Peromyscus lucopus</i>	No listada	No endémica
Ardilla gris	<i>Sciurus aureogaster</i>	No listada	No endémica
Ardilla piedrera	<i>Otospermophilus variegatus</i>	No listada	No endémica
Chichimoco	<i>Tamias durangae</i>	No listada	Endémica
Zorra Gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	No listada	No endémica

Cuadro IV-16. Anfibios y Reptiles registrados en el Sistema Ambiental

Nombre común	Nombre científico	Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
Víbora de cascabel	<i>Crotalus molossus</i>	Pr (Protección especial)	No endémica
Escorpión	<i>Elgaria kingii</i>	Pr (Protección especial)	Endémica
Alicante	<i>Pituophis deppei</i>	A (Amenazada)	No endémica
Lagartija común	<i>Sceloporus jarrovi</i>	No listada	No endémica
Culebra rayada	<i>Thamnophis eques</i>	A (Amenazada)	No endémica

Con base en la revisión de los listados de fauna de las especies animales detectadas por el recorrido de campo, además de la fauna que se reporta para la región, se concluye que en el área de estudio se encuentran especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece el listado de especies y subespecies de fauna y flora silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción (P), sujetas a protección especial (Pr) y amenazadas (A).

En el Anexo 9 se presenta el **Programa de Rescate y Protección de Fauna silvestre** para las especies susceptibles de afectación por las actividades que involucra el desarrollo del proyecto.



IV.3.2.1. Evaluación del estado actual de la fauna silvestre

Para la estimación de los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson, así como la riqueza de especies e índices de riqueza de Menhinick y Margalef y los valores de equidad y dominancia para cada uno de los grupos de fauna silvestre en el SA se utilizó la metodología y fórmulas descritas con anterioridad.

Para el grupo de Aves en el SA se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 2.9744 (H') lo que significa que cuenta con una diversidad de especie media. El índice de Simpson que se obtuvo es de 0.934. En cuanto a los índices de riqueza de Menhinick y Margalef se obtuvo un valor de 2.962 y 5.755, respectivamente.

Para el caso del grupo de mamíferos se calculó un índice de Shannon-Wiener de 2.200, lo que significa que cuenta con una diversidad media de especies. De acuerdo al Índice de Simpson se puede concluir que en efecto existe una diversidad media ya que hay un 88% de posibilidad de seleccionar al azar dos individuos que pertenezcan a especies diferentes. Los índices de riqueza de Menhinick y Margalef que se obtuvieron para el estrato arbustivo fueron de 2.085 y 2.870, respectivamente.

Por último, en el grupo de Anfibios y Reptiles se obtuvo un índice de Shannon-Wiener de 1.414 indicando que existe una diversidad baja. El índice de Simpson indica que efectivamente existe una diversidad baja en este grupo, además de indicar que la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos de especies diferentes de la muestra es del 71%. Los índices de riqueza de Menhinick y Margalef que se obtuvieron para el grupo que se menciona fueron de 1.5057 y 1.6681, respectivamente.

Cuadro IV-17. Estimación de Índices de diversidad de fauna silvestre en el SA

GRUPO AVES										
No.	Nombre científico	Frecuencia	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef
			Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)	Pi^2		
1	<i>Accipiter cooperi</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169	2.96299	5.7553
2	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	9	0.116883	-2.146581	-0.932248	-0.250899	-0.108964	0.013662		
3	<i>Basileuterus rufinus</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169		
4	<i>Buteo jamaicensis</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675		
5	<i>Cathartes aura</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169		
6	<i>Columbina inca</i>	3	0.038961	-3.245193	-1.409369	-0.126436	-0.054910	0.001518		
7	<i>Corvus corax</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675		
8	<i>Cyanocitta stelleri</i>	9	0.116883	-2.146581	-0.932248	-0.250899	-0.108964	0.013662		
9	<i>Empidonax wrightii</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675		
10	<i>Lanus ludovicianus</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169		
11	<i>Melanerpes aurifrons</i>	3	0.038961	-3.245193	-1.409369	-0.126436	-0.054910	0.001518		
12	<i>Melanerpes formicivorus</i>	4	0.051948	-2.957511	-1.284431	-0.153637	-0.066724	0.002699		
13	<i>Myadestes occidentalis</i>	4	0.051948	-2.957511	-1.284431	-0.153637	-0.066724	0.002699		
14	<i>Myoborus pictus</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169		
15	<i>Pipilo maculatus</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169		
16	<i>Piranga flava</i>	3	0.038961	-3.245193	-1.409369	-0.126436	-0.054910	0.001518		
17	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675		
18	<i>Regulus calendula</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675		
19	<i>Seiurus noveboracensis</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675		
20	<i>Sialia sialis</i>	3	0.038961	-3.245193	-1.409369	-0.126436	-0.054910	0.001518		

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”



21	<i>Sitta carolinensis</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675			
22	<i>Spicella passerina</i>	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675			
23	<i>Spizella pallida</i>	6	0.077922	-2.552046	-1.108339	-0.198861	-0.086364	0.006072			
24	<i>Trogon mexicanus</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169			
25	<i>Vireo gilvus</i>	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169			
26	<i>Zenaida asiatica</i>	9	0.116883	-2.146581	-0.932248	-0.250899	-0.108964	0.013662			
	TOTAL	77			H	-2.974459	-1.291791	0.065272			
	RIQUEZA	24			H'	2.974459	1.291791	Simpson			
					Equidad	0.912944	0.912944	0.9934728			
					Dominancia	9.00000	0.116883				
					Dominancia		0.065272				
GRUPO MAMIFEROS											
No.	Nombre científico	Frecuencia	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef	
			Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)	Pi^2			
1	<i>Canis latrans</i>	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701	2.08514	2.87036	
2	<i>Linx rufus</i>	1	0.04348	-3.13549	-1.36173	-0.13633	-0.05921	0.00189			
3	<i>Nasua narica</i>	1	0.04348	-3.13549	-1.36173	-0.13633	-0.05921	0.00189			
4	<i>Odocoileus virginianus</i>	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701			
5	<i>Pecari tajacu</i>	2	0.08696	-2.44235	-1.06070	-0.21238	-0.09223	0.00756			
6	<i>Peromyscus leucopus</i>	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701			
7	<i>Sciurus aureogaster</i>	4	0.17391	-1.74920	-0.75967	-0.30421	-0.13212	0.03025			
8	<i>Spermophilus variegatus</i>	2	0.08696	-2.44235	-1.06070	-0.21238	-0.09223	0.00756			
9	<i>Tamias durangae</i>	1	0.04348	-3.13549	-1.36173	-0.13633	-0.05921	0.00189			
10	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701			
	TOTAL	23			H	-2.20066	-0.95574	0.11909			
	RIQUEZA	10			H'	2.20066	0.95574	SIMPSON			
					Equidad	0.95574	0.95574	0.88091			
					Dominancia	4.00000	0.17391				
					Dominancia		0.11909				
GRUPO ANFIBIOS Y REPTILES											
No.	Nombre científico	Frecuencia	Índice de Shannon-Wiener					Índice Simpson	Menhinick	Margalef.	
			Pi	ln(pi)	log(pi)	pixln(pi)	pixlog(pi)	Pi^2			
1	<i>Crotalus molossus</i>	2	0.18182	-1.70475	-0.74036	-0.30995	-0.13461	0.03306	1.50756	1.66813	
2	<i>Elgaria kingii</i>	1	0.09091	-2.39790	-1.04139	-0.21799	-0.09467	0.00826			
3	<i>Pituophis deppei</i>	1	0.09091	-2.39790	-1.04139	-0.21799	-0.09467	0.00826			
4	<i>Sceloporus jarrovi</i>	5	0.45455	-0.78846	-0.34242	-0.35839	-0.15565	0.20661			
5	<i>Thamnophis eques</i>	2	0.18182	-1.70475	-0.74036	-0.30995	-0.13461	0.03306			
	TOTAL	11			H	-1.41428	-0.61421	0.28926			
	RIQUEZA	5			H'	1.41428	0.61421	SIMPSON			
					Equidad	0.87874	0.87874	0.71074			
					Dominancia	5.00000	0.45455				
					Dominancia		0.28926				

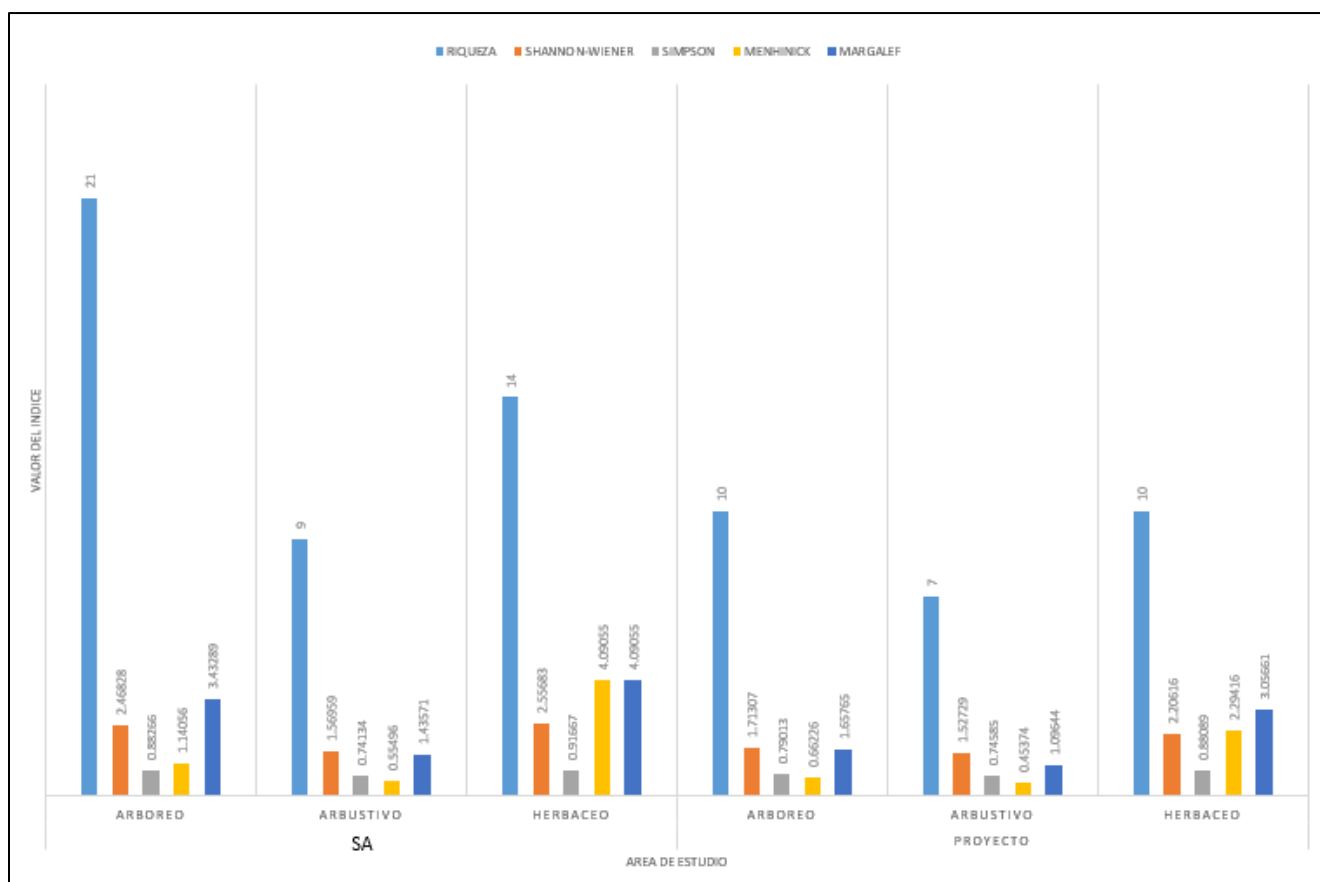


Figura IV-10. Comparativo del muestreo de fauna silvestre

IV.4. Paisaje

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto, la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo.

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales. Uno considera el Paisaje Total, e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplando a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua y aire), y vivos (plantas, animales y hombre) del medio.

Otro considera el Paisaje Visual, como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. En este enfoque el paisaje interesa como expresión espacial y visual del medio.

El paisaje puede ser analizado y clasificado a través de términos cualitativos basados principalmente en observaciones subjetivas, donde la percepción es un fenómeno activo y, tanto las experiencias previas, como el medio cultural ayudan a elaborar una imagen individual de este. Pero también poder ser objeto de estudio cuantificado, por medio de la sistematización de la información disponible y recabada, organizando tablas y matrices que permitan una valoración ponderada de la información (Solari y Cazorla, 2009), y así, posibilitar la asignación de categorías que contribuyan a evaluar los



posibles efectos significativos sobre el valor paisajístico de la zona del proyecto, en cualquiera de sus fases.

Para el análisis de los elementos visuales del paisaje se empleó una combinación de métodos automáticos, directos e indirectos, independientes de los usuarios del paisaje. Se considera de “subjetividad aceptada o controlada”, ya que se mantiene un criterio uniforme mediante la evaluación por medio de la contemplación del paisaje, en forma directa o por medios visuales, así como una evaluación cualitativa y cuantitativa analizando y describiendo sus componentes o a través de categorías estéticas. El paisaje se valora subjetivamente, con calificativos, escalas de rango o de orden, asignándoles un valor parcial, el que luego es “sumado” a los demás valores parciales obteniéndose un valor final.

En una primera fase, para el análisis del elemento de visibilidad o cuenca visual, se hizo uso del complemento *Viewshed* del Sistema de Información Geográfica (SIG) Quantum GIS 2.18.3, considerando como insumos un mosaico Raster de 15 m de resolución de la extensión del territorio del SA, creado a partir del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) (datos elaborados en 2013 y distribuidos por el INEGI), el punto vectorial de la vista de observación, el cual corresponde a la ubicación del observador respecto al frente del sitio del proyecto e información vectorial de rasgos geográficos del área e estudio.

En la segunda fase, se aplicaron modelos generales de Calidad Visual y Fragilidad Visual del Paisaje (Aguiló, 1981; Aramburu *et al.*, 1994), donde se consideran variables que definen la calidad y fragilidad de la porción del territorio visible.

IV.4.1. La Visibilidad

El método automático que se empleó para el análisis de la cuenca visual es considerado el procedimiento más ajustado para determinar con mayor precisión la visibilidad desde un determinado punto de observación. El estudio de la cuenca visual y los índices que de ellas derivan constituyen una parte importante del conjunto de herramientas necesarias para el análisis de los elementos del paisaje visual. La *cuenca visual* es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, es decir, es el entorno visual del punto.

En la Figura y Cuadro siguientes se presentan la relación de las porciones del territorio visibles desde el punto del observador, los elementos del paisaje corresponden a formaciones terrestres del tipo cerros, lomas y mesas.

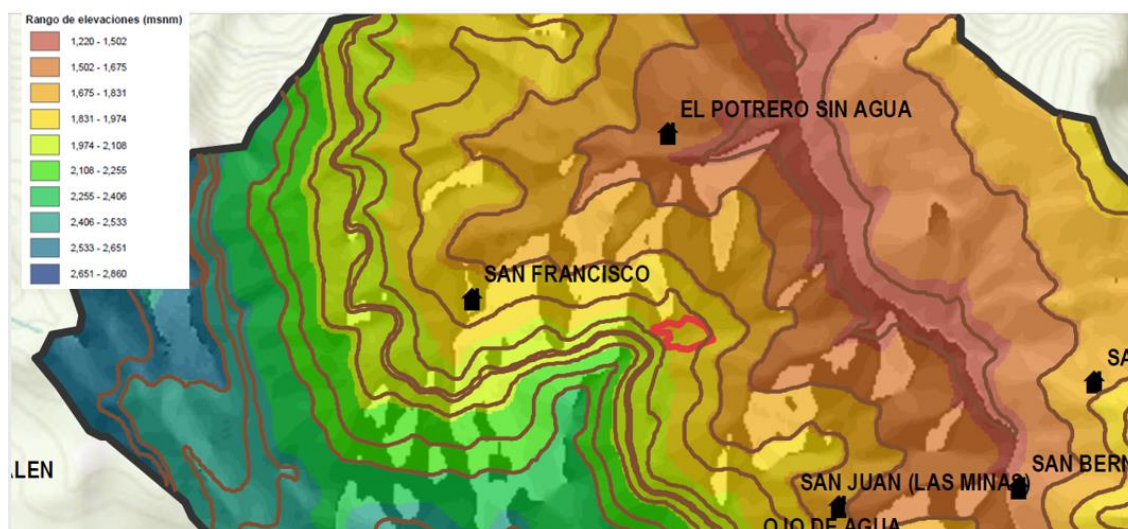


Figura IV-11. Capa de los rasgos terrestres en el SA

Cuadro IV-18. Formaciones visibles de la cuenca visual respecto al punto de observación

TIPO	NOMBRE	TIPO	NOMBRE
Cerro	El Fraile	Cerro	Capotito

IV.4.2. La calidad visual del paisaje

Es conocer el entorno del sistema ambiental, identificando las interrelaciones que la sociedad establece en él y desarrollar nuestra capacidad de proponer soluciones a los problemas ambientales. La calidad del paisaje incluye tres elementos de percepción:

- Características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, presencia de agua).
- Calidad visual del entorno inmediato (500-700 m), (litología, formaciones vegetales, grandes masas de agua).
- Calidad del fondo escénico (intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales y su diversidad, geomorfología).

La calidad puede estimarse de forma directa sobre la globalidad del paisaje, (estimación subjetiva), influyendo en la misma alguna de sus características o componentes del paisaje.

Topografía: Distinta a la del entorno, diversidad morfológica, vistas panorámicas.

Vegetación: Diversidad de tipos de vegetación, de colores y de texturas; contrastes.

Agua: Formas del agua superficial, su disposición, su quietud.

Naturalidad: Espacios en los que no se ha producido actuación humana.

Espacios de los que ha habido actuaciones humanas. Sin modificación del paisaje, espacios tradicionales, con cambios específicos, con modificaciones físicas y dominados por obras civiles industriales o mineras, espacios naturalizados y zonas verdes, espacios artificiales.



Las actuaciones pueden ser: espaciales (agrícolas), puntuales (edificios, puentes y presas), lineales (carreteras, ferrocarriles, gasoductos, canales, líneas de transporte de energía), superficiales (complejos industriales, centros urbanos y turísticos, embalses).

Singularidad: rocas singulares, lagos, cascadas, flora ejemplar.

IV.4.2.1. Calidad fisiográfica

La calidad fisiográfica de la cuenca visual se valora en función de dos aspectos: el desnivel y la complejidad topográfica. Este criterio pretende asignar una mayor calidad a porciones del paisaje con formas más abruptas, movidas, con valles estrechos, frente a las porciones que presentan cañadas y cañones pronunciados.

a) Desnivel

El criterio de desnivel, o diferencia entre la cota máxima y mínima de cada porción visible del paisaje, se considera que a mayor desnivel corresponde mayor calidad. Para determinar el valor se han agrupado en tres clases con diferentes intervalos de desnivel:

Cuadro IV-19. Valores a desnivel con respecto a la calidad fisiográfica

Clase	Valor nominal	Desnivel (m)	Valor numérico
1	Baja	< 100	1
2	Moderada	100 - 300	2
3	Alta	> 300	3

La superficie visible desde el punto de observación presenta mayor frecuencia de desnivel mayor a 300 metros, correspondiente a la **Clase 3** (Cuadro siguiente). La diferencia promedio entre las cotas de las porciones visibles de la cuenca visual es de 883 metros.

Cuadro IV-20. Frecuencia de clase de desnivel en la cuenca visual

Clase	Frecuencia	
1	45	
2	69	
3	23	

b) Complejidad topográfica

La calidad será mayor en aquellas porciones visibles con más porcentaje de superficie ocupada por formas que indican complejidad estructural. En función del porcentaje con que aparecen estas formas simples o complejas en cada una de las porciones visibles del paisaje se ha realizado una clasificación de estas, asignado mayor valor a aquellas que presentan mayor superficie con formas complejas:

Cuadro IV-21. Valores de Complejidad topográfica respecto a la Calidad Fisiográfica

Clase	Valor nominal	Forma estructural	Valor numérico
1	Baja	Simple	1
2	Moderada	Variada	2
3	Alta	Compleja	3

Con base a la caracterización fisiográfica del sistema ambiental se definió la complejidad topográfica de las zonas visibles, presentando mayor predominancia la **Clase 2**, debido a su forma estructural

conformada por superficie de gran meseta con cañadas, en un porcentaje de ocupación mayor al resto de las formas presentes en la cuenca visual.

Cuadro IV-22. Superficie de Formas estructurales en la Cuenca Visual

Clase	Topoforma	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
1	Sierra	277.35	88.30
2	Lomerío	36.76	11.70
3	Llanura		
Superficie total de la Cuenca Visual		314.11	100.00

IV.4.2.2. Calidad de la cubierta vegetal

Los usos del suelo y la vegetación son un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje por ser un elemento extensivo a todo el territorio. Se han tenido en cuenta la diversidad de formaciones vegetales, ya que es muy diferente desde el punto de vista paisajístico en este territorio la calidad de una zona con mezclas irregulares de varias formaciones que la de una gran extensión homogénea, aunque su calidad individual sea buena. En segundo lugar, la calidad visual de cada formación, en la que se considerará mejor aquella que se acerque más a la vegetación natural, o aquellos usos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados en el entorno.

a) Diversidad de formaciones

Se asigna mayor calidad a superficies visibles con mezclas equilibrada de cultivos, masas arboladas y vegetación nativa, que aquellas zonas predominantes por una sola formación vegetal o uso del suelo:

Cuadro IV-23. Valores de Diversidad de formaciones respecto a la Calidad de la Cubierta vegetal

Clase	Valor nominal	Criterio	Valor numérico
1	Baja	Predominio de un tipo de formación vegetal o uso del suelo	1
2	Moderada	Predominio de un tipo de formación vegetal o uso del suelo mezclado con una o más formaciones y usos	2
3	Alta	Equilibrio entre predominio de tres o más formaciones vegetales o usos del suelo	3

De acuerdo a la Clasificación del Uso del Suelo y Vegetación del INEGI (Serie VII), se han identificado las formaciones presentes en las zonas visibles de la cuenca visual. Según la superficie ocupada por tipo de uso del suelo y vegetación, la cuenca visual presenta una diversidad de formaciones **Clase 2**. Entre las formaciones y usos presentes en la cuenca visual, predomina Bosque de Pino-Encino (53.57%), sin embargo, no es representativa la diferencia entre las formaciones y usos en equilibrio presentes en la zona.

Cuadro IV-24. Clasificación de la Diversidad de formaciones en la Cuenca Visual

Clase	Vegetación y uso del suelo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
2	Pastizal Inducido	66.16	21.06
	Bosque de Pino	79.68	25.37
	Bosque de Pino-Encino	168.26	53.57
Superficie total de la Cuenca Visual		314.11	100.00%

b) Calidad visual de las formaciones



Se valora con mayor calidad la vegetación nativa, las formaciones con elementos arbóreos y los cultivos tradicionales. Dentro de los últimos, se valoran mejor los de floración apreciable. En función de este criterio se han establecido tres clases:

Cuadro IV-25. Valores de Calidad Visual de las formaciones respecto a la Calidad de la Cubierta Vegetal

Clase	Valor nominal	Criterio	Valor numérico
1	Baja	Formaciones con perturbaciones o sujetas a distintos tipos de manejo por parte del hombre	1
2	Moderada	Formaciones con elementos en desarrollo de vegetación secundaria en fase arbustiva	2
3	Alta	Formaciones con elementos arbóreos en desarrollo de vegetación primaria	3

Considerando la diversidad de formaciones, se ha clasificado la calidad visual de estas con base en el desarrollo y fase de la vegetación. En este sentido, la **Clase 3** presenta mayor predominancia entre las demás formaciones del entorno visual (Cuadro anterior). Se ha considerado la vegetación de Bosque de pino dentro de la Clase 3, debido a que son comunidades vegetales donde predominan las masas boscosas de árboles en sus diferentes etapas de crecimiento.

Cuadro IV-26. Clasificación de la calidad visual de las formaciones en la Cuenca Visual

Clase	DESCRIPCION	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE
1	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL		
	AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE		
	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL		
	AGUA		
	URBANO CONSTRUIDO		
2	PASTIZAL HALÓFILO		21.06
	PASTIZAL NATURAL	66.16	
	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO		
	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MATORRAL CRASICAULE		
	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL		
3	MATORRAL CRASICAULE		78.94
	BOSQUE DE PINO	247.95	
SUPERFICIE TOTAL DE LA CUENCA VISUAL		314.11	100.00

IV.4.2.3. Presencia de elementos hidrográficos

La presencia de cuerpos de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Se valora la presencia de agua que se percibe en el conjunto de las porciones visibles, no aquella que, aunque este no es un elemento dominante en las mismas. En este sentido, se propone una valoración en función de la ausencia-presencia de este elemento:

Cuadro IV-27. Valores de la Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual

Clase	Valor nominal	Visibilidad del elemento	Valor numérico
1	Baja	Ausencia	0
2	Alta	Presencia	2

Dentro de las porciones visibles de la cuenca visual, se identifica la presencia de un elemento hidrográfico de forma de agua superficial en la zona con visibilidad desde el punto de observación. Este corresponde al arroyo que recorre la porción alta y su trayecto cruza la cuenca por la parte

central, su corriente se integra a la del Arroyo Cuevecillas (Figura siguiente). Por lo tanto, el valor para la presente variable es el correspondiente al de la **Clase 2**.

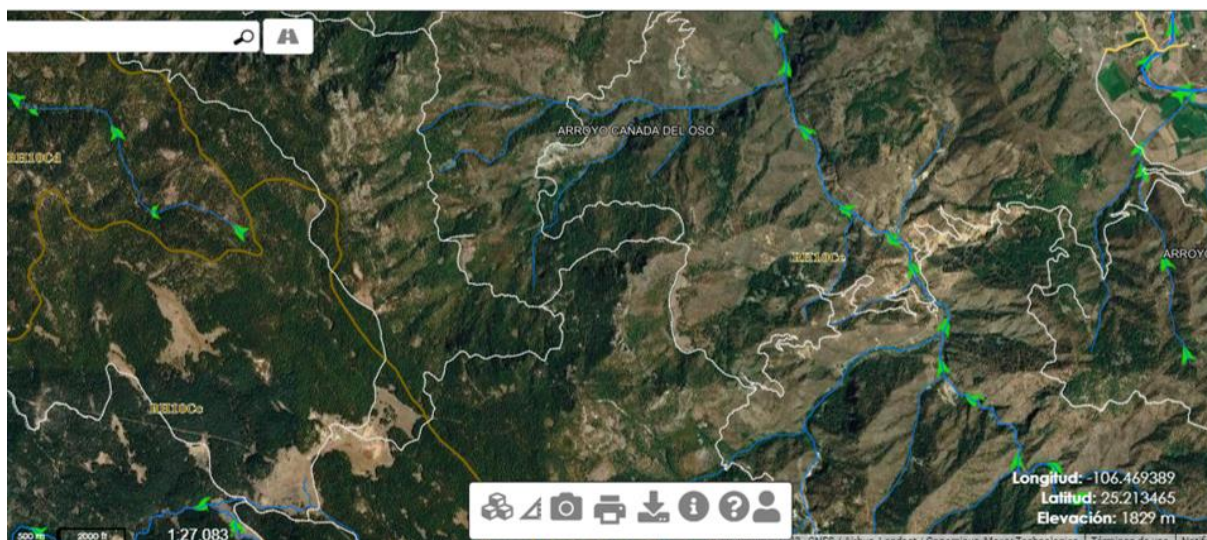


Figura IV-12. Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual

IV.4.2.4. Grado de antropización

La abundancia en el paisaje de estructuras artificiales supone una disminución de la calidad del paisaje. Para medir la distribución de esta variable en el territorio se han utilizado los parámetros de densidad de carreteras y densidad de población. No hay criterios análogos para evaluar el paisaje urbano, pues la presencia humana es inherente a ellos, aunque habría una valoración estética diferencial a favor de unidades poblacionales de menor densidad, en relación a aquellas que se ven altamente congestionadas.

a) Densidad de carretera

Para determinar la densidad de carreteras de la calidad paisajística se ha realizado una conversión del territorio visible en cuadrículas de 100x100 metros. Así, se ha restado más calidad a las porciones con mayor número de cuadrículas ocupadas por carreteras, preferentemente la red carretera principal (Federales y Estatales pavimentadas), que por sus mayores exigencias constructivas resultan más notables que los caminos del tipo terracería, estos últimos más fácilmente disimulables. El cálculo realizado ha sido el siguiente: 5 x núm. de cuadrículas con carreteras de 1^{er} orden (Federales) + núm. de cuadrículas con carreteras de 2^o orden (Estatales), los valores obtenidos se han agrupado en tres intervalos:

Cuadro IV-28. Valores de Densidad de Carreteras respecto al Grado de humanización

Clase	Valor nominal	Cuadrículas ocupadas	Valor numérico
1	Baja	> 450	1
2	Moderada	100 - 450	2
3	Alta	< 100	3

Empleando la sobreposición de la cuenca visual en cuadrículas (100 x 100 m.) con la red carretera principal, se obtuvieron los siguientes resultados: Carreteras de 1^{er} orden igual a 0 cuadrículas, Carreteras de 2^o orden igual a 0; por lo tanto, no se puede realizar el cálculo toda vez que se registra



únicamente brechas de terracería dentro de la cuenca visual. El resultado se encuentra dentro del intervalo de la **Clase 3**.

b) Densidad de población.

Se ha restado calidad a aquellas porciones visibles con más cuadrículas ocupadas por localidades rurales y en mayor medida las ocupadas por núcleos urbanos. El procedimiento para la estimación del número de ocupación de cuadrículas ha sido análogo al de densidad de carreteras:

Cuadro IV-29. Valores de Densidad de población respecto al Grado de humanización

Clase	Valor nominal	Cuadrículas ocupadas	Valor numérico
1	Baja	> 300	1
2	Moderada	50 - 300	2
3	Alta	< 50	3

Los resultados de la sobreposición de las localidades rurales y núcleos urbanos son los siguientes: Núcleos urbanos igual a 0 cuadrículas, Localidades rurales igual a 1 cuadrícula; por lo tanto, $5(0) + 1 = 1$. De acuerdo al resultado del cálculo realizado, el valor de densidad de población corresponde al de la **Clase 3**.

IV.4.3. Fragilidad visual

La fragilidad visual se puede definir como “la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones” (Cifuentes, 1979). Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio que se analiza, la fragilidad depende del tipo de actividad que se piensa desarrollar. El espacio visual puede presentar diferente vulnerabilidad según se trate de una actividad u otra. Un concepto similar es el de vulnerabilidad visual, que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual. Según lo señalado a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde una menor capacidad de absorción visual.

Los elementos que se evalúan para determinar la *fragilidad visual*, pueden considerar en 3 grupos, según muestra el modelo aplicado (Figura siguiente).

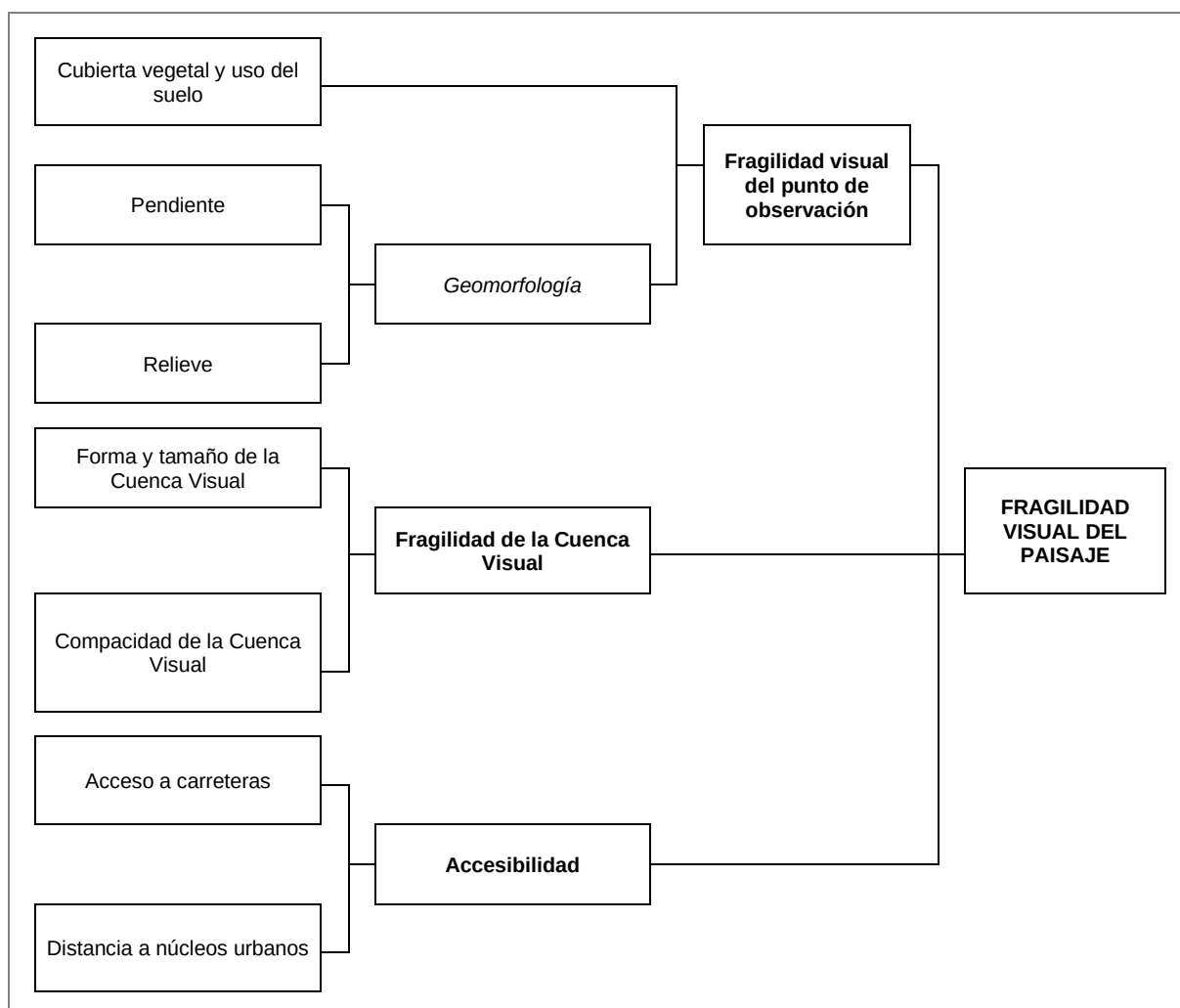


Figura IV-13. Modelo de Fragilidad Visual del Paisaje

IV.4.3.1. Fragilidad visual del punto de observación

a) Cubierta vegetal y uso del suelo

La fragilidad de la vegetación se define como el inverso de la capacidad de esta para ocultar una actividad que se realice en el territorio. Por ello, se consideran de menor fragilidad las formaciones vegetales de mayor altura, mayor complejidad de estratos y mayor grado de cubierta. En función de estos criterios se ha realizado una reclasificación de los tipos de vegetación y usos del suelo en tres tipos:

Cuadro IV-30. Valores de Cubierta Vegetal y uso del suelo respecto a la Fragilidad visual del punto de observación

Clase	Valor nominal	Criterio	Valor numérico
1	Baja	Formación arbórea densa y alta	1
2	Moderada	Formación arbórea dispersa y baja	2
3	Alta	Pastizales y cultivos	3

Con base en la contemplación directa del paisaje, la zona visible del punto de observación presenta una fragilidad del tipo **Clase 1**. Se presentan formaciones arbóreas de diversas especies en mosaicos dispersos y densos, con una estratificación vertical predominante del estrato medio (copas altas). Asimismo, en la zona se presentan usos del suelo tipo forestal maderable, atenuando la fragilidad del paisaje (Figura siguiente).

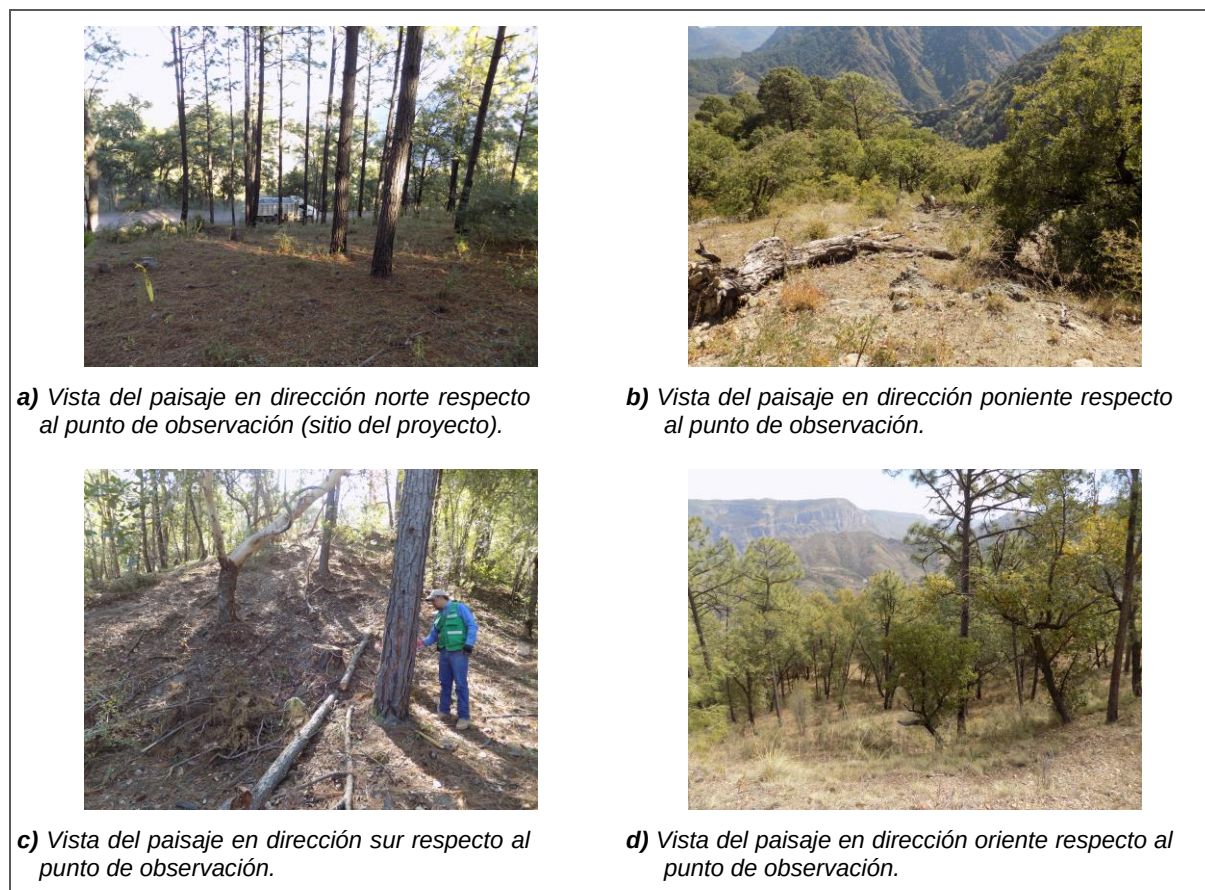


Figura IV-14. Apreciación directa de la Cubierta vegetal y uso del suelo con respecto al punto de observación

b) Pendiente

Se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad, por producirse una mayor exposición de las acciones. Se ha calculado la pendiente del territorio de la porción visible respecto al punto de observación y se han establecido tres categorías:

Cuadro IV-31. Valores de pendiente respecto a la Fragilidad visual del punto de observación

Clase	Valor nominal	Pendiente	Valor numérico
1	Baja	< 5%	1
2	Moderada	5% - 15%	2
3	Alta	> 15%	3

Por medio del análisis del relieve del mosaico Raster (elaborado a partir del CEM 3.0 del INEGI), en la zona del punto de observación la pendiente promedio es de 16%, valor que corresponde al intervalo de la **Clase 3**.



c) Relieve

Para determinar los valores de la forma del relieve correspondientes al punto de observación, se ha tomado en cuenta la caracterización fisiográfica del S.A., considerando el tipo de topoforma de la cuenca visual. Así se proponen tres categorías; de mayor fragilidad las llanuras o zonas amplias de topografía plana y de menor fragilidad aquellas zonas montañosas o con formas abruptas:

Cuadro IV-32. Valores del relieve respecto a la Fragilidad visual del punto de observación

Clase	Valor nominal	Topoforma	Valor numérico
1	Baja	Sierra alta	1
2	Moderada	Meseta con cañadas y malpaís	2
3	Alta	Llanura aluvial	3

El punto de observación se encuentra dentro del sistema de topoforma predominante del tipo sierra, el cual forma parte de la Subprovincia Sierras y Llanuras de Durango. De esta manera, el valor de la variable Relieve corresponde al de la **Clase 2** de las categorías propuestas.

IV.4.3.2. Fragilidad de la cuenca visual

a) Forma y tamaño de la Cuenca Visual

Se han evaluado de forma conjunta estos dos parámetros, se considera que a mayor extensión de la cuenca visual mayor fragilidad, ya que cualquier actividad a realizar en una porción extensa podrá ser observada desde un mayor número de puntos. En cuanto a la forma, su incidencia se ha evaluado en función del tamaño, para amplias zonas visibles se considerará de mayor fragilidad aquella cuya forma establezca una direccionalidad en las vistas (forma circular) y de menor fragilidad si la forma es redondeada. La influencia de la forma cuando se trate de zonas visibles pequeñas será inversa, es decir, las formas elípticas serán de menor fragilidad que formas circulares. En función de estos criterios se han diferenciado cuatro clases de fragilidad de acuerdo a la forma y tamaño de la cuenca visual:

Cuadro IV-33. Valores de forma y tamaño respecto a la Fragilidad de la Cuenca Visual

Clase	Valor nominal	Tamaño y forma	Valor numérico
1	Baja	Zona pequeña y elíptica	1
2	Moderada	Zona pequeña y circular	2
3	Alta	Zona extensa y circular	3
4	Muy alta	Zona extensa y elíptica	4

Considerando el conjunto de porciones visibles desde el punto de observación, se ha contemplado la cuenca visual en una unidad (Figura siguiente). La unidad presenta una forma circular con un radio de 1 km aproximadamente. Por lo tanto, se ha clasificado el tamaño y la forma de la cuenca visual conforme al criterio de la **Clase 2**.

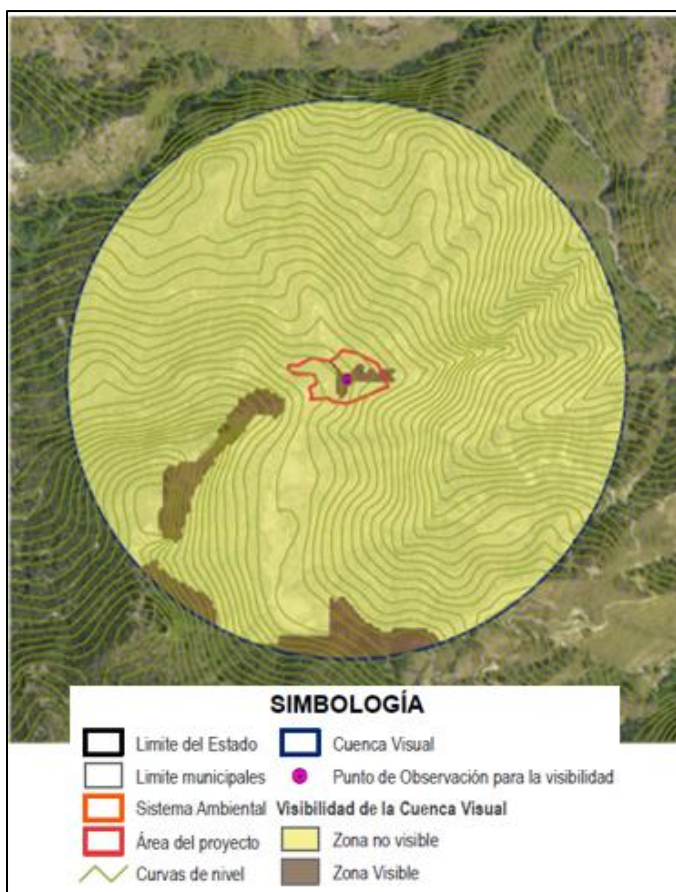


Figura IV-15. Forma y tamaño de la unidad definida de la Cuenca Visual

b) Compacidad de la Cuenca Visual

Se refiere a la complejidad morfológica de la cuenca visual y se ha considerado que a mayor compacidad mayor fragilidad, ya que las cuencas con menor complejidad geomorfológica tienen mayor dificultad para ocultar visualmente una actividad. Se diferenciaron dos clases de compacidad en función de la variedad de formas que se aprecian en cada unidad de la cuenca visual definida:

Cuadro IV-34. Valores de Compacidad respecto a la Fragilidad de la Cuenca Visual

Clase	Valor nominal	Compacidad	Valor numérico
1	Baja	Muchos huecos	1
2	Alta	Pocos huecos	2

Tomando en cuenta la distribución de las porciones visibles, la unidad de la cuenca visual presenta una compacidad del tipo **Clase 1**, al contener porciones dispersas y con superficies heterogéneas.

IV.4.3.3. Accesibilidad

Este factor se ha considerado para incluir la influencia de la distribución de los observadores en el territorio. Evidentemente, el impacto visual de una actividad será mayor en las proximidades de zonas habitadas o transitadas que en lugares inaccesibles. Para evaluar la incidencia de este parámetro se ha clasificado el territorio en función de la distancia y accesos a carreteras y caminos principales, así como a núcleos urbanos. Las clases se han clasificado de la siguiente forma:



Cuadro IV-35. Valores de accesibilidad a carreteras

Clase	Valor nominal	Accesibilidad	Valor numérico
1	Baja	Sin accesos	0
2	Moderada	Caminos vecinales o de terracería	1
3	Alta	Carreteras Federales o Estatales pavimentadas	2

La particularidad del sitio del proyecto, así como del punto de observación, radica en que se localiza al costado de un camino de terracería. Por lo tanto, la valoración para la variable de acceso a vías terrestres de comunicación corresponde al de la **Clase 2**.

Cuadro IV-36. Valores de distancia a núcleos urbanos

Clase	Valor nominal	Distancia (m)	Valor numérico
1	Baja	> 5,000	1
2	Moderada	250 a 5,000	2
3	Alta	< 250	3

Por otro lado, tanto el sitio del proyecto como el punto de observación se encuentra en las cercanías la localidad Potrero sin Agua que es la más próxima al sitio y el punto, con una distancia recta de 1,300 m; de esta manera, el valor correspondiente para la variable es del tipo **Clase 2**.

IV.4.4. Conclusiones de la valoración del paisaje

El resultado de la aplicación de los modelos de Calidad y Fragilidad Visual (Aguiló, 1981; Aramburu *et al.*, 1994) permite valorar el entorno visual en función de la naturaleza de estas áreas. En este sentido, la clasificación del territorio en términos de calidad y fragilidad visual permite tener un conocimiento completo de la zona de estudio. Asimismo, la cuenca visual es un parámetro clave para el estudio de las condiciones visuales del territorio, y cumple adecuadamente su papel de descriptor del paisaje al considerar elementos influyentes y determinantes, como son la fisiografía, la vegetación y usos del suelo, entre otros.

La integración de la valoración de los elementos del paisaje se puede determinar en base a la categorización de tres clases (Cuadro siguiente) estas, conformadas por la posible suma total de los valores numéricos correspondientes a cada clase de las variables analizadas.

Cuadro IV-37. Clasificación genérica de la valoración final de los elementos del paisaje

Clase	Valor nominal	Valor numérico
1	Baja	< 8
2	Moderada	9 - 15
3	Alta	16 - 20

En los cuadros siguientes se presentan los valores obtenidos para cada variable de los elementos considerados como parte de la cuenca visual. Así, con base en la recopilación de información para el análisis de los elementos del paisaje se concluye la existencia de una **calidad se valora como ALTA** y la **fragilidad resulta MODERADA para el análisis del paisaje**.



Cuadro IV-38. Valoración de las variables consideradas en el elemento de Calidad de paisaje

Elementos	Variable	Clase	Valor nominal	Valor numérico
Calidad fisiográfica	Desnivel	3	Alta	3
	Complejidad topográfica	2	Moderada	2
Calidad de la cubierta vegetal	Diversidad de formas	2	Moderada	2
	Calidad visual de las formaciones	3	Alta	3
Presencia de elementos hidrográficos	Ausencia/Presencia	2	Alta	2
Grado de humanización	Carreteras	3	Alta	3
	Núcleos urbanos	3	Alta	3
Valor total de la Calidad del paisaje				18

Cuadro IV-39. Valoración de las variables consideradas en el elemento de Fragilidad del paisaje

Elementos	Variable	Clase	Valor nominal	Valor numérico
Fragilidad visual del punto de observación	Cubierta vegetal y uso del suelo	1	Baja	1
	Pendiente	3	Alta	3
	Relieve	2	Moderada	2
Fragilidad de la Cuenca Visual	Forma y tamaño de la cuenca visual	2	Moderada	2
	Compacidad de la cuenca visual	1	Baja	1
Accesibilidad	Acceso a carreteras	2	Moderada	1
	Distancia a núcleos urbanos	2	Moderada	2
Valor total de la Fragilidad del paisaje				12

Tanto la calidad como la fragilidad visual del paisaje incorporan la posibilidad de la presencia de infraestructura minera y condicionan ámbitos selectivos sometidos a restricciones. Es por ello que estas variables del paisaje son aspectos a considerar en la planificación de usos y actividades a ejecutar en una zona determinada. En el caso del proyecto, **para la ejecución del proyecto y las condiciones actuales del área limítrofe al mismo, por lo que no tendrá impactos visuales significativos.**



IV.5. Medio socioeconómico (INEGI 2020)

El SA está conformado por factores de alta relevancia del medio socioeconómico del municipio de Topia, Dgo., pero en particular tomaremos en consideración la localidad Potrero Sin Agua debido a que es el centro de población más cercano al proyecto, por lo tanto, se encuentra dentro del SA. En esta se encuentra la mayor interacción económica y social entre las localidades de la región, la región tiene influencia como un centro de servicios a nivel local como el acceso de diferentes puntos de servicios y comercio, así como el principal acceso al sitio del proyecto por parte de los usuarios; asimismo, estas localidades están vinculadas con otras actividades como la ganadería, agricultura, comercio de bienes y servicios, entre otros.

La localidad de Potrero sin Agua, con diversas unidades económicas, se relaciona con uno de los objetivos principales del desarrollo económico, el aumento del bienestar de la población. No obstante, en muchas ocasiones la ausencia de un enfoque holístico, que integre el medio socioeconómico de forma armónica a los proyectos de obras o actividades, impide valorar la interrelación existente entre los componentes socioeconómicos y el resto de los factores ambientales.

En este sentido, en los siguientes puntos se describen y presentan los factores que configuran el medio social y económico del SA. Así, de la información recopilada, permitirá generar una interpretación de la interacción de estos factores, de los cuales depende la satisfacción de las necesidades sociales básicas vinculadas a la alimentación, uso del suelo, salud, vivienda, trabajo, educación y cultura, infraestructura, entre otros elementos.

IV.5.1. Demografía

Con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), el poblado de Potrero sin Agua cuenta con una población total de 26 habitantes, los cuales el 50% son hombres de la población total y el 50% restante son mujeres. A la vez, la población del poblado Potrero sin Agua representa el 0.0015% de la población total del estado de Durango, conformada por 1'632,934 habitantes.

IV.5.2. Condición de actividad económica

En el poblado Potrero sin Agua la población económicamente activa representa el 23.07% respecto a la población total, en donde la población masculina tiene mayor predominancia bajo esta condición de actividad económica; caso contrario en la población femenina, donde tienen mayor predominancia como población no económicamente activa, el 76.93% de la población respecto al total de la población en esta condición.

Entre las actividades con mayor concentración de población económicamente activa se encuentran la de comercio al por menor, extracciones forestales maderables, construcción y extracciones mineras.

IV.5.3. Vivienda y servicios básicos

La concentración y el crecimiento de desarrollo de viviendas se presentan principalmente en el poblado Potrero sin Agua, mientras que en las localidades el desarrollo de viviendas es de menor crecimiento y es fomentado por programas oficiales. En el poblado Potrero sin Agua se registran un total de 6 viviendas particulares, las cuales se encuentran habitadas. De las viviendas habitadas, un

total de 26 habitantes del municipio ocupan éstas; en promedio por vivienda habitada existen 4.33 ocupantes.

Cuadro IV-40. Viviendas particulares del municipio de Durango

Generalidades de las viviendas particulares	Total
Total de viviendas particulares	6
Viviendas particulares habitadas	6
Viviendas particulares deshabitadas	0
Viviendas particulares de uso temporal	0
Ocupantes en viviendas particulares habitadas	26
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	4.33

Por otro lado, las características de las viviendas respecto a la disposición de servicios básicos se presentan en el Cuadro siguiente, en donde se observa que el 20% de las viviendas particulares disponen de luz eléctrica.

Cuadro IV-41. Servicios básicos en las viviendas particulares del poblado Potrero sin Agua

Disposición de servicios en viviendas particulares	Número de viviendas
Disponen de luz eléctrica	2
No disponen de luz eléctrica	4
Disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	0
No disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	6
Disponen de excusado o sanitario	3
Disponen de drenaje	2
No disponen de drenaje	4

IV.5.4. Servicios de salud

La prestación de servicios de salud en el poblado Potrero sin Agua se encuentra integrado por una unidad médica rural en la cabecera municipal. La población con derecho a recibir atención médica es de 24 (92.3%, respecto a la población total del poblado), en cambio el 7.7% del total de la población no cuentan con derechohabencia a servicios de salud.

IV.5.5. Factores socioculturales

Este concepto es referido al conjunto de elementos que, bien sea por el peso específico que les otorgan los habitantes de la zona donde se ubicara el proyecto, o por el interés evidente para el resto de la colectividad, merece la consideración y análisis en el presente estudio. El componente subjetivo del concepto podrá ser representado mediante la integración de la información que permita dar referencia a los rasgos culturales de la zona, considerando los siguientes elementos:

Características educativas

Para el año 2020, en el poblado Potrero sin Agua, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 3.3, lo que equivale a poco más de educación secundaria concluida. A nivel estatal, la población de 15 años y más tiene 3.9 grados de escolaridad, lo que significa que cuentan con secundaria incompleta.

Población indígena

En el poblado Potrero sin Agua, no se registran habitantes que hablan alguna lengua indígena.



Religión

La creencia religiosa con mayormente profesantes en el poblado Potrero sin Agua corresponde a la religión católica, con una representación del 100% de la población total.

IV.6. Diagnóstico ambiental

IV.6.1. Integración e interpretación del inventario

En este punto se describe el diagnóstico ambiental para la zona donde pretende desarrollarse el proyecto, tomando en cuenta la situación actual del Sistema Ambiental, los impactos positivos y adversos de la inserción en el sitio del proyecto propuesto, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como los impactos del proyecto expuestos en el numeral V del presente documento.

En términos generales, el escenario modificado puede preverse como el sitio donde se pretenden ubicar el acondicionamiento del depósito de jales filtrados, rodeado de un entorno similar al que existía previo a la ejecución del mismo.

En primer lugar, se realizó un análisis de la situación actual de los componentes ambientales del sitio donde se construirá dicho proyecto tal como se encuentra actualmente. A continuación, se muestra en color café los cambios negativos en la zona y en color amarillo los cambios positivos que traerá el proyecto a la zona.

Cuadro IV-42. Comparativo de la estimación general de las condiciones actuales y futuras

Componente ambiental	Intensidad de la alteración		Amplitud del impacto		Importancia del impacto		Signo
	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	
Atmósfera	Baja	Media	Puntual	Local	Menor	Menor	-
Geomorfología	Sin impacto	Baja	Sin amplitud	Puntual	Sin importancia	Menor	-
Hidrología	Baja	Baja	Puntual	Puntual	Menor	Menor	-
Suelo	Baja	Media	Puntual	Puntual	Menor	Media	-
Flora	Media	Alta	Puntual	Puntual	Media	Media	-
Fauna	Baja	Media	Local	Local	Media	Media	-
Paisaje	Media	Media	Local	Local	Media	Media	-
Infraestructura y servicios	Sin impacto	Baja	Sin amplitud	Puntual	Sin importancia	Media	+
Medio económico	Sin impacto	Baja	Sin amplitud	Local	Sin importancia	Menor	+

Los cambios ocasionados por el proyecto al ambiente, incluyen por una parte efectos adversos, como son la remoción del estrato arbóreo, pérdida del hábitat de fauna silvestre, emisiones de material particulado, y por otro lado el proyecto se convertirá en un agente promotor para que continúe el desarrollo de los servicios en la zona donde se encuentra.



IV.6.2. Síntesis del inventario ambiental

El Sistema Ambiental tiene una superficie de 2,025.49 ha, y se encuentra localizado en el municipio de Topia, Dgo., las características ambientales del SA se encuentran moderadamente modificadas debido a las actividades antropogénicas, principalmente por las múltiples actividades ejercidas en minería, agricultura, ganadería, comercio, entre otros. De igual forma, hay presión por parte de las actividades productivas, por lo que la condición natural ha ido resiliendo a través del tiempo.

Las condiciones naturales del SA son mayormente influidas por el tipo de clima **semicálido húmedo**, donde se registra una temperatura promedio anual de **25.9°C** en un periodo de 9 años (2005-2014); asimismo, dentro del mismo periodo, se registra una acumulación promedio anual de **589.8 mm.**, con mayor ocurrencia de lluvias en la estación de verano. El SA está conformado por una diversidad de tipo de suelos, entre los que predominan el **Luvisol** y **Regosol**, el primero se caracteriza por contener un alto contenido de arcilla expansiva y el segundo por ser limitado en profundidad por roca dura continúa.

El SA presenta una geomorfología del tipo mesetas con cañadas y cañón en donde el relieve es mayormente accidentado y depresiones prominentes; esta condición del relieve, y considerando los factores del clima, propicia una **susceptibilidad nula** en la zona del SA de presentar inundaciones de acuerdo al Índice de Peligro de Inundación (IPI). En cambio, la zona del SA al presentar una geomorfología con mayor predominancia llana y sin desplazamientos geológicos detectables, cuenta una **susceptibilidad baja** de registrar sismos o movimientos de laderas.

Los elementos hidrológicos que componen la **subcuenca R. Humaya (RH10Ce)** tienen una influencia importante dentro del SA, ya que sus ríos y arroyos tienen una función económica, social y ecológica permanente dentro de las actividades forestales, mineras, agrícolas, ganaderas, de recreación y de hábitat para la fauna silvestre.

Las características ambientales descritas anteriormente, han permitido el desarrollo de vegetación descrita como **Bosque de Pino-Encino** (de acuerdo a la Carta de uso del suelo y vegetación, INEGI, SERIE VII) en el área del proyecto (**3.555 ha**), los principales elementos de la cubierta arbórea son especies comunes en la Bosque de Pino-Encino, principalmente. Este tipo de comunidades vegetales son el hábitat adecuado para la fauna silvestre de especies menores, tales como conejos, ardillas y roedores, así como de diversas aves.

El desarrollo del proyecto no afectará a especies de flora y fauna bajo algún régimen de protección de acuerdo a la normatividad mexicana vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010). Los principales impactos que generará la obra son efectos permanentes sobre la vegetación y suelo, por lo que se contemplarán actividades y medidas de mitigación y compensación ambiental en la zona de influencia.

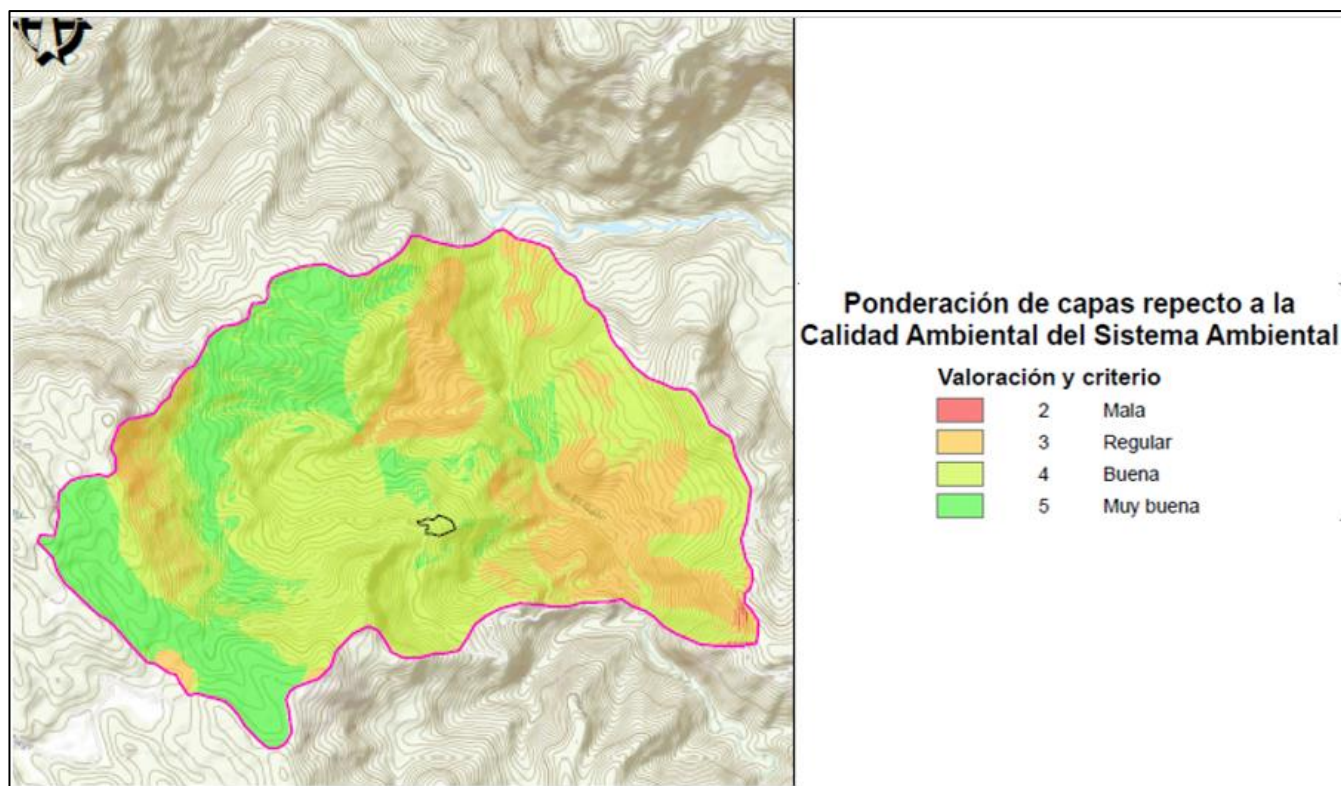


Figura IV-16. Ponderación de capas y análisis multicriterio de la calidad ambiental del SA

Cuadro IV-43. Descripción del pronóstico por componente ambiental

Vegetación	En su condición actual el sitio mantiene una cobertura de media, esto en referencia a que se buscó el polígono del proyecto con la menor cobertura posible y la integración de especies reconocidas como frecuentes o muy comunes en el entorno, con la finalidad de reducir las afectaciones físicas. El área donde se encuentra el proyecto está en constante modificación de manera poco significativa, pero interviniendo en las condiciones como densidad y frecuencia de especies, derivado de la extracción forestal de manera comercial o doméstica.
Atmosfera	Durante las etapas de Preparación y Construcción del proyecto se producirán cambios en la calidad del aire debido al aumento de emisiones a la atmósfera ocasionado por el movimiento y el tránsito de maquinaria y vehículos. Actualmente el sitio del proyecto se encuentra cercano a un camino de terracería que es continuamente utilizado para el tránsito de diferentes vehículos relacionados a las actividades que se desarrollan en la zona.
Geomorfología	Debido a la condición que presenta actualmente el sitio en sus diferentes secciones o porciones (Bosque), así como el mantenimiento de la red de caminos dentro de los predios colindantes se generaran cambios significativos, toda vez que es necesario el despalme o corte de la capa superficial del suelo.
Suelo	El recurso suelo en el sitio es un factor vulnerable debido a que será alterado por la eliminación de la cobertura vegetal (3.555 ha) y por la perturbación directa sobre el mismo, como consecuencia de las actividades para el manejo y disposición de los jales filtrados. Así como el cuidado de sus características físicas.
Hidrología	El polígono del proyecto no contempla la intersección de una corriente de agua superficial, no obstante, se menciona que las corrientes superficiales no se sobreponen con el polígono del proyecto, por lo que este componente no se verá afectado. Aunado a lo anterior, se contempla la colocación de una geomembrana para disminuir la posibilidad de filtración de lixiviados.
Fauna	A través de los monitoreos realizados en el SA se obtuvieron características particulares como una



	Diversidad media (Shannon = 2.9744) para las especies de aves, siendo este el grupo faunístico más diverso, lo que refleja que las actividades que actualmente se desarrollan han influido posiblemente en que algunas especies se acostumbren a la presencia humana, manteniendo una distancia apropiada para sentirse seguros. La presencia humana y las actividades mineras y forestales en la zona ya han ocasionado efectos en la calidad de la fauna, pérdida del hábitat natural y alejamiento de la fauna silvestre al aumentar los niveles de ruido e iluminación. La modificación del escenario faunístico de la zona se relaciona también con la pérdida de la vegetación ocasionada por el desmonte y su afectación en el hábitat de la fauna terrestre, agregado a la presencia humana.
Paisaje	La percepción del paisaje se verá modificada, ya que el proyecto implica cambios en la estructura horizontal y vertical de la cubierta vegetal (3.555 ha) del área en que se encuentran el polígono del proyecto, no obstante, al ser un proyecto que se encuentra en una zona o distrito minero, donde ya se encuentran algunas obras establecidas. Por este motivo se deduce que el entorno tiene la capacidad de resiliencia de asimilar el proyecto.
Social	El impacto de la construcción/operación ocurrirá en el mediano plazo para todos los contratistas y actores económicos de la zona del proyecto, cuyas actividades socio-económicas cotidianas serían impulsadas de manera positiva. La influencia se limitará a la gente involucrada en actividades dentro de la zona del proyecto, principalmente por el servicio a proveer.
Económico	La zona donde se encuentra el proyecto se limita a realizar actividades productivas con los recursos que dispone actualmente, manteniendo muy bajo el desarrollo económico, condición que se pretende mejorar con la inclusión de infraestructura minera, lo que permite diversificar las actividades productivas, así como la opción de mejorar las condiciones propias del desarrollo familiar de los usuarios.

En el Anexo 8 se presenta el Modelo Conceptual con la valoración de los caracteres y el **Análisis Multicriterio** empleando las capas cartográficas para formar un diagnóstico de la Calidad Ambiental del SA dando como resultado la caracterización del área como se muestra en la figura IV-16.



V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

Un impacto es una repercusión o cambio perceptible en una o más de las variables ambientales, como resultado de las actividades que se realizan en áreas naturales, y es capaz de alterar el bienestar de algún sector social actual o en las generaciones futuras. Los procesos o actividades de la producción son mecanismos cuyo desencadenamiento finaliza en un determinado impacto ecológico positivo o negativo sobre los recursos naturales que integran los ecosistemas. En una evaluación de los impactos ambientales es necesario realizar una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas etapas del proyecto, las cuales son susceptibles de provocar impactos.

Para identificar el impacto al ambiente de los proyectos de desarrollo, se sigue un proceso de análisis que permite detectar en sus diversas etapas de desarrollo del proyecto, los posibles impactos en el entorno. Con esta información se pueden diseñar medidas de mitigación, o incluir alternativas al proyecto para manejar algunos de sus componentes. Al conjunto de estas actividades de análisis se le denomina Evaluación de Impacto Ambiental.

La identificación de los impactos al ambiente derivados del desarrollo del proyecto o por actividad está condicionada en tres situaciones: la ausencia de un adecuado conocimiento de la respuesta de muchos componentes del ecosistema y medio social frente a una acción determinada, la carencia de información detallada sobre algunos componentes del proyecto que pueden ser fundamentales desde un punto de vista ambiental y, por último, el hecho de que, en muchas ocasiones, en la obra se presentan desviaciones respecto al proyecto original que no pueden ser tomadas en cuenta a la hora de realizar el estudio de impacto ambiental.

El impacto puede ocurrir en cualquier componente del ecosistema, ya sea en los elementos bióticos (flora y fauna) o en los abióticos (suelo, agua, paisaje, socioeconómico), o inclusive afectar de manera determinante en los componentes que no se pueden apreciar con facilidad como las cadenas tróficas y los ciclos de varios elementos del ecosistema, los cuales son la base para el desarrollo idóneo del medio ambiente. Es por ello la importancia de definir de manera objetiva todos aquellos elementos del medio ambiente que se verán afectados al ponerse en marcha cualquier proyecto, el cual, durante su ejecución irremediablemente impactará el ecosistema donde este se desarrolle.

De la consideración integral de los factores y características de impactos surge la diversidad de metodologías utilizables. Actualmente, existen varios métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido diseñados para proyectos concretos, impidiendo su generalización. No hay una metodología universal o estándar, es decir, que sirva para proyectos en cualquier medio que se localicen, o para proyectos específicos, aunque resultan válidos debido a la similitud a los que dieron origen al método en cuestión. El método a utilizar en una evaluación de impactos ambientales depende tanto de los factores que se ven afectados como de las acciones o actividades que provocan los impactos. En este sentido, la interacción de acciones-factores de un proyecto es particular, es decir, no se presentará la misma magnitud e importancia de las actividades en el medio en que se desarrolla.



Considerando la naturaleza y el proceso constructivo del proyecto, se optó por emplear una **check list** y una combinación de **matrices de interacción causa-efecto** (cualitativa y cuantitativa) como método de identificación y valoración de los impactos ambientales derivados de las actividades del proyecto. El método de matrices permite identificar los posibles impactos a partir de una visión en conjunto de las interacciones por etapa del proyecto sobre los factores o componentes ambientales y socioeconómicos del entorno. Asimismo, la valoración de los posibles impactos identificados se llevará a cabo por medio de indicadores de impacto, estos permitirán medir la calidad de los factores afectados.

Considerando el programa general de trabajo y las actividades del proyecto, se ha realizado un análisis del proyecto y su relación con el entorno, con la finalidad de identificar aquellas acciones que generen cambios directos o indirectos en algunos de los factores de dicho entorno. Durante el análisis se determinaron los aspectos ambientales que puedan desprenderse de las actividades susceptibles de producir impacto por cada etapa del proyecto, los cuales, además de permitir ver con claridad la relación proyecto-entorno, son una manera de confirmar si la actividad presentará un impacto con magnitud e importancia trascendente; ya que si es imposible determinar un aspecto ambiental de alguna actividad es debido a la inexistencia de una relación con el entorno y, por lo tanto, es oportuno descartar aquellas actividades con bajas posibilidades de generar impactos.

En el Cuadro siguiente se presentan los aspectos ambientales identificados para cada actividad prevista en las diferentes etapas del proyecto, lo cual permitirá definir sobre qué componentes del entorno se producirán efectos o modificaciones, ya sean positivos o negativos. Lo anterior posibilitará establecer indicadores de impacto con el fin de definir el estado inicial de referencia y valorar la magnitud e importancia de los impactos derivados de las actividades y acciones del proyecto sobre los factores de los componentes ambientales.

Cuadro V-1. Check list de las actividades susceptibles de producir impactos sobre el entorno natural

Etapas del proyecto	Actividades	Aspecto ambiental
Preparación del sitio	Recorridos de identificación de flora y fauna silvestre	Emisión de compuestos orgánicos volátiles Dispersión de fauna silvestre
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Dispersión de fauna silvestre
	Delimitación topográfica del polígono del proyecto	Sin afectaciones significantes
	Desmante	Remoción de la vegetación herbácea, arbórea y arbustiva Generación de polvo y ruido
	Despalme del terreno	Generación de polvo, ruido y vibraciones Mortalidad de fauna por atropello vehicular
	Limpieza del área	Generación de polvo y ruido
Construcción	Excavación para bordo iniciador	Generación de polvo y ruido Mortalidad de fauna por atropello vehicular
	Colocación de tubería	Generación de polvo, ruido y vibraciones
	Cimentación del bordo iniciador	Generación de polvo, ruido y vibraciones
	Aplanado del área	Generación de ruido y vibraciones
	Instalaciones hidráulicas, eléctricas	Generación de ruido y vibraciones Emisión de olores
Operación y mantenimiento	Utilización por usuarios	Colocación de residuos mineros Mortalidad de fauna por atropello vehicular
	Mantenimiento de la infraestructura	Emisión de ruido



Etapas del proyecto	Actividades	Aspecto ambiental
Abandono del sitio	Acomodo de material y suavización de taludes	Generación de polvo, ruido y vibraciones
	Limpieza del sitio	Generación de residuos
	Clausura de accesos	Generación de polvo, ruido y vibraciones

Con base en la identificación de los aspectos ambientales, y a través de un barrido sistemático de las acciones y actividades susceptibles de producir impacto, se clasificaron los componentes ambientales que podrían ser modificados en el entorno del proyecto.

Cuadro V-2. Matriz simple de interacción de los componentes ambientales y las etapas del proyecto

ENTORNO DEL PROYECTO		ETAPAS DEL PROYECTO			
Medio	Componente ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Mantenimiento y operación	Abandono del sitio
Abiótico	Clima	X	X	X	
	Atmosfera	X	X	X	X
	Geomorfología	X	X		
	Suelo	X	X	X	
	Hidrología	X	X	X	
Biótico	Vegetación	X			X
	Fauna	X	X	X	
Socioeconómico	Social	X	X	X	X
	Económico	X	X	X	X

El contexto ambiental en el que se desarrolla el Proyecto viene de la línea base desarrollada en el presente numeral, cuya caracterización se realizó utilizando diversos criterios y metodologías, entre las que resaltan:

- Observaciones y estudios de fauna y vegetación realizados en el campo.
- El diseño, construcción y operación del Proyecto.
- Revisión del proyecto técnico y ejecutivo para el manejo de residuos (jales).
- Información censal de datos socioeconómicos.
- Análisis de mapas y planos disponibles del INEGI con respecto a su relación con el proyecto.

Considerando la información aportada en los numerales II, III y IV del presente documento como insumos, la estimación general de los impactos del Proyecto se hizo con base a los siguientes criterios:

- Intensidad de la alteración o perturbación ambiental:
 - ✓ Perturbación alta: cuando el impacto modifica substancialmente su calidad e impide su funcionamiento en forma importante.
 - ✓ Perturbación media: el impacto modifica parcialmente su uso, calidad o integridad.
 - ✓ Perturbación baja: el impacto no supone un cambio perceptible en la integridad o calidad del elemento medioambiental.
- Amplitud del impacto:



- ✓ Amplitud regional: el impacto alcanzará el conjunto de la población del área de influencia o una parte de la misma.
- ✓ Amplitud local: el impacto alcanzará a una parte limitada de la población.
- ✓ Amplitud puntual: el impacto alcanzará a un pequeño grupo de la población.
- Importancia del impacto:
 - ✓ Mayor: cuando se provoca una modificación profunda en la naturaleza o en el uso de un elemento ambiental de gran resistencia y estimado por la mayoría de la población del área de influencia.
 - ✓ Medio: cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental con resistencia media y considerada por una parte limitada de la población del área.
 - ✓ Menor: cuando hay una alteración local de la naturaleza o del uso de un elemento ambiental con resistencia baja y que, repercute en un grupo muy pequeño de la población del área.
- Signo del impacto:
 - ✓ Positivo (+): Cuando los impactos son benéficos.
 - ✓ Negativo (-): Cuando los impactos son adversos.

El Cuadro siguiente se presenta de forma generalizada los impactos esperados para cada componente ambiental bajo el diagnóstico ambiental analizado.

Cuadro V-3. Estimación general de efectos sobre cada componente ambiental

Componente ambiental	Intensidad de la alteración	Amplitud del impacto	Importancia del impacto	Signo
Atmósfera	Baja	Puntual	Menor	-
Geomorfología	Sin impacto	Sin amplitud	Sin importancia	-
Hidrología	Baja	Puntual	Menor	-
Suelo	Baja	Puntual	Menor	-
Flora	Media	Puntual	Media	-
Fauna	Baja	Local	Media	-
Paisaje	Media	Local	Media	-
Infraestructura y servicios	Sin impacto	Sin amplitud	Sin importancia	+
Medio económico	Sin impacto	Sin amplitud	Sin importancia	+

Los impactos actuales corresponden principalmente a los efectos causados por las actividades productivas como la agricultura, la minería, la ganadería y los aprovechamientos forestales de manera doméstica, siendo las principales actividades que tienen mayor interacción con los componentes ambientales.



V.1.1. Indicadores de impacto

A fin de volver más específica y puntual la estimación general de impactos, se deben identificar aspectos característicos y representativos de los componentes ambientales, denominados como Factores Ambientales, de manera que el análisis de las interacciones entre Proyecto y medio ambiente se haga a un nivel de mayor detalle. Tomando como base la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental donde se describen los diferentes componentes o insumos necesarios para la evaluación de la interacción del proyecto con el entorno natural, así mismo se menciona la importancia de la utilización de Indicadores como la principal aplicación que tienen se registra al comparar alternativas, ya que permiten determinar, para cada elemento del ecosistema la magnitud de la alteración que recibe, sin embargo, estos indicadores también pueden ser útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que permiten cuantificar y obtener una idea del orden de magnitud de las alteraciones.

El proyecto que se evalúa, pretende el establecimiento de un depósito para jales filtrados que por el cambio de uso del suelo generara ciertos impactos, por lo que se debe someter a una evaluación y que dicho análisis debe comprender todos los elementos necesarios para que la evaluación se realice de manera explícita.

Los indicadores fueron identificados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ser objetivos.
- Ser representativos del entorno.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- Ser de fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica (ubicables) o de trabajos de campo.
- Ser de fácil cuantificación (mensurables), dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos.
- Con capacidad para determinar el momento en el que se presenta.

De los indicadores identificados se seleccionaron aquellos que potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Extensión: área de influencia en relación con el entorno.
- Complejidad: compuesto de elementos diversos.
- Rareza: no frecuente en el entorno.
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico.
- Naturalidad: natural, no artificial.
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno.
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno.

- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza.
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración.
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor.
- Continuidad: necesidad de conservación.
- Insustituibilidad: imposibilidad de ser remplazado.
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso.
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica.
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural.
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual.
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado.
- Significación: importancia para la zona del entorno.

Cuadro V-4. Indicadores de impacto sobre los factores ambientales

Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental	Unidad de medida
Atmósfera	Calidad del aire	Número de unidades móviles (maquinaria y vehículos)	Número y tipo de maquinaria y vehículo (ejemplo: camión de volteo, retroexcavadora)
		Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras	Material particulado (MP) expresado en μm^3
	Niveles sonoros	Cantidad y tipo de equipos utilizados	Decibeles (dB)
		Presencia humana	Número de operadores
Geomorfología	Topografía	Pendientes	Percepción de la inclinación expresada en Angulo o porcentaje
		Curvas de nivel (corte, excavación, relleno, apilamiento)	M ³ de material removido y/o aportado
Hidrología	Escurremientos superficiales	Grado de infiltración	M ³ /año
		Detección de agentes contaminantes	mg/L de agentes contaminantes
		Evapotranspiración	M ³ /año
Suelo	Potencial de erosión	Superficies estables	Grado o ángulo de inclinación y material propenso inestable (m ³)
		Superficies con potencial	Dimensión expresada en ha o m ²
		Superficies erosionadas	Ton/ha/año
	Propiedades físicas	Cambio en las condiciones físicas del suelo (Profundidad efectiva, textura, permeabilidad, retención de agua, entre otros)	Mg/kg de material base seca de agentes contaminantes
Flora	Distribución espacial y temporal de la	Densidad y abundancia de vegetación	Número de individuos



Componente ambiental	Factor	Indicador Ambiental	Unidad de medida
	vegetación		
	Cobertura vegetal	Superficie a desmontar	Ha o m² por tipo de vegetación
		Tipo de cobertura (abierta, cerrada o dispersa)	M² cubiertos y/o área basal
	Especies protegidas y/o de interés especial	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de ejemplares por especie registrados
		Especies de uso comercial	M³ volumen total
Fauna	Distribución espacial y temporal	Densidad y abundancia de la fauna silvestre	Número de ejemplares registrados
	Hábitat de fauna	Calidad de hábitat	Índice de Calidad
		Conectividad del hábitat	Superficie (ha o m²) con cobertura vegetal
	Especies de fauna protegidas	Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de individuos por especie registrados
		Especies de baja movilidad e importancia ecológica	Cuantificación de ejemplares de fauna silvestre con registro de mortandad
Paisaje	Cualidades estéticas	Calidad visual	Porcentaje de la superficie cubierta por tipo de vegetación
	Continuidad paisajística	Fragilidad visual	Índice de Fragilidad
		Cuenca visual	Compacidad por porcentaje de cobertura vegetal
Infraestructura y servicios	Servicios e infraestructura	Desarrollo de infraestructura	M² intervenidos por instalaciones
		Servicios provistos	Accesibilidad a insumos
	Residuos	Tipos y cantidades de residuos generados	Mg/kg de material base seca de agentes contaminantes
Medio Económico	Desarrollo económico	Número de empleos directos generados	Número de operadores o personal ocupado
		Número de empleos indirectos generados	Número de operadores o personal ocupado
	Uso del territorio para actividades productivas	Nuevas actividades inducidas	Plusvalía del predio
		Uso actual del territorio	Superficie intervenida (ha o m²)

Con la implementación de estos indicadores empleándose como una herramienta de información, acompañados por una buena estrategia de comunicación, ilustran conceptos e información técnica, contribuyendo al entendimiento de los efectos y a que su consideración tome un papel más activo en la solución de los efectos ambientales adversos.

Los indicadores ambientales se han utilizado en diferentes niveles y para diversos fines, entre ellos destacan: servir como herramientas para informar sobre el estado del medio ambiente, evaluar el desempeño de las medidas ambientales y comunicar los progresos en la búsqueda del desarrollo sustentable. No obstante, para que los indicadores cumplan con estas funciones es necesario que cuenten con algunas de las siguientes características.

- Ofrecer una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales y respuestas de la sociedad o gobierno.



- Ser sencillos, fáciles de interpretar y capaces de mostrar las tendencias a través del tiempo.
- Responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas.
- Proporcionar una base para las comparaciones (cuando sea necesario).
- Ser aplicables a escala local o regional, según sea el caso.
- De preferencia, tener un valor con el cual puedan ser comparados.
- Estar teórica y científicamente bien fundamentados.
- Ser capaces de relacionarse con modelos económicos y/o de desarrollo, así como con sistemas de información.
- Estar disponibles con una razonable relación costo/beneficio.
- Estar bien documentados y gozar de calidad reconocida.
- Ser actualizados a intervalos regulares con procedimientos confiables.

La descripción de los posibles efectos significativos es con respecto a los mejores indicadores seleccionados para poder interpretar los efectos directos y los efectos indirectos, secundarios, acumulativos, positivos y negativos del proyecto. Esta descripción debe tener en cuenta los objetivos de protección y equilibrio entre las obras y actividades a desarrollar con el entorno natural que lo puede albergar.

La cuantificación de los efectos significativos de un proyecto sobre el medio ambiente consistirá en la identificación y descripción, mediante datos mensurables, de las variables previstas en los hábitats, las especies afectadas y demás recursos asociados.

Para mejorar la valoración de los impactos es importante relacionar los indicadores seleccionados con los factores ambientales susceptibles de apercebir algún tipo de cambio que pueda manifestarse por la inclusión del proyecto, por lo que se describen a continuación los siguientes factores que mejor se relacionan con las obras y actividades a desarrollar.

Los Factores ambientales seleccionados se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro V-5. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental

Componente Ambiental	Factor ambiental
Atmósfera	Calidad del aire- Material particulado (PST, PM-10)
	Calidad del aire – Emisiones (NOx, SOx, COX)
	Niveles sonoros
Geomorfología	Topografía (inclinación del terreno)
Hidrología	Escurrimiento superficial
	Infiltración
	Propiedades físico-químicas
Suelo	Propiedades físicas



Componente Ambiental	Factor ambiental
	Potencial de erosión
	Cobertura de suelos
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación
	Cobertura vegetal (abundancia)
	Especies de flora protegidas o de interés especial de vegetación
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna
	Hábitat para la fauna
	Especies de fauna protegidas o de interés especial
Paisaje	Percepción escénica
	Continuidad paisajística
Infraestructura y servicios	Servicios e infraestructura para la población de interés
Medio Económico	Desarrollo económico
	Uso del territorio para actividades productivas

Suelo. Este recurso registra un nivel de perturbación moderada, pues ha sido y sigue siendo un elemento importante del desarrollo o subsistencia de los pobladores de la región. Se tendrán impactos considerados en este componente por el despalme que se involucra en las actividades.

Clima. Dadas las características que presenta en la actualidad el sitio, el clima es un elemento que no presentará alteraciones significativas y una vez que se realice el proyecto este componente no recibirá una alteración significativa.

Aire. Durante las etapas del proyecto, este indicador ambiental se verá afectado de manera poco significativa, originado por la emisión de humo, ruido, vibraciones y partículas en suspensión producto del paso de vehículos, de los caminos aledaños en el proyecto, así como de las actividades del movimiento de la maquinaria.

Agua. Durante el desarrollo del proyecto se verificará que no se contaminen los cuerpos de agua y las corrientes aledañas al sitio del proyecto, así como el monitoreo de las características físico-químicas.

Flora. Debido a que para la ejecución del proyecto se tienen contempladas áreas con ausencia o en su defecto poca presencia de vegetación y al mismo tiempo, aunado a las acciones de compensación ambiental este indicador será mitigado en la medida de lo posible.

Fauna. Por las características ecológicas actuales que presentan las áreas propuestas para el presente proyecto, la fauna no se verá impactada de manera significativa por la ejecución del proyecto, de igual manera en el área se observa una diversidad media de aves (grupo más diverso), por lo cual el personal que se encuentre laborando en el proyecto deberá estar informado y concientizado de la importancia de no capturar o dañar algún ejemplar.

Paisaje. En cualquier caso, de impacto al medio ambiente por parte de actividades humanas, este indicador es el más notorio de todos. En base con las características de la flora, uso del suelo y la fisiográfica del área, el presente indicador será poco afectado.



Socioeconómico. Este indicador no traerá consigo impactos negativos relevantes para la población del área del proyecto, en cambio traerá beneficios a los pobladores de la región, como la generación de empleos temporales, proporcionando así una perspectiva de mejora en la calidad de vida.

V.1.2. Criterios y metodologías de evaluación

V.1.2.1. Criterios

Para la elaboración de este proyecto e identificación de impactos se eligió la utilización del Método Battelle-Columbus, donde cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, simulaciones, medidas y estimaciones; lo que propicia una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del proyecto, susceptibles de provocar impactos, así como los impactos ambientales que son provocados en cada uno de los componentes ambientales afectadas, justificando de esta manera su utilización.

Una vez construida la matriz de identificación de impactos, se hace preciso una previsión y valoración de los mismos. En este estado del estudio, se medirá el impacto sobre la base del grado de manifestación cualitativa del efecto, que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del efecto.

Relevantes.- Han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables.

Excluyentes/independientes.- Para evitar redundancias que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.

Fácilmente identificables.- Susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso.

Localizables y cuantificables.- Atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto y deben ser medibles en magnitudes físicas.

Valoración de impactos ambientales

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Para fines de hacer más puntual el análisis sobre los tipos de influencia que ejercerán los elementos del Proyecto sobre los componentes ambientales, a través de las matrices de doble entrada (Factores ambientales vs. elementos del Proyecto), se hace una recapitulación de las principales actividades que se ejecutarán durante el Proyecto, las cuales podrán ejercer en mayor o menor grado, algún tipo de impacto negativo o positivo sobre el sitio y/o Área de Influencia.

- Preparación del terreno

- Desmante y despalme.
- Empleo y mantenimiento de vehículos y maquinaria.

- Construcción

- Excavaciones y movimiento de tierras.



- Construcción y elevación del depósito de jales.
- Adecuación de las obras complementarias.
- Suministro eléctrico y provisión de equipos de bombeo y conductos.
- Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria.

- Operación

- Emisión de ruido, vibraciones y polvos.
- Deposición y compactación de residuos (jales filtrados).
- Mantenimiento de equipos, vehículos y maquinaria.
- Monitoreo de los depósitos y mantenimientos preventivos y correctivos.

- Abandono

- El Proyecto tiene un período de operación de aproximadamente 7 años, por lo que se considera principalmente el colmado del depósito de jal filtrado para llegar a su etapa de abandono, realizando el retiro de equipos e infraestructura, así como la clausura del sitio y su seguimiento final de acuerdo a la NOM-141-SEMARNAT-2003.

V.1.2.2. Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Identificación de impactos

Para la identificación y evaluación de impactos, se hace necesario estudiar previamente las particularidades del medio ambiente, donde se desarrollará el proyecto y de cada uno de sus componentes; así como identificar las acciones derivadas del proyecto, capaces de producir impactos en dichos componentes del medio. Las acciones identificadas responden a los criterios siguientes: que sean significativas (o sea que produzcan algún efecto), que sean independientes y que sean medibles.

De entre las muchas acciones susceptibles a producir impactos, se establecerá una relación definitiva, de acciones susceptibles a producir impactos durante las diferentes fases del proyecto. Existen diversos medios para la identificación de las acciones.

El número de acciones podrá verse aumentado o reducido en aquellos proyectos específicos en los que la lista de acciones resulte demasiado escueta o excesivamente detallada, respectivamente.

El medio ambiente donde se desarrollará el proyecto está constituido por elementos y procesos interrelacionados, que pertenecen a los siguientes subsistemas: abiótico, biótico, socioeconómico y perceptual.

En esta fase llevaremos a cabo la identificación de los factores ambientales con la finalidad de detectar aquellos aspectos del medio ambiente cuyos cambios motivados por las distintas acciones del proyecto en sus sucesivas fases (preparación, construcción, operación y abandono, según corresponda), suponga modificaciones positivas o negativas de la calidad ambiental del mismo.

Los impactos de proyectos de obra o actividad son resultado de la acumulación de impactos de diversa magnitud y alcance, con la consecuente degradación de sus valores naturales.



Como el medio receptor previamente caracterizado tendrá una mayor o menor capacidad de acogida del proyecto; en esta sección se valora dicha capacidad a partir del análisis de los efectos provocados por las acciones del proyecto, susceptibles de producir impactos sobre los factores ambientales.

Los impactos se van identificando al examinar detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio (factores ambientales), así como, la tecnología a emplear en la ejecución del proyecto, los materiales de construcción necesarios, servicios de transporte de carga requerido, soluciones para reducir las emisiones de polvo, las soluciones técnicas para minimizar la erosión y el acarreo de sedimentos por las aguas de escorrentía, entre otros aspectos.

A partir de la caracterización del medio ambiente se identifican los impactos que generará el proyecto sobre cada uno de los componentes del medio ambiente (físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales). Se deben considerar los impactos directos, indirectos o inducidos sobre los componentes del medio. Se deberán destacar los efectos ambientales adversos inevitables.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales fue sustentada en la metodología denominada “Sistema de Evaluación Ambiental”, la cual es también conocida con el nombre de “Método Battelle-Columbus”. El método mencionado permite comparar las alternativas del proyecto mediante una evaluación sistemática a través de la selección de los impactos más dañinos al ambiente. Originalmente la metodología fue creada para evaluar proyectos de fuentes de agua, planes de manejo de agua, caminos y plantas nucleares, no obstante, la metodología es tan versátil que puede ser aplicada a distintos proyectos. De hecho, para la evaluación de las diferentes etapas del proyecto, la metodología fue adecuada con base en la naturaleza del mismo y de las condiciones del sistema ambiental. Cabe señalar que, dentro de la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental establece dicho método como “cuantitativo” y es catalogado por la SEMARNAT como uno de los métodos mejor valorados para su aplicación en la evaluación de impacto ambiental, por lo que es factible su desarrollo en el presente proyecto.

El Método de Battelle-Columbus es una técnica que integra las estimaciones o mediciones de distintos elementos del ambiente en unidades comparables. La técnica compara las alternativas de los proyectos a través de la evaluación sistemática de sus impactos. Como muchas otras técnicas de evaluación de los impactos ambientales estima el grado o intensidad de impacto el cual es ponderado por un valor que está basado en la importancia de los impactos y/o de los parámetros ambientales afectados. De este modo el fundamento principal de la técnica es la aplicación de un sistema de ponderación basado en la “importancia” de los parámetros (elementos del ambiente) y de la significancia (magnitud) de los impactos.

El Sistema de Evaluación Ambiental de Battelle, facilita la comparación de las alternativas del proyecto e incluso, permite comparar las condiciones del ambiente con y sin el proyecto. El sistema provee de una valoración global del proyecto y, además, lo hace en forma sistemática y organizada pues incluye un procedimiento para determinar la contribución de cada elemento ambiental de acuerdo con su importancia en el equilibrio o condiciones generales del ambiente. El procedimiento se realiza a través de una categorización para determinar el aporte proporcional de cada elemento del ambiente.

El proceso de ponderación se inicia con la ordenación en primera instancia y con base en la importancia de cada una de las 4 categorías para el modelo original. El mismo proceso de ponderación se lleva a cabo para los componentes y después para los parámetros. Finalmente, cada

parámetro tiene asignado un valor que resulta de la distribución de 1,000 unidades de importancia, de acuerdo con su contribución.

Posteriormente, a los parámetros se les asigna un valor de calidad ambiental con proyecto y sin proyecto o para cada alternativa. Este proceso implica la transformación de los valores originales de los parámetros ambientales o indicadores de impacto a valores en unidades conmensurables, en una escala de 0 a 1, que representa el Índice de Calidad Ambiental (ICA).

Efectuando la suma ponderada de los factores, se obtiene el valor de cada componente, de cada categoría y el valor ambiental total. Este sistema se aplica tanto al escenario con y sin proyecto, como a las alternativas.

Los elementos de la metodología son:

- a) Unidades de Importancia de los Parámetros (UIP).
- b) Magnitud de los impactos determinada por:
 - Índices (valores) de la Calidad Ambiental (CA).
 - Indicadores de impacto de los parámetros.

La “importancia” de los parámetros es evaluada por diferentes especialistas y el valor final de la importancia de cada parámetro es una evaluación ponderada de cada especialista. Los parámetros listados de acuerdo con su importancia varían desde 1 hasta 1,000 unidades. Otra actividad importante consiste en definir las funciones (curvas, líneas) de calidad ambiental para cada uno de los parámetros. La calidad ambiental está determinada por una escala de 0 a 1. De manera gráfica los pasos a seguir para llevar a cabo el Sistema de Evaluación Ambiental de Battelle, se muestran a continuación.

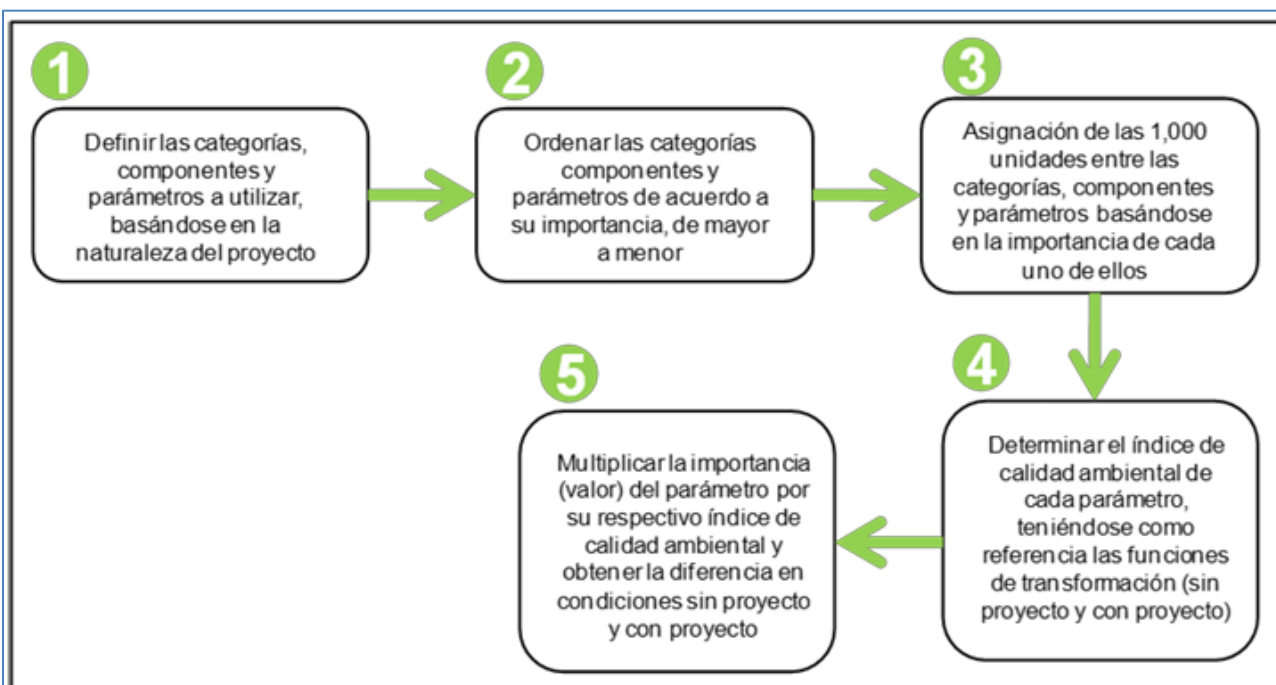


Figura V-1. Secuencia general del proceso de evaluación de impactos de acuerdo con el método Battelle



Indicadores de Impacto y unidad de medida cuantitativa:

En primer lugar, es necesario seleccionar y/o definir a través de los componentes ambientales considerados, los indicadores capaces de medirlos, la unidad de medida y la magnitud de los mismos, transformando estos valores en magnitudes representativas, no de su alteración, sino del impacto sobre el ambiente.

Se entiende como indicador de un componente ambiental la expresión por la que es capaz de ser medido. La determinación de la magnitud del impacto con el empleo de indicadores contempla desde los componentes directamente cuantificables hasta los cualitativos en donde se emplean criterios subjetivos.

Lógicamente, si un componente es mensurable, los efectos producidos por las acciones que actúen sobre él, lo serán de la misma manera. El proceso de valoración cuantitativa se realiza en dos pasos consecutivos:

1. Cuantificación de efectos en unidades heterogéneas, inconmensurables: magnitud del efecto.
2. Transformación de estos valores a unidades de impacto ambiental homogéneas y, por tanto, comparables (conmensurables).

Magnitud del impacto en unidades inconmensurables:

La predicción de cada efecto es una tarea desarrollada por especialistas en el factor o componente ambiental en que incide.

Establecido el indicador para cada componente, la unidad de medida queda automáticamente delimitada en virtud de la definición del propio indicador. Naturalmente, los efectos sobre el medio vendrán medidos en unidades heterogéneas y por tanto, sin posibilidad de comparación entre las de los distintos componentes, ni de adición o sustracción de manera directa (magnitudes inconmensurables ó incomparables).

Funciones de transformación:

Al estar medidas las magnitudes en unidades heterogéneas, no se pueden cuantificar resultados globales, tales como el impacto total que sobre un componente ambiental, sobre un subsistema o sistema, o el impacto total que sobre el ambiente ejerce la actividad en su conjunto.

En esta fase el proceso de evaluación, una vez determinado el valor en magnitud (en unidades inconmensurables) del indicador del impacto sobre un componente considerado, se hace necesaria su transformación en el índice de calidad que dicha magnitud representa, en cuanto a estado ambiental del indicador. En otras palabras, el proceso consiste en referir todas las magnitudes de los efectos a una unidad de medida común a la que se denomina unidad de valor ambiental o más propiamente dicho de calidad ambiental (CA).

Para ello, la metodología utiliza la técnica de las funciones de transformación (ITGE, 1991; Gómez o, 1992; Conesa, 1995), que relaciona la magnitud de cada componente (o su correspondiente indicador), medida en unidades propias de cada uno de ellos, y su calidad ambiental expresada ya en unidades comparables.

$$CA_j = f(M_j)$$

Donde: CA = Calidad Ambiental; M = Magnitud del impacto recibido

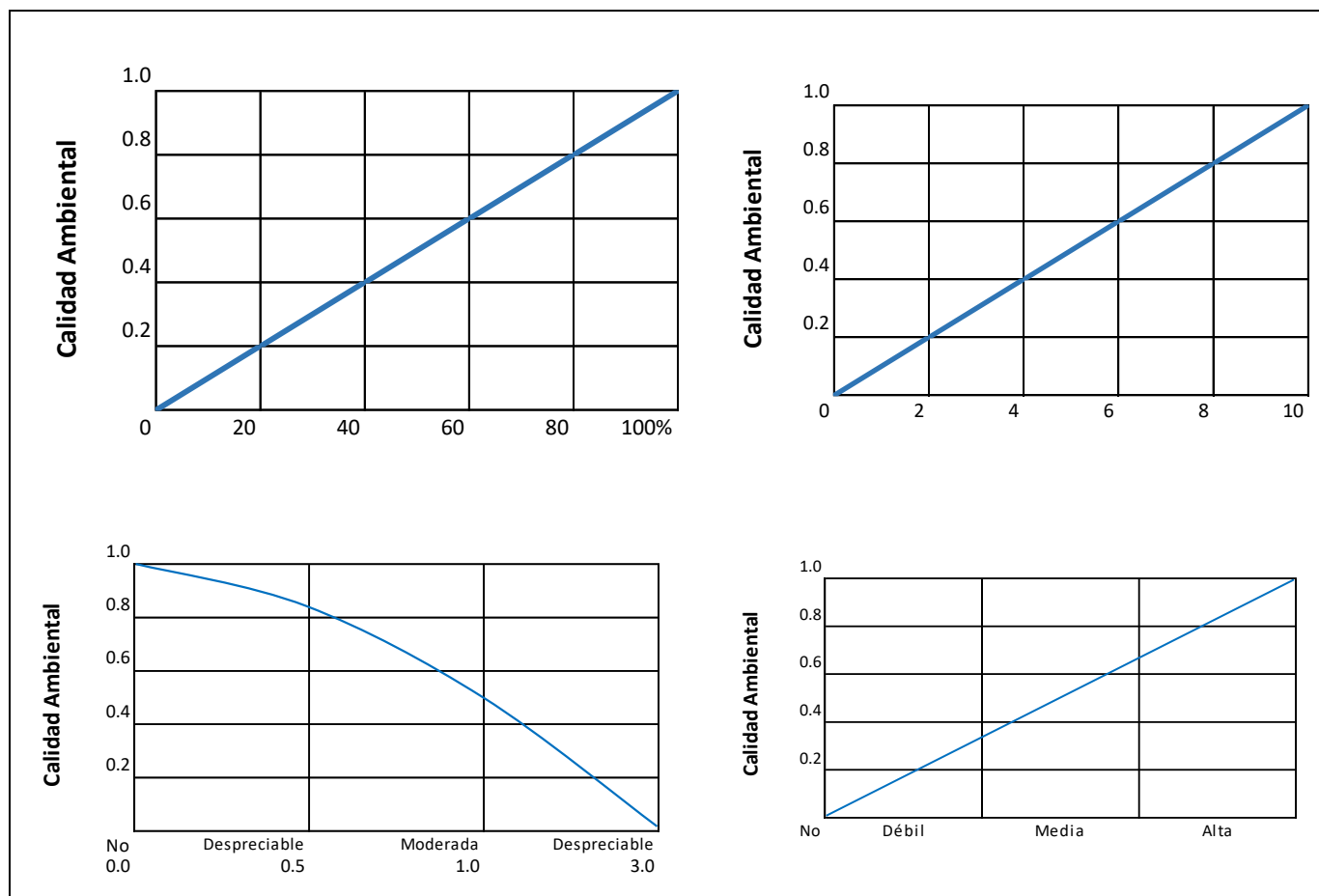


Figura V-2. Graficas para funciones utilizadas

La función de transformación también expresa la relación para cada componente ambiental, entre su magnitud en unidades incommensurables y la calidad ambiental que convencionalmente se hace variar entre 0 y 1.

Cuantitativamente, para obtener valores de calidad comparables, al extremo óptimo de calidad ambiental se le asigna el 1 y al más desfavorable el 0, quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir estados de calidad del factor ambiental. En ordenadas, se sitúa la calidad ambiental, y en el eje de las abscisas los valores de la magnitud, se traslada al valor de CA por medio de la línea representativa de la función de transformación. Una vez obtenidos los valores de magnitud de los efectos para cada factor ambiental, bastará con llevar estos datos al eje de las abscisas de las correspondientes funciones de transformación; obteniéndose en ordenadas el valor de calidad ambiental.

Magnitud del impacto en unidades homogéneas:

Como el impacto sobre cada factor lo produce un conjunto de acciones inherentes a cada proyecto, habrá que estudiar la CA que existía sin que las acciones actuarán sobre el medio (situación inicial), y la que existirá con las acciones actuando. La diferencia entre la CA que existe con el proyecto funcionando (situación final) y la que existía en la situación inicial sin proyecto (situación pre-operacional), “CON-SIN” nos da la magnitud del impacto en unidades conmensurables, de acuerdo



con el principio básico del método. De ese modo se calcula la magnitud para cada uno de los impactos identificados.

V.1.2.3. Descripción y evaluación de los impactos identificados

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto fue el método del Instituto Battelle-Columbus, el cual permite la evaluación cuantitativa de los impactos implicados en un proyecto. Es método de carácter global y sistemático, también incluido en las propuestas metodológicas de varios autores (ver Esteban B, 1989; Gómez Orea, 1982; ITGE, 1991; Santiago G. Alonso y otros, 1987, Westman, 1987).

El método de Battelle-Columbus esencialmente consiste en utilizar un sistema de unidades homogéneas para todos los factores del ambiente, denominado índice de calidad ambiental (ICA) que puede tener valores entre 0 y 1. Cada parámetro es valorado en esta escala, asignando el valor de 1 si posee la máxima calidad ambiental (de acuerdo con criterios predefinidos) y 0 cuando su deterioro es total; todos los valores entre 0 y 1 corresponden a los valores de calidad ambiental.

En resumen, el método se justifica por proveer una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limita en gran medida la subjetividad al considerar por separado los aspectos de manifestación no cuantitativa de los impactos para determinar la importancia y, la cuantificación de efectos conmensurables para determinar la magnitud, la interpretación de los resultados, por su tratamiento numérico es objetiva y fácil de comunicar.

Cuadro V-6. Relación de los impactos benéficos identificados

Factor	Impacto potencial
socioeconómico	El impacto benéfico a la infraestructura y servicios consiste en la mejora de procesos para el manejo de jales. Esto permitirá reducir la presión sobre algunos recursos naturales que se aprovechan de manera muy común en el área. De igual manera se menciona la ocupación de mano de obra no especializada.
Desarrollo económico	Todas las actividades del proyecto requieren de mano de obra calificada y no calificada. Por lo que se espera que la población local tenga un mayor acceso al empleo durante el tiempo de ejecución del proyecto.
Inducción de nuevos usos del suelo	La formación del proyecto provocará que las actividades productivas actuales se incrementen. Sin embargo, representará una oportunidad de generación de empleos y nuevas formas de oportunidad basadas en un ambiente sustentable. Esto implica un potencial para los servicios que se puedan generar, alojamiento y otros bienes relacionados.



Cuadro V-7. Matriz de resultados de la evaluación con el Método Battelle-Columbus

Categorías, componentes, y parámetros del Sistema de Evaluación Ambiental de Battelle											
(1)	(2)	(3)	(4)							(5)	(6)
Categorías	Componentes	Parámetros	Unidad de Importancia de Parámetro (UIP)								
			Parámetros	ICA		Impacto Total		Cambio Neto	Señales de alerta	Por Componente	Por Categoría
				Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto				
Ecología	Especies y Poblaciones	3. Vegetación natural terrestre	120	0.6	0.8	72.00	96.00	-24.00	Aceptable	170	410
		1. Consumidores terrestres	30	0.2	0.2	6.00	6.00	0.00	Aceptable		
		5. Aves terrestres de cabecera de cuenca	20	0.6	0.8	12.00	16.00	-4.00	Aceptable		
	Hábitats y comunidades	12. Uso de la tierra	60	0.6	0.8	36.00	48.00	-12.00	Aceptable	190	
		13. Especies terrestres raras y en peligro	40	0.1	0.2	4.00	8.00	-4.00	Aceptable		
		14. Diversidad de especies terrestres	90	0.5	0.6	45.00	54.00	-9.00	Aceptable		
	Ecosistemas	Ecosistema	50	0.4	0.6	20.00	30.00	-10.00	Aceptable	50	
Contaminación Ambiental	Agua	19. Pérdidas hidrológicas en la cuenca	30	0.4	0.6	12.00	18.00	-6.00	Aceptable	30	295
	Aire	33. Monóxido carbono	35	0.4	0.6	14.00	21.00	-7.00	Aceptable	115	
		34. Hidrocarburos	35	0.4	0.6	14.00	21.00	-7.00	Aceptable		
		36. Partículas	40	0.6	0.8	24.00	32.00	-8.00	Aceptable		
		39. Otros (residuos)	5	0.4	0.6	2.00	3.00	-1.00	Aceptable		
	Tierra	40. Uso de la tierra	25	0.5	0.6	12.50	15.00	-2.50	Aceptable	110	
		41. Erosión del suelo	85	0.4	0.6	34.00	51.00	-17.00	Aceptable		
	Ruido	42. Ruido	40	0.2	0.6	8.00	24.00	-16.00	Aceptable	40	
Aspectos Estéticos	Tierra	43. Material geológico de superficie	20	0.4	0.6	8.00	12.00	-4.00	Aceptable	20	205

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”



Categorías, componentes, y parámetros del Sistema de Evaluación Ambiental de Battelle											
(1)	(2)	(3)	(4)							(5)	(6)
Categorías	Componentes	Parámetros	Unidad de Importancia de Parámetro (UIP)								
			Parámetros	ICA		Impacto Total		Cambio Neto	Señales de alerta	Por Componente	Por Categoría
				Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto				
	Aire	46. Olor y aspecto visual	5	0.2	0.4	1.00	2.00	-1.00	Aceptable	35	
		47. Sonidos	30	0.2	0.4	6.00	2.40	3.60	Aceptable		
	Biota	54. Animales silvestres	25	0.2	0.4	5.00	10.00	-5.00	Aceptable	120	
		55. Diversidad de tipos de vegetación	45	0.4	0.6	18.00	27.00	-9.00	Aceptable		
		56. Variedad entre los tipos de vegetación	50	0.2	0.3	10.00	15.00	-5.00	Aceptable		
	Objetos producidos por el hombre	57. Objetos producidos por el hombre	10	0.8	0.2	8.00	2.00	6.00	Aceptable	10	
	Composición	59. Singularidad	20	0.6	0.8	12.00	16.00	-4.00	Aceptable	20	
Interés humano	Paquetes educativos/científicos	61. Ecológicos	20	0.6	0.8	12.00	16.00	-4.00	Aceptable	90	90
	Patrones de vida	76. Oportunidades de empleo	50	0.8	0.2	40.00	10.00	30.00	Aceptable		
		78. Interacción social	20	0.8	0.2	16.00	4.00	12.00	Aceptable		
Suma total de unidades de importancia de parámetros (UIP)											1000
SUMATORIA DEL TOTAL			1000			451.5	559.4	-107.9			
ÍNDICE DE CALIDAD								-23.90%	Aceptable		



V.1.3. Definición de los parámetros:

Vegetación natural terrestre. La vegetación que se pretende intervenir por medio del retiro de la vegetación, específicamente sobre una superficie de 3.555 ha con la finalidad de mejorar la utilización del terreno con fines de establecer infraestructura (depósito de jales) dentro del ámbito minero en la zona donde se encuentra inmerso el proyecto. la mayoría de las especies que componen la riqueza de la flora silvestre registrada se pueden considerar de carácter común o muy frecuente, incluso algunas se caracterizan de interés comercial para la obtención de diferentes productos de la madera como materia prima principal.

La vegetación del área por intervenir está compuesta por Bosque de Pino-Encino (de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, INEGI). Cabe señalar que las especies que se pretenden retirar no cuentan con alguna categoría de riesgo, no obstante, se propone una reforestación con la finalidad de compensar la afectación por el retiro de la cubierta vegetal en la superficie propuesta. Tomando en consideración la naturaleza del proyecto, es inevitable el retiro de los individuos para el acondicionamiento del área. El impacto sobre este parámetro se considera directo y de forma permanente. Es importante señalar que al término de la vida útil del depósito se pretende restaurar el área con la aportación del suelo fértil, entre otras actividades para propiciar el establecimiento de una cubierta vegetal protectora sobre el sitio del proyecto con la finalidad de disminuir gradualmente efectos adversos como la emisión de partículas y erosión de los taludes.

Consumidores terrestres. Es común encontrar información que describe un buen manejo de los recursos y su relación intrínseca en los procesos naturales, ya que uno de los objetivos del proyecto se refiere a mantener un equilibrio entre las actividades productivas y el entorno natural, con la finalidad de hacer sustentable el uso del suelo forestal. Los procesos mencionados se dan principalmente en los componentes bióticos que requieren de ciertos insumos para su desarrollo y subsistencia. Lo que se busca es mantener el nivel de dichos insumos dependiendo de la intervención se optara por la implementación de estrategias compensatorias, preventivas o de mitigación.

Aves de cuenca. La riqueza observada dentro del grupo faunístico más representativo y diverso dentro de la hornitofauna que fue registrada en el monitoreo realizado al SA, detectando algunas especies con alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que si bien se pueden registrar en el proyecto y área de influencia debido a sus hábitos de desplazamiento aun con las actividades antropogénicas en la zona, ya que por su movilidad mantienen una distancia prudente a la presencia humana minimizando cualquier afectación a su integridad física.

Si bien es cierto que los efectos de las actividades productivas que se desarrollan en la zona y el ruido que esto genera ahuyenta temporalmente a la mayoría de las especies, mas no las desplaza del lugar de manera definitiva, ya que se ha observado que algunos ejemplares de fauna se han acostumbrado a la presencia humana, manteniendo su distancia como se mencionó anteriormente, pero ubicándose dentro de su ámbito hogareño, por lo que se estima que este parámetro se verá influenciado de manera poco significativa.

Uso de la tierra. El impacto sobre el uso del suelo actual, es relativamente bajo por las siguientes razones: primero, la condición del proyecto y su porcentaje dentro del SA tienen una influencia relativamente baja, lo que hace compatible el uso del suelo con el presente proyecto. Ya que en otros puntos se ha establecido infraestructura minera.



Especies terrestres raras y en peligro. Las actividades para el acondicionamiento del área se desarrollarán dentro de una superficie de 3.555 ha., donde se han registrado la presencia de especies de fauna silvestre con una categoría de riesgo por su importancia ecológica. Lo anterior indica que la composición de la diversidad de la fauna en sus diferentes grupos cuenta con la presencia de especies de alto valor ecológico, como característica de una condición favorable en cuanto a los factores que comprenden el ecosistema.

Es importante señalar que se implementarán medidas preventivas para la conservación de estas especies, principalmente para los reptiles, ya que son los más vulnerables a ser afectados por las actividades a desarrollar dentro del proyecto.

Diversidad de especies terrestres. Los mayores impactos a este parámetro se presentan en la preparación del proyecto debido a la generación de ruido y al derribo de la cubierta vegetal en la superficie autorizada. La valoración que se le asigna al este parámetro se basa en la composición media de la riqueza de sus especies y en la interacción con el proyecto, se modificarían principalmente la frecuencia relativa por el ahuyentamiento temporal que generarían las actividades a desarrollar. Se considera un impacto poca significancia, se plantea de manera gradual permitiendo el libre desplazamiento de las especies de fauna silvestre hacia puntos que aún no serían intervenidos y reiterando el comentario anterior respecto a la asimilación de la fauna a este tipo de actividades en su entorno que no ha generado su ausentismo o desplazamiento definitivo. Cabe señalar que las especies de vegetación silvestre a retirar no se encuentran bajo alguna categoría de riesgo para su conservación.

Ecosistemas. Este parámetro se definió darle un valor dentro de la evaluación por la importancia que tiene como integrador de los componentes y procesos que en él se presentan, por lo que es importante considerarlo dentro de la presente evaluación. Su valoración se relaciona con la integración de la diversidad de especies, el uso del suelo y los tipos de vegetación, principalmente, definiendo un grado bueno de conservación que disminuiría de manera poco significativa, ya que el proyecto pretende compensar el área intervenida con el establecimiento de una reforestación, lo que originaría menores cambios drásticos tanto en la composición del ecosistema como en sus procesos naturales.

Perdidas hidrológicas de la cuenca. De acuerdo con la literatura, la relación que tiene la cubierta vegetal con el balance hídrico (evapotranspiración, precipitación escurrimiento e infiltración) viene recalcar la importancia de esta estrecha relación, no obstante, los procesos hidrológicos se estima que no se verán afectados significativamente, ya que no se pretende cambiar drásticamente la estructura horizontal y vertical de la vegetación, por ser un proyecto de carácter puntual y no lineal o extenso. No obstante, se deberá programar una reforestación con un mínimo de densidad de 1,000 plantas/ha, por lo que los efectos que genera la disminución de la cobertura vegetal dentro del SA serán temporales.

Monóxido de carbono. Este parámetro fue considerado en la evaluación de los impactos, por la generación de emisiones que se presentan en la utilización de maquinaria, vehículos y equipos, ya que estos tienen un funcionamiento mediante la combustión interna de hidrocarburos emitiendo gases contaminantes. Estos equipos y vehículos se utilizan en las diferentes etapas del proyecto, aun mas en la construcción/operación, que es donde se manifiestan la mayoría de los impactos adversos.



Hidrocarburos. Este parámetro se relaciona al proyecto igualmente que el anterior, toda vez que la utilización de hidrocarburos para la movilización y funcionamiento de equipos, vehículos ligeros y maquinaria que requieren de este insumo, generan emisiones a la atmosfera por lo que se deberá establecer un mantenimiento preventivo a los equipos involucrados con la finalidad de mantener su funcionamiento bajo las mejores condiciones, tratando de disminuir la generación de dichas emisiones.

Partículas. El material particulado (MP) se genera principalmente del movimiento de los vehículos sobre los accesos hacia el sitio del depósito, por lo que es recomendable circular a baja velocidad para disminuir la cantidad de partículas en suspensión. Durante el acomodo del material (jal filtrado) también se genera cierta cantidad de MP, considerando el impacto de este parámetro con una manifestación temporal, aunque en la valoración del parámetro se le otorgo una cantidad considerable en base a la magnitud que se puede apreciar cuando los vehículos circulan en las áreas limítrofes, que si bien es momentánea puede alcanzar varios metros a los costados de los caminos hasta asentarse las partículas, dependiendo también de las condiciones climáticas.

Otros (residuos). Es importante considerar la generación de algunos residuos dentro del proyecto, sobre todo de carácter domestico durante la preparación de alimentos, como del mantenimiento de los vehículos, maquinaria y equipos que pueda darse de manera emergente para continuar con las actividades de preparación del área y transporte del jal hasta el depósito.

Erosión del suelo. Uno de los parámetros de mayor relevancia es sin duda es la perdida de suelo a causa de la modificación de la cobertura vegetal protectora, que si bien, donde se reduce la cobertura vegetal en una superficie de 3.555 ha, lo que puede exponer al suelo a los agentes degradantes de la capa superficial.

Se estima que la erosión actual se encuentra en 6.4641 ton/ha/año y que pudieran incrementarse a 919.8893 Ton/ha/año por la intervención en la superficie propuesta. Este efecto se manifestaría de manera temporal (durante la preparación del sitio), toda vez que como se mencionó anteriormente la superficie seria cubierta por los materiales descritos en el Capítulo II del presente documento.

Ruido. La principal unidad de medida de este parámetro se registra en decibeles (dB), incluso su monitoreo se relaciona con algunas Normas Oficiales Mexicanas que regulan este tipo de emisiones, por lo que su interacción con el entorno será debidamente registrada con la finalidad de dar cumplimiento a los preceptos normativos aplicables, como a los términos y condicionantes que la autoridad considere necesarios.

El impacto que se generará por la emisión de ruido será de manera temporal, específicamente durante las jornadas de trabajo. Cabe destacar que el impacto por ruido se presentará de manera paulatina de acuerdo al programa operativo que sea planeado por el personal operativo, ya que se considera intervenir la superficie del proyecto de manera gradual.

Material geológico de superficie. Algunas actividades que se realizarán durante la preparación del proyecto implican la excavación en el sitio para incrementar el volumen a depositar y afianzar la estabilidad de la estructura, así como recolectar el suelo fértil que sea retirado con la finalidad de utilizarlo en la restauración del sitio.



El valor asignado al presente parámetro se basa en la magnitud puntual y la importancia a largo plazo que se considera para los efectos adversos que se presentarían.

Olor y aspecto visual. Como se mencionó anteriormente, se presentará la generación de emisiones de ruido, gases y material particulado que se podrá apreciar en las áreas de avance o de trabajo, que dentro de la categoría de Aspectos Estéticos podría generar una disminución en la apreciación o visualización del entorno natural, disminuyendo la calidad visual del paisaje por la inclusión de un contraste puntual en el entorno natural, ya que son de los efectos más comunes observar en áreas boscosas.

Sonidos. Al igual que la consideración con el parámetro “Ruido” dentro de la categoría de Contaminación Ambiental, los sonidos que se generen de la operación dentro de las actividades propias del proyecto se manifiestan de manera temporal, aunque en algunos casos se pueda percibir una emisión considerable solo dura unos cuantos minutos, por la operatividad de vehículos y maquinaria, este parámetro se detectará en los frentes de trabajo y no afectará por completo toda la superficie del área de influencia.

Animales silvestres. Al igual que la categoría de Ecología, el presente parámetro se considera dentro de la composición o riqueza de especies que se hacen presentes y que de alguna manera su apreciación en el entorno tiende a ser parte de la valoración de la calidad visual que se integra por conceptos mensurables para minimizar la subjetividad de su valor.

Diversidad de tipos de vegetación. La vegetación constituye uno de los componentes fundamentales de los paisajes naturales, que en la percepción paisajista se acompañan de elementos complementarios tales como la luminosidad, la nubosidad, el agua o la geomorfología. Ahora bien, los paisajes sufren transformaciones, normalmente debidas a la acción del hombre, muchas de ellas ligadas a la tradición y a la cultura del territorio o uso del suelo, a veces suaves, otras radicales. Estas acciones humanas sobre los paisajes que se integran por la estructura horizontal y vertical de la vegetación introducen elementos accesorios como son los cultivos, las construcciones o los animales (ganadería). Todo este conjunto de lo natural y lo antrópico, de lo perceptible y lo oculto, conforman la variedad paisajística que se puede contemplar en cualquier.

La importancia de la vegetación en el paisaje se manifiesta de muy diferentes maneras, ya que la presencia de un tipo u otro dependerá de las condiciones ambientales que le rodean, es decir de la clase de suelo, del clima, del terreno, etc., pero siempre los bosques, matorrales, pastizales o pequeñas y aparentemente insignificantes comunidades, darán una gran información sobre los paisajes que se perciben.

Variedad entre los tipos de vegetación. De acuerdo con la valoración que se realizó al componente Paisaje dentro del presente documento, en específico en el cuadro IV-24 donde se presentan los tipos de vegetación que componen la cuenca visual. Donde se realizó la delimitación de una superficie para el análisis de los aspectos estéticos en el proyecto por aprovechar con la finalidad de obtener datos numéricos que ayuden a obtener resultados cuantitativos sobre este análisis.

El paisaje es un conjunto de ecosistemas que guardan una enorme información y en ellos las plantas y por tanto la vegetación, como únicos componentes autótrofos, son parte fundamental en el funcionamiento de los mismos. En este sentido la consideración de los diferentes tipos de flora



silvestre obtiene un valor un tanto superior al parámetro anterior, ya que la integración de elementos del mismo orden (flora) pero que difieren en su composición (desde herbáceas hasta arbóreas) erogan mayor importancia cualitativa y mensurable al aspecto estético perceptible.

Objetos producidos por el hombre. Este parámetro tiene la finalidad de considerar el bien o servicio que se obtiene, en este caso, se parte del recurso forestal y su cambio. Ya que esto deriva de unos de los objetivos de realizar la modificación al uso del suelo en terrenos forestales.

Singularidad. Las características de este parámetro obedecen principalmente a la zona donde se encuentra inmerso el proyecto, ya que la sierra o bosque templado frío posee particularidades que lo consideran con una calidad alta (como se definió en el análisis del cuadro IV-38). Aunado a lo anterior se considera que, dentro de la singularidad del entorno, se tiene la capacidad de resiliencia por parte del paisaje de asimilar las intervenciones pretendidas, siempre y cuando no se sobrepase su capacidad de carga. Así como la restauración del sitio una vez que se cumpla su vida útil.

Ecológicos. La consideración del presente parámetro es necesaria toda vez que el proyecto se encuentra inmerso en una zona con un estado de conservación moderado (esto por los aprovechamientos forestales de la comunidad), y el análisis de los recursos naturales que puedan ser susceptibles de su utilización o aprovechamiento, así como el cumplimiento de los Criterios Ecológicos establecidos en el Ordenamiento Estatal.

Oportunidad de empleo. Se considera que la fuente de empleo más importante de la zona donde se encuentra el proyecto, es el requerimiento de mano de obra para los aprovechamientos mineros, en consideración de que el proyecto se encuentra en uno de los distritos mineros estatales más importantes y la relevancia de realizar un buen manejo de sus recursos implica la ocupación de personal que esté relacionado con las actividades que se deben desarrollar.

Interacción social. Al igual que el parámetro anterior, las relaciones sociales que se dan a partir de las actividades productivas y del tipo de recurso natural que se beneficie por parte del promovente para mantener una relación de sustentabilidad que se verá reflejada en la conservación de dichos recursos, así como el cumplimiento socioeconómico que esto implica para satisfacer las expectativas u objetivos del proyecto, considerando la opinión de las personas físicas, morales, organizaciones e incluso gobierno o autoridades competentes en la materia.

La evaluación anteriormente descrita resulta del análisis de los impactos generales que se consideran por la realización de obras y actividades propias del proyecto, no obstante es importante mencionar que el equipo multidisciplinario encargado de la elaboración del presente Manifiesto de Impacto Ambiental ha considerado una *evaluación en particular* de algunos conceptos que se consideran importantes de abordar dentro de algunos parámetros analizados con la finalidad evaluar la particularidad de ciertos impactos ambientales, sin quitarle la importancia de la evaluación anteriormente desarrollada para el proyecto en general, ya que por la metodología empleada se podría crear una confusión en cuanto a los términos utilizados en cada metodología por lo que se optó por realizar el siguiente análisis en particular de ciertos efectos adversos que se puedan presentar.

Dentro del parámetro denominado “Perdidas hidrológicas en la Cuenca (19)”, es importante considerar las posibles consecuencias de la *Contaminación del agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras*, esto por la relación intrínseca que se tiene entre cualquier suceso negativo y la influencia



sobre los escurrimientos superficiales que componen la cuenca hidrológica. Cabe mencionar que, si bien en el sitio del proyecto no registraron dichos escurrimientos, cualquier afectación puede trascender mayormente en la temporada de lluvias por el arrastre de partículas.

En segundo caso, dentro del parámetro “Erosión del suelo (41)” se analizará la *Erosión hídrica y eólica inducida por las excavaciones y movimiento de tierras*, con la finalidad de evaluar dichos efectos y proyectar el grado de magnitud que estos tendrían de llevarse a cabo el proyecto.

Seguido de lo anterior, dentro del Parámetro “Diversidad de especies terrestres (14)” se ha considerado evaluar particularmente la *Modificación en la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto*, dados los efectos principalmente por el retiro de vegetación en una porción de espacio dentro del entorno.

Dentro del Parámetro denominado “Uso de la tierra (12)” cabe la posibilidad de profundizar sobre el efecto en la *Modificación de la conectividad del hábitat en el área de influencia del proyecto*, esto debido al cambio de uso del suelo y la inclusión de infraestructura de manera puntual que trasciende sobre los recursos bióticos, principalmente sobre el desplazamiento de la fauna.

Por último, en el Parámetro “Singularidad (59)” se ha considerado evaluar en específico la *Modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto*, derivado de la inclusión de infraestructura en contraste con la composición vertical y horizontal de la condición actual del sitio del proyecto.

Con la finalidad de darle mayor certeza a los valores que se desprenden del análisis a estimar en los tres posibles escenarios, se ha considerado utilizar la misma metodología expuesta en el Capítulo V del Manifiesto de Impacto Ambiental que se presentó para el respectivo proyecto. Lo anterior en consideración del análisis bajo el esquema de los posibles escenarios en los siguientes impactos:

- a) Contaminación de agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras.
- b) Erosión hídrica y eólica inducida por las excavaciones y movimiento de tierras.
- c) Modificación en la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto.
- d) Modificación de la conectividad del hábitat en el área de influencia del proyecto.
- e) Modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto.

Recalcando que esta evaluación no reduce el valor o suple a la evaluación desarrollada con anterioridad para el proyecto en general. El siguiente paso en la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales es la valoración de los impactos detectados para determinar su significancia. Esta etapa del proceso se basa en la aplicación de las definiciones y disposiciones del marco jurídico que regula este procedimiento (LGEEPA y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental). Según se aprecia en el cuadro siguiente, cada uno de los impactos mencionados, cumple al menos con uno de los supuestos del REIA.



El análisis deriva del ejercicio complementario de valoración, basado en los cinco atributos de impacto, de los diez propuestos por Gómez Orea (2002), descritos en el cuadro Atributos de impacto para determinar significancia (Cuadro siguiente).

El procedimiento valora los impactos que son destacables por el efecto que pudieran llegar a ocasionar sobre algún factor del ambiente. A los impactos que alcanzan los puntos más altos se les denomina “impactos destacables”, equivalentes a “impactos significativos” en los términos de la definición del Artículo 3º Fracción IX del REIA.

Cuadro V-8. Atributos de impacto para determinar la incidencia

Atributo	Carácter de los atributos	Interpretación	Valor (Intensidad)
Inmediatez	Directo	Es el efecto que tiene repercusión inmediata sobre el ambiente	3
	Indirecto	Cuando deriva de un efecto primario	1
Acumulación	Simple	Se manifiesta en un solo factor del ambiente y no representa efectos secundarios	1
	Acumulativo	Es aquel que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.	3
Momento	Corto	Es el que se manifiesta en el período inmediato posterior al desarrollo de la acción que lo desencadena.	3
	Mediano	Es el que se presente varias semanas o meses después del desarrollo de la acción que lo desencadena	2
	Largo plazo	Es el que se genera un año o más, después de que se ejecuta la acción que lo genera.	1
Persistencia	Temporal	El efecto tiene una alteración de duración definida	1
	Permanente	Tiene una duración indefinida	3
Reversibilidad	Corto	Puede ser asimilado por los procesos naturales en plazos menores a una semana	1
	Mediano	No puede ser asimilado de inmediato, tardan varias semanas en desaparecer las manifestaciones del efecto.	2
	Largo plazo o no reversible	Las manifestaciones del efecto tardan un año o más en desaparecer.	3

El significado de cada criterio se detalla a continuación:

Inmediatez (I): Directo o Indirecto. El efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.

Acumulación (A): Simple o Acumulativo. Efecto simple es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.



Momento (M): En que se produce: corto, mediano y largo plazo. Efecto a corto, mediano o largo plazo, es el que se manifiesta en un ciclo anual, antes de cinco años o en un periodo mayor, respectivamente.

Persistencia (P): Temporal o Permanente. Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida, mientras el temporal permanece un tiempo determinado.

Reversibilidad (R): Reversible o Irreversible. Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras el irreversible no puede serlo o sólo después de un largo tiempo.

Con el uso de los valores de estos criterios se determinó la destacabilidad de cada impacto. Para ello se procedió a determinar el índice de incidencia de cada uno de ellos. El índice de incidencia se define como la severidad y forma de la alteración que provoca el impacto, la cual viene definida por la serie de atributos mencionados con anterioridad que caracterizan dicha alteración.

A los impactos negativos identificados se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante la siguiente metodología:

1. Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, *momento* en corto, mediano y largo plazo,
2. Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo (3) para la más desfavorable y un mínimo (1) para la más favorable; así para el ejemplo anterior *momento*, corto plazo 3, mediano plazo 2, largo plazo.
3. El índice de incidencia (I) de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple, que se muestra a continuación. El valor se obtiene a través de la suma ponderada de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala, lo anterior requiere atribuir pesos específicos a los atributos considerados como "definitorios de la significancia". Toda vez que en este ejercicio se utilizaron cinco atributos (Inmediatez (In), Acumulación (A), Momento (M), Persistencia (P) y Reversibilidad (R), el algoritmo se ajustó a la siguiente expresión; en ella queda plasmada el criterio del equipo de evaluación que ponderó la suma asignando un valor especial al criterio de acumulación y otro, menos significativo, al criterio de persistencia, por ello, el valor del criterio de acumulación se multiplica por cinco y el de persistencia por dos:

$$I = In + A(*5) + M + P(*2) + R$$

4. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

$$\text{Incidencia} = \frac{I - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}}$$

Dónde: *I* = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 15, por ser 5 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 5, por ser 5 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

5. La aplicación de la técnica, con los valores de ponderación asignados genera la posibilidad de obtener estimaciones máximas de 30 puntos y mínimas de 10:

$$I_{\max} = (3In) + (15A) + (3M) + (6P) + (3R) = 30$$

$$I_{\min} = (1In) + (5A) + (1M) + (2P) + (1R) = 10$$

6. Previamente se determina un valor umbral de significancia a aplicar a los resultados del ejercicio y éste queda a criterio del evaluador. La técnica recomienda asignar la destacabilidad a los impactos que alcancen el valor $I_{\max}$, sin embargo, con el objeto de ser más rigurosos en la selección se decidió aplicar el siguiente valor umbral:

$$S = \frac{I_{\max}}{2} - 1$$

Dónde: **S** = Destacabilidad

$I_{\max}$ = Valor máximo de incidencia

Lo anterior significó que, todo aquel impacto potencial que pudiera alcanzar 14 puntos o más (Índice de incidencia estandarizado 0.60), debería ser considerado como potencialmente destacable.

Cuadro V-9. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.59
Destacable	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	Mayor a 0.60

Es importante señalar que la valoración de los atributos de incidencia y de los criterios de relevancia, no se realizó de forma arbitraria o exclusivamente cualitativa con base en la percepción personal. Al contrario, se sustentan en los resultados obtenidos a partir de los análisis para la predicción del nivel de impactos, que figuran en cada escenario en base al criterio multidisciplinario de observadores.

Cuadro V-10. Tamizado de impactos destacables (significativos), utilizando atributos de incidencia

ESCENARIO	IMPACTO AMBIENTAL	ATRIBUTOS DE INCIDENCIA					INCIDENCIA	INCIDENCIA st	CATEGORÍA
		Inmediatez	Acumulación	Momento	Persistencia	Reversibilidad			
Sin Proyecto	Contaminación del agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras	1	1	1	1	1	10	0.00	Despreciable
Con Proyecto s/medidas	Contaminación del agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras	3	3	3	3	2	29	0.95	Destacable
Con Proyecto c/medidas	Contaminación del agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras	3	1	2	1	2	14	0.20	Despreciable



ESCENARIO	IMPACTO AMBIENTAL	ATRIBUTOS DE INCIDENCIA					INCIDENCIA	INCIDENCIA st	CATEGORÍA
		Inmediatez	Acumulación	Momento	Persistencia	Reversibilidad			
Sin Proyecto	Erosión hídrica y eólica inducida por las excavaciones y movimientos de tierras	1	1	1	1	1	10	0.00	Despreciable
Con Proyecto s/medidas	Erosión hídrica y eólica inducida por las excavaciones y movimientos de tierras	3	1	2	3	3	19	0.45	No significativo
Con Proyecto c/medidas	Erosión hídrica y eólica inducida por las excavaciones y movimientos de tierras	1	1	2	1	2	12	0.10	Despreciable
Sin Proyecto	Modificación de la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto	1	1	1	1	1	10	0.00	Despreciable
Con Proyecto s/medidas	Modificación de la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto	1	3	3	3	3	28	0.90	Destacable
Con Proyecto c/medidas	Modificación de la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto	1	1	3	1	2	13	0.15	Despreciable
Sin Proyecto	Modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto	1	1	1	1	1	10	0.00	Despreciable
Con Proyecto s/medidas	Modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto	3	1	3	3	3	20	0.50	No significativo
Con Proyecto c/medidas	Modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto	3	1	3	3	2	19	0.45	No significativo

En esta consideración el primer impacto acerca de la contaminación de agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras dentro del proyecto, se puede mencionar al respecto que, en el escenario con proyecto sin aplicar medidas de mitigación, la respuesta al entorno se vería afectada de manera poco significativa toda vez que dentro o limítrofe al proyecto no se encuentran cuerpos de agua o escurrimientos superficiales como arroyos. En el posible caso de alguna afectación, esta sería por el derrame o vertido de algún agente contaminante como hidrocarburos al momento de la operación de la maquinaria involucrada y que esta afectación pueda dispersarse por efecto de arrastre (en la temporada de lluvias).

Para el análisis del impacto ambiental expuesto en el inciso “b”, sobre la erosión hídrica y eólica se realizó el cálculo de la pérdida de suelo a través de la utilización de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), dando como resultado una pérdida potencial de 3,677.71 ton/año, debido al efecto erosivo por la exposición del suelo desnudo a las condiciones climáticas como las lluvias. De igual manera se estimó el grado de erosión por la acción del viento con una pérdida de 1,088.86 ton/año sobre el suelo desnudo. El efecto adverso sobre el recurso suelo se manifestará mayormente durante la etapa de preparación del sitio, por el acondicionamiento del área para la disposición de los jales



filtrados. Ya que durante la construcción/operación la mayor parte de la superficie será cubierta con geomembrana y se estará descargando jales secos que cubrirán el área del depósito.

El siguiente impacto analizado fue sobre la modificación de la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto, esto debido a la disminución en una porción de la cobertura vegetal que provee de alimento, refugio y en su caso áreas de descanso, anidación o reproducción. El área de influencia del proyecto se caracteriza por una cobertura del tipo Bosque de Pino-Encino (BPQ), donde se registraron especies de fauna silvestre que se consideran como frecuentes o muy comunes, así como especies bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, principalmente del grupo de los reptiles.

Lo anterior nos indica que algunas especies descritas para el entorno en el que se encuentra el proyecto puedan ser registradas dentro del mismo, esto debido a su movilidad, desplazamiento y hábitos característicos de cada especie por lo que se estaría afectando en cierta proporción la calidad del hábitat de la fauna en una superficie dada. Una característica del área del proyecto es que se trata de un polígono regular que no interviene en la conectividad entre corredores biológicos a diferencia de polígonos lineales, lo que facilita la movilidad de la fauna en las áreas limítrofes al proyecto, esto relacionado al impacto sobre la modificación de la conectividad del hábitat en el área de influencia del proyecto de igual manera acerca de la disminución de una superficie con cobertura vegetal.

Por último, se analizó la modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto, ya que la inclusión del mismo generara un cambio en la percepción del paisaje por la formación de una obra de ciertas dimensiones que pudiera fungir como una barrera en la continuidad visual creando de esta manera una variación en la cubierta vegetal y uso del suelo, así como en el relieve y pendientes por las excavaciones y despalmes a realizar, afectando directamente la composición de la fragilidad visual.

En cuanto a la calidad visual del paisaje se espera una modificación puntualmente en la topografía del sitio del proyecto, ya que, en el desarrollo del mismo, se construirá una obra con diferente pendiente, topografía y diversidad de formas por las formaciones con perturbaciones sujetas a distintos tipos de manejo por parte del hombre.

Los impactos se van identificando al examinar detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio (factores ambientales), así como, la tecnología a emplear en la ejecución del proyecto, los materiales de construcción necesarios, servicios de transporte de carga requerido, soluciones para reducir las emisiones de polvo, las soluciones técnicas para minimizar la erosión y el acarreo de sedimentos por las aguas de escorrentía, entre otros aspectos.

Para la elaboración de este proyecto e identificación de impactos ahora se utilizará la matriz elaborada por Leopold (1970), donde evalúa los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, simulaciones, medidas y estimaciones; lo que propicia una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del proyecto, susceptibles de provocar impactos, así como los impactos ambientales que son provocados en cada uno de los componentes ambientales afectadas, justificando de esta manera su utilización y aplicando dichos criterios en los escenarios: Sin Proyecto, Con Proyecto y sin Medidas y por ultimo Con Proyecto y con medidas.

La importancia del impacto mediante el cual medimos cuantitativamente el impacto ambiental en función tanto del grado de incidencia de la alteración producida sobre el sistema ambiental, como de



la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos tipo cualitativo, y que fueron: Carácter, intensidad, temporalidad (ó persistencia), extensión y reversibilidad. Cada impacto identificado se caracterizó en función de los atributos antes mencionados, cada uno con su propia escala ordinal, como a continuación se expone:

IMPORTANCIA: La importancia de un impacto es una medida cualitativa del mismo, que se obtiene a partir del grado de incidencia (Intensidad) de la alteración producida, y de una caracterización del efecto.

EXTENSION (EX): Representa el área de caracterización física esperada en relación con el entorno del proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total.

MOMENTO (MO): Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que está produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, suele considerarse que el corto plazo corresponde a menos de un año, el medio plazo entre uno y cinco años, y el largo plazo a más de cinco años.

PERSISTENCIA (PR): Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que es fugaz si permanece menos de un año, el temporal si lo hace entre uno y diez años, y es permanente si supera los diez años.

REVERSIBILIDAD (RV): Se refiere a la posibilidad de construir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo que si es de menos de un año se considera el Corto plazo; entre uno y diez años se considera el Mediano plazo, y si se superan los diez años se considera Irreversible.

SINERGISMO (SI): Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado. Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples; si en lugar de reforzarse los efectos se debilitan, la valoración de la sinergia debe ser negativa.

ACUMULACION (AC): Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el efecto es acumulativo.

RELACION CAUSA-EFECTO (EF): La relación causa-efecto puede ser directa e indirecta: es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro.

PERIODICIDAD (PE): Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo o regular.

RECUPERABILIDAD (RC): Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana.

Cada uno de los criterios se evalúa y se califica de acuerdo con los valores que se establecen en el Cuadro siguiente, después se obtiene la **Importancia (I)** de los cambios o modificaciones del impacto a partir del siguiente cálculo:

$$I = (3IN+2EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)$$



Cuadro V-11. Valoración de los indicadores sobre la importancia ambiental de los impactos

Naturaleza (NA)		Intensidad (IN)	
Tipo de impacto	Signo	Grado de destrucción	Valor
Impacto benéfico	(+)	Baja	1
		Media	2
Impacto perjudicial	(-)	Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Área de influencia	Valor	Plazo de manifestación	Valor
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Permanencia del efecto	Valor	Posibilidad de condición anterior	Valor
Fugas	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Medidas correctoras (MC)		Sinergia (SI)	
Reconstrucción por medios humanos	Valor	Regularidad de manifestación	Valor
Recuperable de manera inmediata	1	Sin sinergismo	1
Recuperable a mediano plazo	2	Sinérgico	2
Mitigable	4	Muy sinérgico	4
Irrecuperable	8		
Acumulación (AC)		Efecto (EF)	
Incremento progresivo	Valor	Relación causa-efecto	Valor
Simple	1	Indirecto (secundario)	1
Acumulativo	4	Directo	4
Periodicidad (PR)		IMPORTANCIA (I)	
Regularidad de manifestación	Valor	I = (3IN+2EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)	
Irregular o discontinuo	1		
Periódico	2		
Continuo	4		



Cuadro V-12. Clasificación de los impactos

CLAVE	CLASIFICACIÓN	VALOR
CO	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual a 25
M	MODERADO	Si el valor es mayor que 25 y menor o igual a 50
S	SEVERO	Si el valor es mayor que 50 y menor o igual a 75
C	CRÍTICO	Si el valor es mayor que 75

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia (matriz de valoración de impactos) nos permitirá obtener una valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales.

Cuadro V-13. Matriz de Determinación de Importancia

Escenario	Impacto	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	$\Sigma = I$	Clasificación
Sin Proyecto	Contaminación del agua superficial por excavaciones y movimientos de tierras	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Compatible
Con Proyecto s/medidas		-	2	2	4	2	2	2	2	4	1	4	31	Moderado
Con Proyecto c/medidas		-	1	1	4	2	1	2	2	1	1	1	19	Compatible
Sin Proyecto	Erosión hídrica y eólica inducida por las excavaciones y movimientos de tierras	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Compatible
Con Proyecto s/medidas		-	4	1	2	4	4	4	2	4	4	2	40	Moderado
Con Proyecto c/medidas		-	2	2	2	2	2	2	2	1	4	2	27	Moderado
Sin Proyecto	Modificación en la calidad del hábitat en el área de influencia del proyecto	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Compatible
Con Proyecto s/medidas		-	4	2	4	4	4	4	2	4	1	4	43	Moderado
Con Proyecto c/medidas		-	2	2	2	2	2	2	2	4	1	2	27	Moderado
Sin Proyecto	Modificación de la conectividad del hábitat en el área de influencia del proyecto	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Compatible
Con Proyecto s/medidas		-	2	2	4	2	2	2	2	4	1	4	31	Moderado
Con Proyecto c/medidas		-	1	1	4	2	1	2	2	1	1	1	19	Compatible
Sin Proyecto	Modificación de la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Compatible
Con Proyecto s/medidas		-	4	2	4	4	4	4	2	4	1	4	43	Moderado
Con Proyecto c/medidas		-	2	2	2	2	2	2	2	4	1	2	27	Moderado



Figura V-3. Valores gráficos de importancia por impacto ambiental y su respectivo escenario

En la gráfica anterior se aprecia que en el escenario Con proyecto más la implementación de las medidas necesarias, existe una reducción en la importancia cuantitativa de los impactos, que si bien no regresa sus valores al punto cero (sin proyecto) si existe su atenuación de la magnitud que los impactos podrían tener, por ejemplo, en el inciso “e” (modificación en la fragilidad visual y calidad visual del paisaje en el área de influencia del proyecto) sería incongruente establecer un valor igual al escenario sin proyecto, ya que la inclusión de la obra tendrá dimensiones que modificarán la apreciación de los valores del paisaje ya que la inclusión de elementos diferentes (obras de infraestructura minera) a las características naturales del medio en el área que se pretende establecer el proyecto.

V.1.4. Conclusiones

Se han identificado, evaluado numéricamente y caracterizado una serie de impactos adversos de los cuales, los de mayor relevancia por su naturaleza son los que se listaron en el apartado anterior. Sus efectos se presentarán a largo plazo, sin embargo, pueden ser compensados o mitigados con las medidas adecuadas. Al respecto, si bien habrá una reducción de la cobertura vegetal natural (3.555 ha.), pueden ser administrados con la finalidad de que se aporte una estrategia para mitigar de manera significativa, la cantidad mínima necesaria para mantener las funciones naturales del ecosistema.

Por otra parte, la pérdida de la cobertura vegetal, puede ser compensada mediante la reforestación extensiva, seleccionando áreas apropiadas dentro del Sistema Ambiental, de manera que los servicios ecosistémicos, como la provisión de hábitat, captura de carbono y producción de oxígeno, balance hídrico) puedan recuperarse hasta cierto punto, permitiendo con ello, la restitución mínima necesaria para el desarrollo de los procesos naturales. Aunado a la restauración del sitio del proyecto, como lo establece el numeral 5.7.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

La metodología propuesta y desarrollada en el presente estudio, es adecuada para formular el análisis de impactos ambientales con mayor asertividad de acuerdo a la naturaleza del proyecto, donde se permite el uso y manejo de información cuantitativa, permitiendo obtener como resultado información



convencional que puede ser interpretada y valorada para finalmente emitir una interpretación adecuada de valoración del impacto ambiental.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología empleada son consistentes y coinciden o se asemejan con los obtenidos para otros proyectos similares, en busca de aportar los elementos necesarios para la EIA, en cumplimiento con los preceptos establecidos en la LGEEPA, así como de su Reglamento.

Considerando los diferentes elementos involucrados en este proceso, se concluyó que, si bien el impacto a los componentes ambientales flora, paisaje y suelo presentan el mayor impacto, en base a las condiciones presentes en el área del proyecto. A los impactos de mayor consideración en orden de importancia, se tendrá que dar especial atención a la efectividad de las acciones a implementar para mitigar, prever y compensar en el mejor de los casos, los impactos negativos a los componentes ya mencionados. Estas acciones pueden consistir en acciones y medidas de mitigación como se describe en los capítulos posteriores.

De igual manera se analiza que el presente proyecto no sobrepasa la capacidad de carga del ecosistema, ya que no producirá impactos que afecten su calidad, estructura o función; de igual manera la integridad funcional no se alterará ni modificará de manera significativa al entorno natural, ya que se entiende que es el conjunto de mecanismos que permiten el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema, entendiendo como mecanismos los sucesos intermedios entre causa y efecto.

Los posibles Incrementos en los niveles de erosión, por la pérdida de la cobertura vegetal que conllevará la ejecución de este proyecto, y en el componente ambiental paisaje, ya que este presenta una calidad alta de acuerdo a los resultados en su valoración ambiental y que, una vez desarrollado el proyecto, el paisaje se verá modificado en su estética y visibilidad.



VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se dan a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar los impactos que el proyecto generará en el ecosistema.

Las medidas que en el presente capítulo se establecen y están basadas en los resultados del análisis ambiental realizado en capítulos anteriores y en las disposiciones en la Normatividad Ambiental Mexicana para cada uno de los factores ambientales. De esta forma, cada medida descrita en este apartado tiene como fin prevenir, restaurar, mitigar y/o compensar las alteraciones ambientales agrupadas en diferentes subsistemas. Adicionalmente, se consideró la disposición que en materia de impacto ambiental establecen las distintas dependencias gubernamentales.

Es recomendable que la identificación de medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, se sustente en la premisa de que siempre es mejor no producirlos, que establecer medidas correctivas. Por otra parte, los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el enfoque ambiental y un cuidado especial durante la etapa de construcción. Con las medidas correctivas este aspecto es igualmente importante, puesto que su aplicabilidad va a depender de detalles del proyecto, tales como el grado de afectación de la vegetación, así como la predisposición a la erosión del suelo, etc.

A pesar de que en la gran mayoría de las superficies impactadas no se logra recuperar lo que antes existía, es aún posible inducir el desarrollo de medidas que permitan conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales, mediante especies nativas que se puedan desarrollar satisfactoriamente en estas zonas, preferentemente de especies nativas del área del proyecto, así como una menor pérdida de suelo fértil como medida compensatoria. La recuperación de un área se puede observar desde varios puntos, como puede ser el definir los niveles y los tipos de degradación del suelo y como intervienen las acciones de mitigación que se aplicarán en el Proyecto.

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Con el objetivo de definir el propósito y la funcionalidad de cada una de las medidas, es preciso describir a detalle cada uno de los subsistemas en que se han agrupado. La agrupación de estas obedece a factores ambientales, propósito de la medida y desarrollo cronológico de cada una de ellas con relación al periodo de ejecución del proyecto.

Medidas preventivas: Estas tienen como finalidad anticiparse a los posibles impactos que pudieran registrarse por causa de la realización o como resultado de las actividades del proyecto, en cualquiera de las etapas de que está compuesto. En estas se plasman las consideraciones ambientales desde el diseño proyecto y su forma de ejecución a fin de evitar o en un 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 es el más importante por la trascendencia de la prevención.



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 un proyecto 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.

Medidas de restauración: También denominadas como de corrección o de rehabilitación. Este tipo de medidas tiene como propósito recuperar, rescatar o reconstituir aquel componente ambiental, que no pudo ser evitado desde el diseño del proyecto, 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 del o los componentes o factores del medio y previamente evaluadas las condiciones reales en que se queda en el área del proyecto una vez ejecutada la obra o la etapa.

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.1.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o compensación por componente ambiental

Al llevar a cabo la identificación y selección de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

Viabilidad técnica: las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del proyecto, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

Eficacia y eficiencia ambiental: se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

Viabilidad económica y financiera: la viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el coste de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.

Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control: en la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas a implementar, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

Como se mencionó en el inicio del capítulo, la elaboración de estas estrategias está sustentada en el marco jurídico que rige los aspectos ambientales nacionales tales como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y Normas Oficiales Mexicanas aplicables.



A continuación, se muestran las fichas clasificadas por factor ambiental impactado y para el cual será descrito la medida de mitigación aplicable. Cada una de las fichas describe de manera eficaz el componente ambiental, las etapas en las cuales es impactado por las acciones del proyecto, así como las acciones mismas, los impactos están referidos a la matriz de valoración de impactos ambientales, finalmente se describen las medidas aplicables. Se presenta en el Anexo 10 el Programa de Restauración Ecológica y el Plano de ubicación de obras de mitigación.

Cuadro VI-1. Propuesta de medidas de mitigación de impactos

Actividad	Meta	Ubicación
Reforestación (<i>Pinus</i> y/o <i>Quercus</i> sp.)	3.555 ha	Se adjunta Plano
Acordonamiento de material vegetal muerto	450 m	
Nidos artificiales	10	
Letreros alusivos	3	
Ahuyentamiento de fauna	5 recorridos	
Construcción de refugios artificiales	10 piezas	

VI.1.2. Factores Ambientales:

VI.1.2.1. Factor Ambiental: Geomorfología

Cuadro VI-2. Medida de aplicación al Factor Geomorfología

Componente	Etapas del Proyecto	Acciones
➤ Cambio en la continuidad de la superficie del terreno y su inclinación ➤ Aumento en la ocurrencia de procesos degradantes (erosión, deslizamientos, derrumbes, y otros)	➤ Preparación del sitio ➤ Construcción/Operación	Despalme, excavaciones y nivelaciones
Descripción de las medidas aplicables		
Preventiva La nivelación deberá estar bien establecida o trazada, esto con el fin de evitar la erosión que pueda modificar la geomorfología del terreno, durante el acondicionamiento y la disposición de jales Compensación Para reducir los efectos de la erosión, el promovente deberá hacer las acciones compensatorias como obras de conservación de suelo y/o revegetación en una superficie similar o superior en dimensiones a la afectada por el proyecto, esto dentro del área de influencia del mismo proyecto		

VI.1.2.2. Factor Ambiental: SUELO

Cuadro VI-3. Medida de aplicación al Factor Suelo

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Alteración de la calidad del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos). Incremento en los niveles de erosión. Incremento en la compactación del suelo.	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono	♦ Desmonte (área con CUSTF) ♦ Tránsito de vehículos y maquinaria
Descripción de las medidas aplicables: Preventivas		



- ♦ Se deberán tener las precauciones necesarias para evitar la contaminación del suelo en caso de que se realicen reparaciones y suministro de combustible de vehículos y maquinaria en el área del proyecto, de esta manera se evitará modificar la calidad del suelo.
- ♦ El material producto del desmonte y despalme se deberá disponer en áreas que no alteren cauces o escorrentías con la finalidad de restituirlo a su lugar de origen.
- ♦ El personal de obra deberá recibir información en temas de cuidado del suelo, manejo de residuos, buenas prácticas durante la construcción, entre otros; a través de capacitación constante
- ♦ Los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto, así como los desperdicios de material utilizados por el contratista, serán recolectados y depositados en lugares adecuados para su correcta disposición.
- ♦ El promovente deberá establecer contenedores con tapadera, con la finalidad de recolectar aceites, grasas, y estopas impregnadas, para posteriormente ser dispuestos dentro del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.
- ♦ Se prohíbe el vertido de los residuos (aceite, diésel, entre otros) al terreno natural y se establece que deberán ser manipulados de acuerdo con la normatividad aplicable.
- ♦ Se deberán realizar obras de restauración y conservación de suelos, como el acomodo de material vegetal muerto para compensar la afectación del proyecto, minimizando la erosión en el área de influencia.
- ♦ Monitoreo periódico para identificar la presencia de fenómenos erosivos.
- ♦ Los residuos susceptibles de reutilizarse tales como: papel, madera, metales en general y plásticos, se deberán separar para posteriormente depositarse donde la autoridad competente lo autorice.
- ♦ El ejecutor deberá recolectar y almacenar diariamente los residuos peligrosos que se generen en las diferentes áreas de trabajo disponiéndolos en el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos.
- ♦ Ejecución de la actividad de reforestación en una meta propuesta de 3.555 ha. dando prioridad a especies de la región como son: *Pinus durangensis* a una densidad de plantación de 1,000 plantas/ha.
- ♦ Conservación de la tierra vegetal que será implementada en la etapa de abandono del Depósito para la restauración del sitio.

VI.1.2.3. Factor Ambiental: CLIMA

Cuadro VI-4. Medidas de aplicación al Factor Clima

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Cambio en el microclima por la disipación de material particulado	Preparación del Sitio, Construcción y Operación	♦ Emisiones de gases y partículas a la atmósfera por el desarrollo de las actividades a implementar
Aumento de la temperatura por efecto del desmonte		♦ Desmonte (área con CUSTF)
Descripción de las medidas aplicables: Prevención y mitigación		
♦ El equipo fijo que utilice motores de combustión interna y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá de cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017, las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera.		
♦ Circulación de vehículos deberá ajustarse a los límites permisibles de velocidad definidos por el Departamento de Seguridad y Medio Ambiente de la Promovente		
♦ Para disminuir emisiones a la atmosfera por partículas producidas por motores de combustión interna se verificarán el parque vehicular de acuerdo con la bitácora de mantenimiento de los vehículos que lo conforma.		
♦ Monitoreo de material particulado (MP) producto de emisiones dentro del proyecto, por el movimiento de maquinaria y vehículos ligeros		



VI.1.2.4. Factor Ambiental: AIRE

Cuadro VI-5. Medidas de aplicación al Factor Aire

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Aumento en los niveles de contaminación por gases provenientes de los escapes de motores de combustión interna.	Preparación del sitio Construcción Operación Abandono	Emisiones de gases, partículas y ruido a la atmósfera por la operación de equipo y maquinaria con motores de combustión interna, durante el desarrollo del proyecto.
Aumento en los niveles de ruido, partículas y de vibraciones por el transporte automotor.		
Descripción de las medidas aplicables: Preventivas		
◆ Todo el equipo fijo que utilice motores de combustión interna y que será utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá de cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017, las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera. ◆ Todo vehículo que entre al área del proyecto, así como en su zona de influencia deberá circular a baja velocidad (<20 km/hr) con el fin de evitar emisiones de ruido o levantamiento de polvo. ◆ Para disminuir emisiones a la atmósfera por partículas producidas por motores de combustión interna se verificará el parque vehicular de acuerdo con la bitácora de mantenimiento de los vehículos que lo conforma. ◆ Efectuar periódicamente riegos a los caminos, dependiendo de la disponibilidad de agua. ◆ Para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por el empleo de maquinaria, se mantendrá una restricción de velocidad dentro del proyecto. ◆ Dentro del área del proyecto, en la etapa de operación el promovente deberá llevar a cabo la compactación de los jales con el grado necesario para disminuir la dispersión de polvos fugitivos a la atmósfera. ◆ El personal que opere la maquinaria dentro del proyecto deberá contar con su equipo de protección auditiva y para el control de polvos.		
◆ Al término de la vida útil del proyecto se deberá vigilar que este, no se convierta en una fuente emisora de partículas o polvos fugitivos, por lo que se deberá cubrir el depósito con material fértil que propicie el rebrotamiento vegetal como cubierta protectora.		

VI.1.2.5. Factor Ambiental: AGUA

Cuadro VI-6. Medidas de aplicación al Factor Agua

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Aumento en el acarreo de sedimentos a los escurrimientos superficiales. Aumento de los sólidos en suspensión en las corrientes fluviales. Perdida en la evapotranspiración del agua de 23,148.42 m³/año. Disminución en la infiltración ya que actualmente se infiltran 1,252.72 m³/año y realizando el CUSTF se estima que se infiltrará 766.075 m³/año al momento de realizar el CUSTF Afectación en la dinámica y aumento en el escurrimiento del agua pasando 3,093.103 m³/año a 3,579.75 m³/año. (datos obtenidos del Oficio No. SG/130.2.2/02527/22) Posible alteración de parámetros físicos y químicos de los escurrimientos superficiales por incorporación accidental de residuos de lubricantes y combustibles,	Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono	- Derrames accidentales de grasas, aceites, lubricantes, etc. - Retiro de la cubierta vegetal (área con CUSTF)



y otras sustancias.		
Descripción de las medidas aplicables: Preventivas		
♦ Se prohíbe el vertido de residuos (aceites, lubricantes, entre otros) a los cuerpos de agua, así mismo estos deberán ser manipulados de acuerdo con la normatividad ambiental aplicable. ♦ Toda la maquinaria y equipo que se utilice en el proyecto deberá estar en buenas condiciones mecánicas, con el fin de evitar fugas de lubricantes y combustibles, evitando la posible contaminación a escurrimientos superficiales. ♦ Las reparaciones y/o mantenimiento de la maquinaria y/o vehículos, deberá realizarse en los talleres especializados dentro de la Unidad DE Planta de Beneficio, para estas actividades y que cumplan con los requisitos para ejecutar este tipo de labores, previendo el vertido accidental de algún hidrocarburo. ♦ Quedará prohibido transportar aceites, combustibles o aditivos en vehículos ligeros, por lo que el mantenimiento de la maquinaria se realizará en los talleres especializados. ♦ El personal de obra deberá recibir información en temas de cuidado del agua, manejo de residuos, buenas prácticas durante la construcción, entre otros; a través de capacitación constante. ♦ La promovente deberá gestionar el manejo y disposición adecuada de los residuos que sean generados durante las distintas etapas del proyecto, con la finalidad de que estos no afecten a este componente ambiental en el sitio del proyecto. ♦ La promovente deberá construir y acondicionar el canal de desvío de agua pluvial para el manejo adecuado de las aguas de contacto. ♦ Durante las etapas de preparación de sitio y construcción se deberá hacer un uso adecuado y moderado de este elemento, con el fin de no tener desabasto, el promovente llevará a cabo una estricta supervisión de su buen uso. ♦ Queda prohibido que el agua de contacto sea vertida en ningún tipo de cauce natural, por lo que se empleara en el proceso de beneficio. ♦ Compensar las diferencias graduales en evapotranspiración, infiltración y escurrimiento, por medio de la reforestación mejorando la cubierta vegetal en el área propuesta.		

VI.1.2.6. Factor Ambiental: FLORA SILVESTRE

Cuadro VI-7. Medidas aplicables al Factor Flora silvestre

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
➤ Aumento de la fragmentación del hábitat ➤ Modificación de la estructura vegetal	➤ Preparación	Disminución de la cobertura vegetal protectora Afectación a la vegetación aledaña al proyecto
Descripción de las medidas aplicables		
Prevención, mitigación y restauración - Previo a las actividades de Preparación del Sitio y Construcción la promovente llevará a cabo capacitaciones y concientización ambiental al personal que labore en el proyecto. - El Promovente deberá establecer reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal, sobre las poblaciones de flora silvestre, especialmente sobre aquellas con alguna categoría de riesgo, o con importancia ecológica. - Los residuos que sean generados se manejarán y dispondrán adecuadamente con la finalidad de no afectar la vegetación adyacente al proyecto, estos serán dispuestos de acuerdo con lo estipulado por la normatividad y autoridad correspondiente. - No deberán ejecutarse trabajos en áreas no autorizadas para el proyecto, con la finalidad de prevenir mayores perturbaciones ambientales. Para compensar y mitigar el área, se contemplan obras de restauración de sitio, además de realizar reforestaciones con vegetación acorde al ecosistema a afectar. - Ejecución de la actividad de una reforestación en una meta propuesta de 3.555 hectáreas con especies nativas. - Ejecución de la actividad de rescate y reubicación de flora silvestre, específicamente especies del estrato Crasuláceo, a partir de las consideradas de los criterios de selección de importancia ecológica a nivel proyecto		



CUSTF, así como su categoría de riesgo por la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Quedará prohibido el uso del fuego o quemas durante la etapa de Preparación del Sitio, donde se realizarán actividades de retiro de la vegetación.
- En caso de que algún colaborador no respete el Programa Interno de Medio Ambiente, será sancionado con lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo.

VI.1.2.7. Factor Ambiental: FAUNA SILVESTRE

Cuadro VI-8. Medidas de aplicación al Factor Fauna silvestre

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Modificación de los índices de frecuencia de la fauna en el Área de paso (ADP).	Preparación del Sitio Construcción Operación	♦ Ahuyentamiento de la fauna silvestre por emisión de ruidos.
Modificación de los índices de abundancia de la fauna en el ADP.		♦ Tránsito no moderado
Modificación de los índices de riqueza de la fauna en el ADP.		♦ Falta de concientización y letreros alusivos para la protección de la fauna.
Mortandad por atropellamiento de algún ejemplar		
Descripción de las medidas aplicables: Prevención, mitigación y compensación.		
♦ Todo el personal que labore en el proyecto deberá recibir y acatar indicaciones de no atrapar, azuzar o dañar ningún ejemplar de fauna silvestre. El promovente deberá establecer reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivada de las actividades del personal. ♦ Los vehículos automotores deberán circular a velocidades menores a 20 km/h y solo por los caminos establecidos, con la finalidad de prevenir el atropellamiento de fauna silvestre que transite dentro del área en donde se realizará el proyecto. ♦ El promovente deberá ejecutar acciones de ahuyentamiento de fauna silvestre mediante la generación de ruido, esto se llevará a cabo antes de la etapa de preparación del sitio o cuando sea necesario. ♦ En caso de localizar nidos en uso durante la ejecución de actividades, se realizará el rescate de estos nidos (en caso de encontrarse), así como de las especies terrestres que se pudieran localizar dentro de sus madrigueras, para ello se utilizarán trampas tipo Tomahawk y pinzas y ganchos herpetológicos. ♦ El desmonte será observado minuciosamente con la finalidad de permitir el desplazamiento de la fauna silvestre a otras zonas. ♦ Capacitación constante dirigida al personal de obra en temas de cuidado y protección de fauna silvestre. ♦ El promovente deberá aplicar el Programa de Rescate de Fauna silvestre descrito en el estudio, antes de la etapa de preparación de sitio para salvaguardar las especies de interés que pudieran encontrarse dentro del área y en especial las especies de lento desplazamiento. ♦ La promovente deberá elaborar bitácoras de Rescate de Fauna Silvestre que incluya las coordenadas de ubicación y traslocación de los individuos capturados, así como la evidencia fotográfica respectiva.		



VI.1.2.8. Factor Ambiental: PAISAJE

Cuadro VI-9. Medidas de aplicación al Factor Paisaje

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Valores de la calidad paisajística.	Preparación del Sitio Construcción/operación Abandono	Desmonte Disposición de jales filtrados
Tendencia a la afectación a la fragilidad del paisaje.		
Alteración visual del escenario propio del paisaje forestal.		
Descripción de las medidas aplicables: mitigación y restauración		
Las alteraciones que se registrarán en el paisaje están asociadas a la ejecución del proyecto. El impacto que se producirá sobre los valores estéticos será inevitable; no obstante, se llevará a cabo medidas como el incremento de cobertura vegetal en un sitio alterno como se mencionó anteriormente, en áreas que compensen la afectación, así la vegetación se desarrollará mitigando el impacto, por lo cual la calidad paisajística, la fragilidad y calidad visuales se atenuará y recobrará la estructura natural del ecosistema. Se deberá ajustar estrictamente al área autorizada con la finalidad de disminuir las afectaciones en áreas adyacentes. Realizar el cierre del sitio una vez que se cumpla su vida útil, en base a la NOM-141-SEMARNAT-2003.		

VI.1.2.9. Factor Ambiental: Socioeconómico

Cuadro VI-10. Medidas aplicables al Factor Socioeconómico

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
Beneficio económico a diferentes sectores (primario, secundario, terciario)	Preparación del Sitio Construcción/operación Abandono	Ejecución general del proyecto
Impulso al desarrollo por la creación de empleos		
Mejor calidad de vida por la derrama económica		
Descripción de las medidas aplicables: Prevención, mitigación y compensación.		
♦ El personal deberá contar con las medidas mínimas de seguridad que señala la Norma de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social: NOM-017-STPS-2008 (referente al equipo de protección para los trabajadores en los centros de trabajo) y la NOM-019-STPS-2004 relacionada a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. ♦ Diseñar e implementar medidas de seguridad y un plan de emergencia para contener los daños que se podrán ocasionar a los trabajadores. ♦ Contar con un botiquín de primeros auxilios en el área de trabajo. ♦ Creación de fuentes de empleos temporales y reactivación de la economía local por diferentes alternativas. ♦ Proveer de equipo de protección personal para los trabajadores (cascos, guantes, entre otros.). ♦ El Promovente deberá capacitar a los trabajadores antes del inicio de actividades acerca de la importancia de la preservación ambiental en el área de trabajo, con el objetivo de minimizar los impactos que se pudieran causar. ♦ Se deberá instalar un adecuado sistema de señalización de zonas que garantice la seguridad de los trabajadores, principalmente sobre el uso del EPP.		



VI.2. Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud.

Al término de la evaluación de los impactos que se generarán por el proyecto, se procedió a valorar la calidad de las medidas de mitigación y prevención para compensar los efectos negativos ocasionados al medio ambiente por la puesta en marcha del presente proyecto.

Considerando los diferentes elementos involucrados en este proceso, se concluyó que, si bien el impacto a los componentes ambientales flora y suelo presentan el mayor impacto, se deberán tomar en cuenta las especificaciones que enmarca la NOM-141-SEMARNAT-2003 con la finalidad de hacer compatible el desarrollo del proyecto con el entorno que lo alberga, en base a las condiciones presentes en el área del proyecto. A los impactos de mayor consideración en orden de importancia, se tendrá que dar especial atención a la efectividad de las acciones a implementar para mitigar en el mejor de los casos, los impactos negativos a los componentes ya mencionados. Estas prácticas pueden consistir en acciones y medidas de mitigación dentro del área de influencia del proyecto a través de la manifestación de impacto ambiental.

Una vez aplicadas las acciones de prevención, mitigación, compensación y/o restauración, propuestas en el presente estudio, los impactos negativos al ecosistema se pretenden ser en gran medida atenuados. En la medida de lo posible se deberá evitar ocasionar daños innecesarios para minimizar los impactos negativos al ecosistema; es decir, con adecuadas y efectivas acciones, el presente proyecto no implica de manera sustancial, un factor que ponga en riesgo el equilibrio, la armonía y los procesos evolutivos que presenta el ecosistema donde se pretende efectuar este proyecto.

De igual manera se asegura que el presente proyecto no sobrepasa la capacidad de carga del ecosistema, ya que no producirá impactos que comprometan significativamente su calidad, estructura o función; de igual manera la integridad funcional no se alterará ni modificará de manera muy relevante al entorno natural, ya que se entiende que es el conjunto de mecanismos que permiten el mantenimiento del equilibrio ecológico y la permanencia del ecosistema, entendiendo como mecanismos los sucesos intermedios entre causa y efecto.



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

VII.1. Pronóstico del escenario

En el presente capítulo, se busca dar una descripción objetiva del posible escenario en el área en donde se realizará el proyecto bajo diferentes circunstancias. La predicción se basó en la dinámica que presentan los componentes ambientales y sus posibles interacciones entre ellos. Se proporciona un pronóstico del escenario ambiental producto de la ejecución del proyecto, se toma en cuenta la dinámica local, la fragilidad del ecosistema de acuerdo al diagnóstico ambiental.

Los elementos ambientales con mayor afectación por el inicio de actividades del proyecto son la *flora* y el *suelo*, ya que el desarrollo del proyecto requiere de maquinaria pesada para realizar las actividades involucradas al acondicionamiento y construcción de infraestructura minera; la relación de estos componentes, se basa en que la flora compone la estructura horizontal y vertical como la integración del hábitat presente, así como la construcción de algunas madrigueras en el suelo; por el hecho de que le proporciona refugio, agua y alimento, formando un ciclo natural. Considerando el área del proyecto, así como las condiciones actuales de impactos originados por actividades antropogénicas con anterioridad, los impactos serán debidamente atenuados con la práctica de acciones de mitigación, prevención, restauración y/o compensación, haciendo de esta manera al proyecto viable ambientalmente.

La actuación del proyecto en el componente suelo ocasionará en el corto plazo, aumento en la intensidad de la erosión, compactación, pérdida de humedad y la pérdida de materia orgánica. Para compensar los efectos será necesario la implementación de acciones como obras de conservación de suelo (acomodo de material vegetal muerto) y revegetación con especies acordes al área de influencia del proyecto.

Las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación señaladas para los subsistemas biótico y abiótico, propuestas a través del presente estudio, y realizadas bajo especificaciones objetivas, proponen minimizar los impactos negativos al medio ambiente. Mientras que los efectos residuales hacia estos factores se pueden considerar mínimos y abatibles, ya que no representan elementos ambientales que intensifiquen o consoliden los procesos de cambio y degradación.

Finalmente, otros efectos positivos son la generación de empleos temporales para los habitantes de la región, contribuyendo así al desarrollo de la misma, así como el desarrollo de infraestructura minera que mejore el servicio, así como un desarrollo en general.

Para tener un concepto integral del ecosistema, se requiere no solamente conocer lo que existe, sino también como está conformado, los procesos que en él se llevan a cabo y la forma en que estos están relacionados unos a otros, solamente así se tendrá una verdadera idea de lo complejo que es el sistema que integra el medio ambiente.

VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El análisis y descripción de los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental en la línea base (sin proyecto), desarrollado en extenso dentro del numeral IV del presente estudio, se concretan en un escenario donde las actividades productivas y de desarrollo que se aprecian en algunos sitios del SA, y que han generado un deterioro paulatino de su calidad ambiental que se refleja en los índices de diversidad biológica que adquirieron valores de grado medio a bajo (los valores de diversidad oscilaron entre $H' = 1.5695$ y 2.5568 para flora silvestre entre sus tres estratos y $H' = 1.4140$ y 2.9744 para fauna). Algunas de estas actividades consisten en aprovechamientos forestales en el SA pero que es de relevancia mencionar dicha condición, ya que el polígono del proyecto se encuentra en un sitio en su mayoría provisto de cubierta vegetal como condición de un terreno forestal. Algunas actividades han provocado que los ecosistemas mejor conservados se encuentren intervenidos gradualmente, considerando así, que factores próximos de cambio de la condición óptima del entorno se relacionen con la pérdida de cobertura vegetal, seguida por la explotación de recursos y la presencia de contaminantes han constituido los factores de mayor impacto sobre la mayoría de la superficie del SA.

Este proceso de análisis de los componentes del ecosistema, nos proporciona un balance sencillo pero firme entre los valores naturales y productivos frente a la fragilidad del ecosistema ante estas acciones. El resultado a lo antes expuesto es un diagnóstico ambiental en relación a la ejecución del proyecto.

Para tener un concepto integral del ecosistema, se requiere no solamente conocer lo que existe, sino también como está conformado, los procesos que en él se llevan a cabo y la forma en que estos están relacionados unos a otros, solamente así se tendrá una verdadera idea de lo complejo que es el sistema que integra el medio ambiente.

Este proceso de análisis de los componentes del ecosistema, nos proporciona un balance sencillo pero firme entre los valores naturales y productivos frente a la fragilidad del ecosistema ante estas acciones. El resultado a lo antes expuesto es un diagnóstico ambiental en relación a la condición del área donde se encuentra el proyecto con la finalidad de valorar su circunstancia actual. Como se presentó en el numeral IV.6.



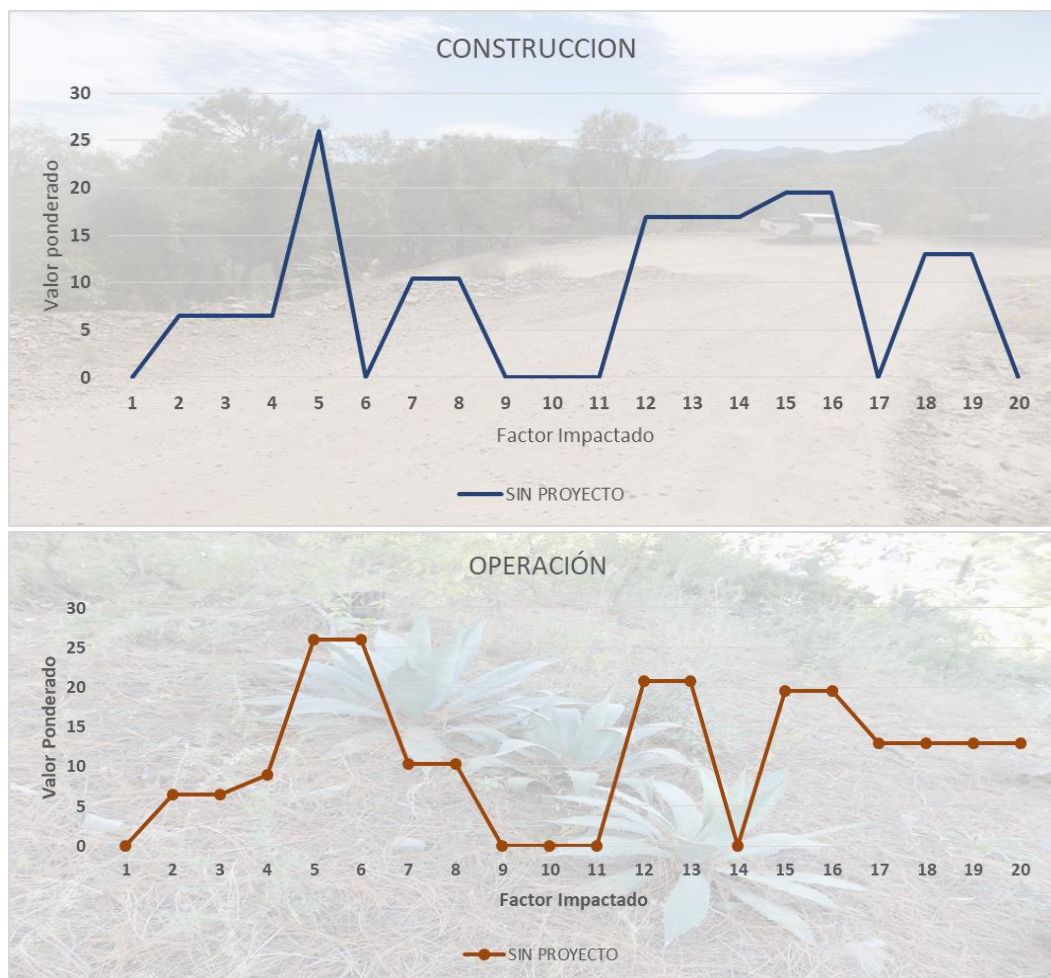


Figura VII-1. Condición del escenario Sin Proyecto (actual)

Cuadro VII-1. Valoración ponderada de los factores involucrados

Factores impactados	No.	SIN PROYECTO		
		PREPARACION	CONSTRUCCION	OPERACIÓN
Calidad del aire	1	6.5	6.5	6.5
Niveles sonoros	2	6.5	6.5	6.5
Topografía	3	6.5	6.5	9
Escurremientos superficiales	4	26	26	26
Propiedades físicas y químicas	5	0	0	26
Potencial de erosión	6	10.4	10.4	10.4
Propiedades físicas	7	12.8	10.4	10.4
Distribución espacial y temporal de la vegetación	8	18.2	0	0
Cobertura vegetal	9	18.2	0	0
Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	10	18.2	0	0
Distribución espacial y temporal de la fauna	11	18.2	16.9	20.8



Factores impactados	No.	SIN PROYECTO		
		PREPARACION	CONSTRUCCION	OPERACIÓN
Hábitat de fauna	12	16.9	16.9	20.8
Especies de fauna protegidas	13	16.9	16.9	0
Cualidades estéticas	14	19.5	19.5	19.5
Continuidad paisajística	15	19.5	19.5	19.5
Servicios e infraestructura	16	0	0	13
Disposición de Residuos	17	13	13	13
Desarrollo económico	18	13	13	13
Uso del territorio para actividades productivas	19	0	0	13

La figura y cuadro anterior ejemplifica la interacción del desarrollo del proyecto con el entorno y las condiciones naturales del área a intervenir, así como de su área de influencia. Para el escenario sin proyecto, la línea presenta pequeñas variaciones en cuanto a los impactos considerados que si bien en un principio se pensaría que sin la interacción del proyecto dicha valoración resultaría en una línea recta o base 0, no obstante, y tras la valoración no solo de los impactos considerados, se incluyó la calidad del paisaje que de manera cuantitativa resulta en una afectación de manera moderada a las condiciones actuales del área, esto por los efectos degradantes que se presentan de manera natural y continua en áreas limítrofes al sitio del proyecto.

El escenario ambiental del área sin la realización del proyecto es que el área continúe con el uso actual del suelo, el cual básicamente es el mantenimiento de vegetación forestal, así como el tráfico frecuente por los accesos de terracería limítrofe. El área presenta diversidad florística media y está sujeta a un deterioro paulatino de su condición en virtud de la actividad productiva y de desarrollo como se aprecia en una porción limítrofe del proyecto, por ubicarse en las inmediaciones de la localidad Potrero sin Agua y de las actividades metalúrgicas dentro del distrito minero. En virtud de las condiciones topográficas y de suelo de los predios involucrados, estos se encuentran en riesgo de verse afectados a futuro por requerimientos de tierra para diversas actividades productivas en la zona, sin descartar la ocurrencia de siniestros como incendios forestales a los que están expuestos.

VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto (sin las medidas de mitigación)

Debe resaltarse que los valores numéricos resultantes, los cuales han sido obtenidos a través de la estimación de sus caracteres, no representan más que números en una determinada condición, en tanto no estén referidos a un escenario comparativo. Al respecto, es importante reportar la evaluación de impactos en proyectos mediante esta metodología en su condición actual (sin proyecto) y con proyecto asumiendo los efectos sobre los componentes ambientales involucrados. Por otra parte, el análisis de los valores parciales, es de vital importancia para identificar los elementos del medio mayormente afectados, y las actividades del proyecto que mayor efecto negativo tienen sobre éste.

El potencial impacto estético o visual de un proyecto propuesto puede entonces ser estimado otra vez sobre los registros base, por ejemplo, la comparación sin y con proyecto. Los criterios para determinar el valor de las variables ambientales, se basan en la relación que existe entre cada una de ellas; Por la naturaleza del proyecto no representa una perturbación considerable a las variables ya



mencionadas. Solo en el caso de la erosión se obtuvo un valor mayor al resto de las variables, por lo que implica la remoción de la cubierta vegetal y el movimiento de tierras.

Complementariamente y conforme a lo presentado en los capítulos anteriores, se muestran a continuación los resultados del método de Calidad Ambiental Integrada para el escenario con proyecto sin la inclusión de medidas de mitigación. En el siguiente cuadro, se muestran los resultados esperados considerando los valores otorgados a cada carácter involucrado en su análisis.

Cuadro VII-2. Variables ambientales con la intervención del proyecto (sin medidas de mitigación)

Factores impactados	No.	SIN PROYECTO	CON PROYECTO, SIN MM	SIN PROYECTO	CON PROYECTO, SIN MM	SIN PROYECTO	CON PROYECTO, SIN MM
		PREPARACION		CONSTRUCCION		OPERACIÓN	
Calidad del aire	1	6.5	10.5	6.5	13.5	6.5	27
Niveles sonoros	2	6.5	12.5	6.5	12.5	6.5	11
Topografía	3	6.5	28.5	6.5	27.5	9	32
Escurremientos superficiales	4	26	56	26	44	26	32
Propiedades físicas y químicas	5	0	0	0	0	26	68
Potencial de erosión	6	10.4	36.8	10.4	36.8	10.4	28.8
Propiedades físicas	7	12.8	24.8	10.4	24.8	10.4	46.4
Distribución espacial y temporal de la vegetación	8	18.2	81.2	0	0	0	0
Cobertura vegetal	9	18.2	58.8	0	0	0	0
Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	10	18.2	18.2	0	0	0	0
Distribución espacial y temporal de la fauna	11	18.2	33.8	16.9	22.1	20.8	72.8
Hábitat de fauna	12	16.9	36.4	16.9	23.4	20.8	28.6
Especies de fauna protegidas	13	16.9	33.8	16.9	20.8	0	0
Cualidades estéticas	14	19.5	54	19.5	78	19.5	84
Continuidad paisajística	15	19.5	75	19.5	72	19.5	87
Servicios e infraestructura	16	0	0	0	25	13	41
Disposición de Residuos	17	13	31	13	41	13	60
Desarrollo económico	18	13	21	13	21	13	21
Uso del territorio para actividades productivas	19	0	0	0	0	13	26

Estos métodos tienen en común el empleo de expresiones matemáticas que, calificando diversos atributos del impacto, conducen a la definición de cada elemento tipo de una matriz que organiza formalmente el proceso evaluativo.

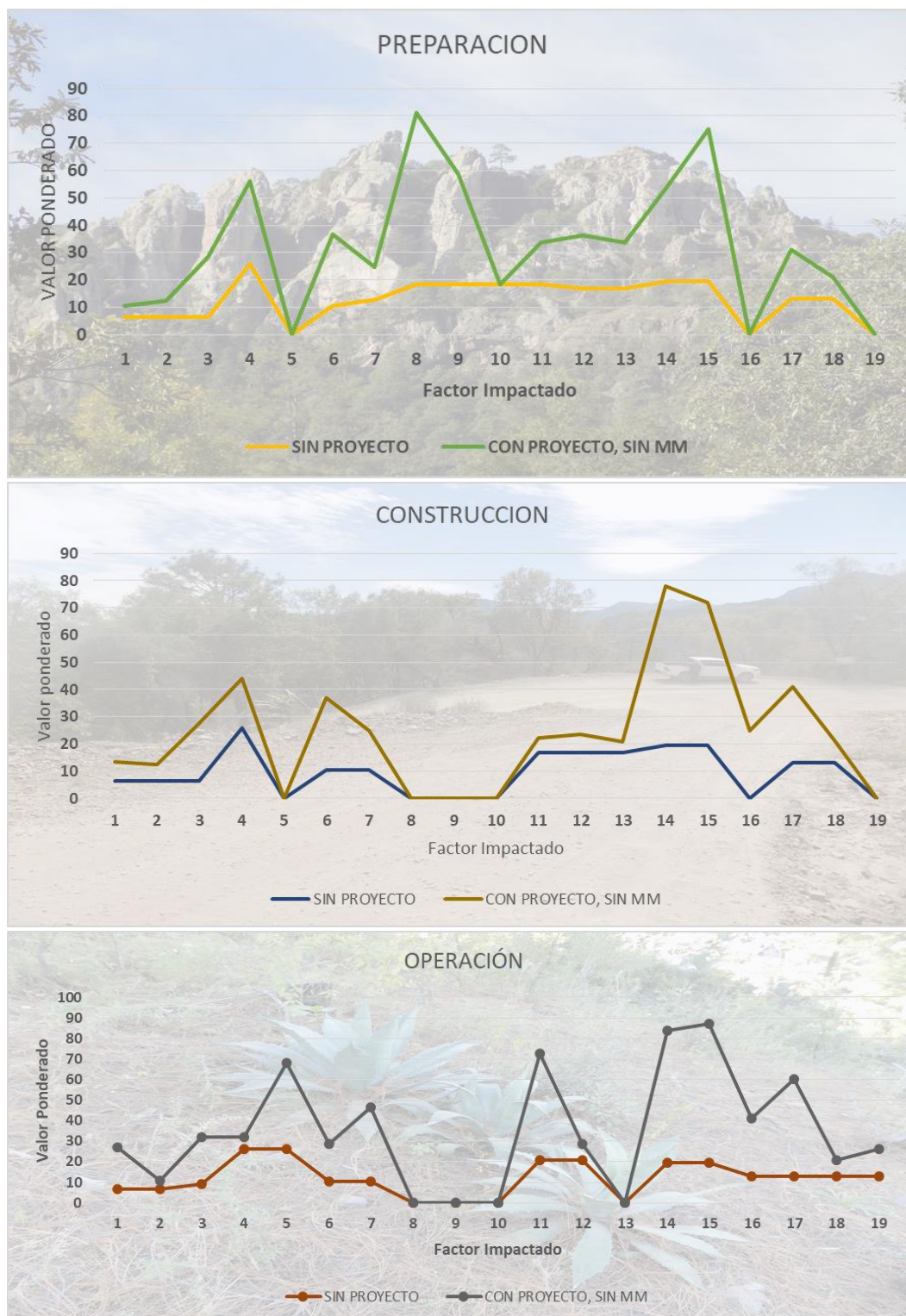


Figura VII-2. Comparación de las variables analizadas en los dos primeros escenarios

Los elementos ambientales con mayor afectación por el inicio de actividades del proyecto son la flora, paisaje y el suelo, ya que el desarrollo del proyecto requiere de actividades involucradas el acondicionamiento de un área para el manejo y disposición de los jales que resultan del beneficio de minerales en la planta HERIMOVÍ; la relación de estos componentes, se basa en que la flora mantiene



una estructura horizontal y vertical sobre la condición presente. Considerando el área del proyecto, así como las condiciones actuales de impactos originados por actividades antropogénicas con anterioridad, los impactos serán debidamente atenuados.

La actuación del proyecto en el componente suelo ocasionará en el mediano plazo, aumento en la intensidad de la erosión, compactación, pérdida de humedad y la pérdida de materia orgánica de manera puntual.

El escenario ambiental se visualiza como compatible con el uso del suelo actual del área del proyecto, ya que de acuerdo a los lineamientos ambientales de la Unidad de Gestión Ambiental donde se encuentra inmerso el proyecto, no se contrapone a algún criterio ecológico establecido para la UGA involucrada. Las acciones consideradas para el manejo de la fauna y la flora del sitio, permiten su continuidad y evolución natural, ya que no se comprometen especies o ejemplares bajo alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El hecho de que el proyecto se encuentre en continuidad con la zona de crecimiento en el sector minero, en un área con cobertura vegetal; lo que ubica a la actividad propuesta como compatible con el entorno natural al implementarse las acciones de mitigación y compensación de impactos, en función de que la actividad que tendrá mayor impacto en el proyecto es la remoción de vegetación en el área debidamente delimitada. Y en este apartado, se desarrolla la proyección del escenario con la ejecución de esas medidas, a través de la valoración pronosticada de la calidad ambiental del área siguiendo las mismas metodologías aplicadas y descritas en los escenarios anteriores.

La adopción de este mecanismo sirve de base para la administración del seguimiento del desarrollo del proyecto. De esta manera es posible ir detectando si el escenario previsto y planificado efectivamente se concreta, y por lo mismo, si han sido eficaces las medidas atendidas contra los efectos adversos que genera el uso del suelo y los factores asociados.

Se busca dar una descripción objetiva del posible escenario en el área en donde se realizará el proyecto, una vez que se hayan aplicado las medidas de prevención, mitigación, restauración y/o compensación de impactos negativos que provoque el proyecto en los componentes ambientales del ecosistema donde se implementará. La predicción se basó en la dinámica que presentan los componentes ambientales y sus posibles interacciones entre ellos.



Cuadro VII-3. Valoración del pronóstico con Proyecto y medidas de mitigación

Factores impactados	No.	SIN PROYECTO	CON PROYECTO, SIN MM	CON PROY + MM	SIN PROYECTO	CON PROYECTO, SIN MM	CON PROY + MM	SIN PROYECTO	CON PROYECTO, SIN MM	CON PROY + MM
		PREPARACION			CONSTRUCCION			OPERACIÓN		
Calidad del aire	1	6.5	10.5	8	6.5	13.5	7	6.5	27	7.5
Niveles sonoros	2	6.5	12.5	18	6.5	12.5	7.5	6.5	11	7
Topografía	3	6.5	28.5	13	6.5	27.5	10	9	32	13.5
Escurremientos superficiales	4	26	56	30	26	44	30	26	32	30
Propiedades físicas y químicas	5	0	0	0	0	0	0	26	68	36
Potencial de erosión	6	10.4	36.8	17.6	10.4	36.8	15.2	10.4	28.8	16.8
Propiedades físicas	7	12.8	24.8	12.8	10.4	24.8	16	10.4	46.4	15.2
Distribución espacial y temporal de la vegetación	8	18.2	81.2	29.4	0	0	0	0	0	0
Cobertura vegetal	9	18.2	58.8	22.4	0	0	0	0	0	0
Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	10	18.2	18.2	18.2	0	0	0	0	0	0
Distribución espacial y temporal de la fauna	11	18.2	33.8	18.2	16.9	22.1	18.2	20.8	72.8	23.4
Hábitat de fauna	12	16.9	36.4	22.1	16.9	23.4	18.2	20.8	28.6	20.8
Especies de fauna protegidas	13	16.9	33.8	20.8	16.9	20.8	18.2	0	0	0
Cualidades estéticas	14	19.5	54	28.5	19.5	78	31.5	19.5	84	33
Continuidad paisajística	15	19.5	75	30	19.5	72	28.5	19.5	87	37.5
Servicios e infraestructura	16	0	0	0	0	25	15	13	41	24
Disposición de Residuos	17	13	31	14	13	41	15	13	60	20
Desarrollo económico	18	13	21	21	13	21	21	13	21	21
Uso del territorio para actividades productivas	19	0	0	0	0	0	0	13	26	26

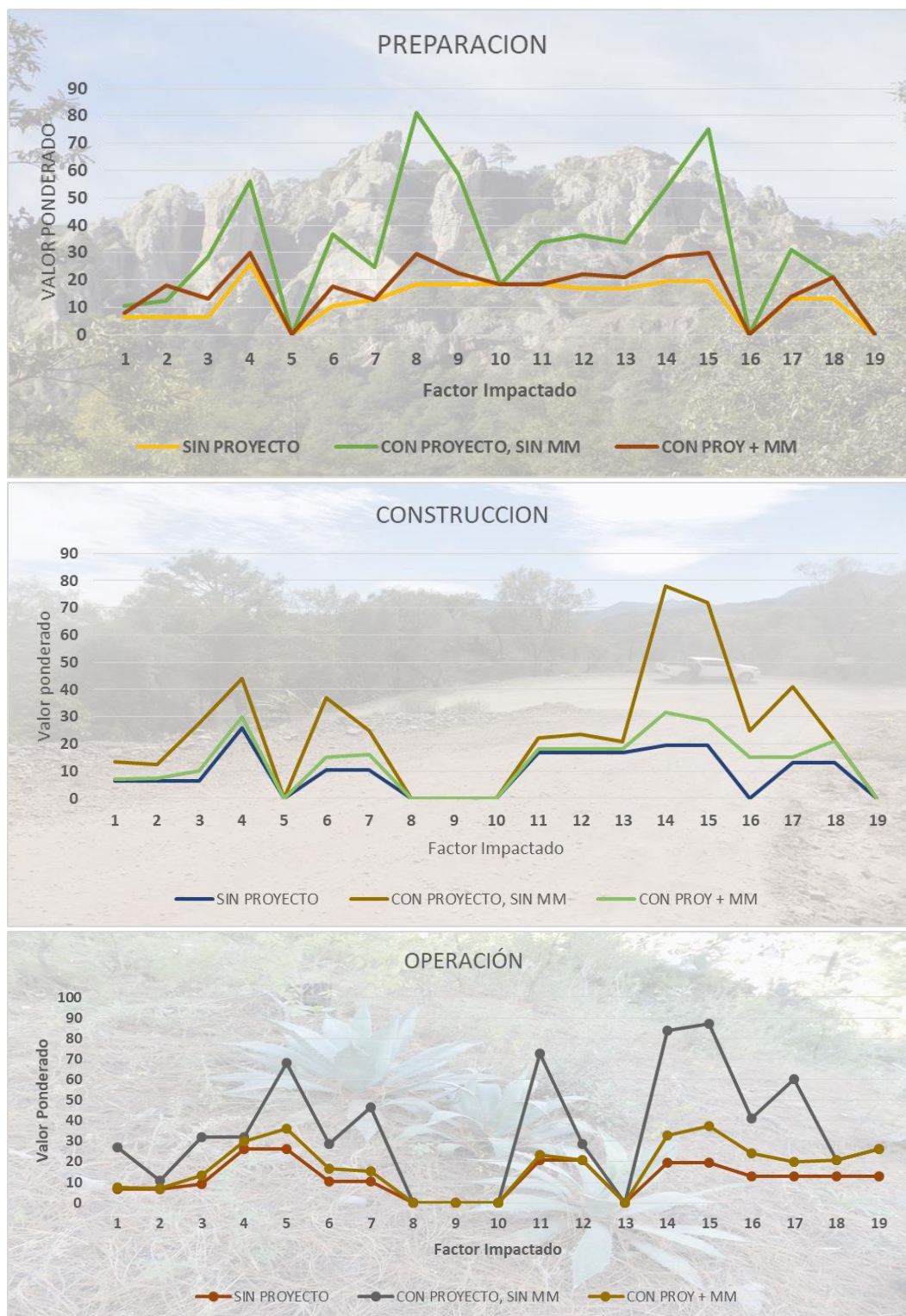


Figura VII-3. Comparación de los tres escenarios de acuerdo a cada etapa del proyecto

El acondicionamiento del área que compete el presente estudio, permitirá volver más eficiente el uso del suelo, ya que se podrá optimizar los recursos disponibles para satisfacer las expectativas del



proyecto y la demanda del servicio requerido, fomentado con el uso sustentable de los recursos naturales sin una afectación significativa.

Para compensar los efectos será necesario la implementación de acciones como obras de conservación de suelo (acomodo de material vegetal muerto) y revegetación con especies acordes al área de influencia del proyecto. Así como las especificaciones de la NOM-141-SEMARNAT-2003.

Finalmente, otros efectos positivos son la generación de empleos temporales para los habitantes de la región, contribuyendo así al desarrollo de la misma.

Durante muchos años el crecimiento económico y la conservación ambiental parecieron actividades totalmente incompatibles; no obstante, se han logrado avances importantes en la integración de los aspectos ambientales con los económicos y sociales, lo cual hace posible abordar de manera más eficaz los problemas de deterioro ecológico asociados al desarrollo pretendido.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

El programa que a continuación se presenta, detalla la observancia de las medidas propuestas para atenuar las afectaciones que la puesta en marcha del proyecto ocasionará. Se orienta a la atención de los potenciales impactos ambientales que se identificaron durante el proceso de formulación del presente documento, considerando las actividades propias que se desarrollarán durante y después de la ejecución del proyecto, de tal forma que se controle o minimice su probabilidad de ocurrencia.

Cabe mencionar que algunas medidas son redundantes, no obstante, se especifica el componente que se pretende prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar de los impactos que se generen.

En base al estado histórico que guarda el área del proyecto, en relación al nivel de impacto ocasionado por el hombre y a los impactos que ocasionará el proyecto, se puede ultimar que la puesta en marcha del proyecto no es un factor crítico que altere de manera considerable la naturaleza imperante del estado cero del área; por lo que las medidas de mitigación propuestas se presentan a continuación en los siguientes cuadros.

VII.2.1. Programa de vigilancia ambiental calendarizado

Se propone a efecto de garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental aquí señalados, así como de los términos y condicionantes que en su momento sean determinados por la autoridad competente, de tal manera que se efectúe lo estrictamente autorizado.

A manera de cumplir con los términos y condicionantes que se señalen, el presente Programa de Vigilancia Ambiental, será llevado a cabo por personal técnico especializado, el cual será nombrado y designado oportunamente para el seguimiento de los términos y condicionantes ambientales. Dicho responsable del seguimiento ambiental será el responsable de llevar a cabo las siguientes acciones:

- a) Efectuar recorridos en la zona del proyecto, en la zona de influencia donde se realizará el proyecto, durante las etapas de preparación, construcción y de operación del mismo, constatando el desarrollo de las actividades y el cumplimiento de los términos y condicionantes.
- b) Contar con una bitácora donde se registren todos los asuntos ambientales relacionados con la obra y que requieren alguna medida preventiva o correctiva, así como las acciones llevadas a cabo, con registros por día de las medidas llevadas a cabo para contrarrestarlas.



- c) Crear un acervo fotográfico durante las diversas etapas del proyecto; el cual se anexará a los diversos informes que se entregarán a las autoridades ambientales.
- d) Generar un registro documental conteniendo toda la documentación referente a los oficios, autorizaciones, facturas y recibos de compra de los diversos materiales, insumos, etc. que tengan relevancia en los aspectos ambientales del proyecto, mismo que también se anexará a los informes que se entregarán a la autoridad ambiental.
- e) Establecer una comunicación estrecha con el promovente y los diversos actores y responsables de las obras, a efecto de mantener la coordinación referente a estar debidamente informados sobre las actividades y los registros de la bitácora, así como verificar la comprensión y aplicación de todos los términos y condicionantes de la resolución de impacto ambiental, además de cerciorarse que no haya cambios en el proyecto autorizado, y, en caso de haberlos, estos puedan ser subsanados mediante el aviso previo a la autoridad a efecto de obtener la autorización respectiva.
- f) En caso de ser necesario, presentar sugerencias y recomendaciones a la autoridad ambiental ante posibles situaciones especiales que se llegaran a presentar.
- g) Recabar, integrar y analizar la información, a efecto de elaborar los informes de seguimiento ambiental correspondientes, en los cuales se plasmará la forma en que se ha llevado a cabo el cumplimiento de los términos y condicionantes señalados en el resolutivo respectivo.

Cuadro VII-4. Componente ambiental de la medida A1

Suelo (A)	Descripción
Medida A1	Queda estrictamente prohibido realizar actividades de reparación o mantenimiento a la maquinaria y vehículos en áreas propensas a ser contaminadas por hidrocarburos y que no cuenten con las condiciones aptas para realizar dichas labores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Prevenir la contaminación del suelo cuando se realicen reparaciones y suministro de combustible en el área del proyecto. La selección de los parámetros de medición está determinada por las formas de contaminación y/o alteración ambiental (parámetros fisicoquímicos para el caso de suelo), así como por la normatividad ambiental vigente.
Indicador de cumplimiento	Detección de agentes contaminantes por medio de mg/kg base seca
Indicador de éxito	Superficie desprovista de afectaciones por agentes contaminantes
Umbral de alerta	Detección de material edáfico con contenido de hidrocarburos, lubricantes u otro agente nocivo
Umbral inadmisibile	Suelo contaminado o impregnado
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación, Construcción y Operación
Medidas de urgencia	Recolección de tierra contaminada mediante la metodología adecuada para su disposición final



Cuadro VII-5. Componente ambiental de la medida A2

Suelo (A)	Descripción
Medida A2	Manejo de residuos
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Manejar adecuadamente los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto
Indicador de cumplimiento	Inspección visual en la detección de residuos (gr/kg base seca)
Indicador de éxito	Cantidad de Residuos inorgánicos recolectados al año
Umbral de alerta	Excedencia de la proporción o límite máximo permisible de gr/kg base seca de material edáfico afectado
Umbral inadmisibile	Contaminación del área de influencia del proyecto
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Toda el área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de recolección y manejo adecuado de los residuos generados

Cuadro VII-6. Componente ambiental de la medida A3

Suelo (A)	Descripción
Medida A3	Reforestación
Tipo de medida	Mitigación, restauración y compensación
Objetivo	Coadyuvar en evitar la degradación del suelo por la pérdida de vegetación
Indicador de cumplimiento	Superficie reforestada (ha o m ²)
Indicador de éxito	Compensación de la tasa de erosión potencial expresada en ton/ha/año
Umbral de alerta	incremento de pérdida del suelo en ton/ha/año
Umbral inadmisibile	Erosión laminar evidente
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas contempladas en la cartografía
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Incremento de cobertura vegetal

Cuadro VII-7. Componente ambiental de la medida A4

Suelo (A)	Descripción
Medida A4	Estrictamente se prohíbe el vertido al suelo de cualquier hidrocarburo
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar la contaminación del suelo por agentes derivados del petróleo
Indicador de cumplimiento	Modificación de las características físicas y químicas del suelo detectadas en mg/kg base seca
Indicador de éxito	caracterización y gestión legalmente exigida de los suelos contaminados (si hubiesen aparecido)
Umbral de alerta	Excedencia de los indicadores expuestos en las Tablas 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT-2012
Umbral inadmisibile	Detección excesiva de mg/kg base seca de hidrocarburos en el material edáfico
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Operación
Medidas de urgencia	Acciones de recolección y saneamiento de suelos contaminados

A continuación, se presentan las Tablas 2 y 3 contenidas en la NOM-138-SEMARNAT-2012, haciendo alusión a los límites máximos de agentes contaminantes de origen hidrocarburo, así como el Apéndice informativo donde se ejemplifica el procedimiento para darle seguimiento a un suelo contaminado.

TABLA 2.- Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo

FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2008
Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2008
Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006

NOTA 1:

1. Para usos de suelo mixto, deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.

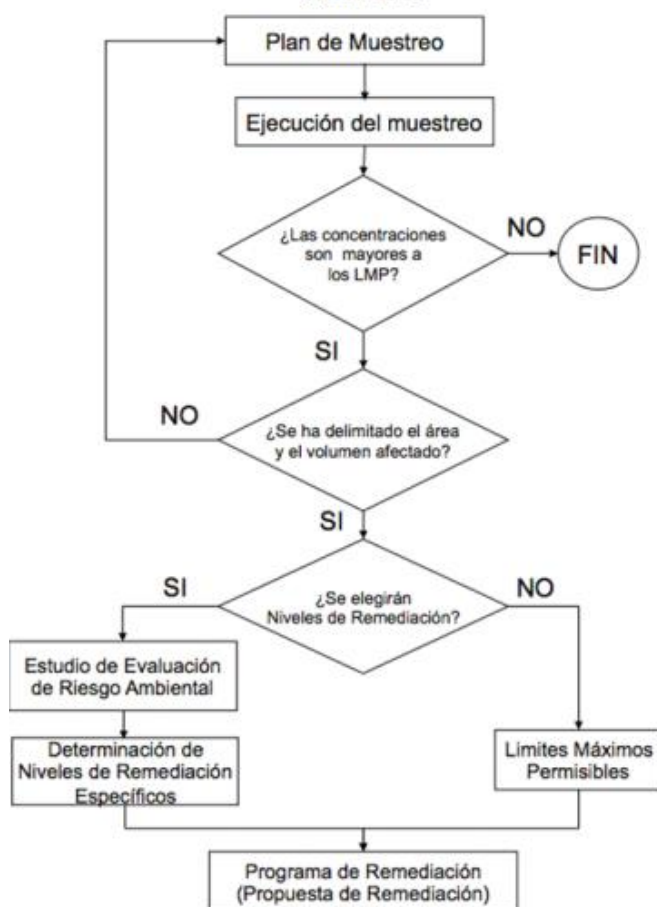
TABLA 3.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

HIDROCARBUROS ESPECÍFICOS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Benceno	6	6	15	NMX-AA-141-SCFI-2007
Tolueno	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Etilbenceno	10	10	25	NMX-AA-141-SCFI-2007
Xilenos (suma de isómeros)	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Benzo[a]pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Dibenzo[a,h]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[a]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[b]fluoranteno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[k]fluoranteno	8	8	80	NMX-AA-146-SCFI-2008
Indeno (1 ,2,3-cd)pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008

NOTA 2:

1. Para usos de suelo mixto deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.

DIAGRAMA GENERAL DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN SITIO CONTAMINADO



Cuadro VII-8. Componente ambiental de la medida A5

Suelo (A)	Descripción
Medida A5	Conservación de suelos
Tipo de medida	Mitigación, restauración y compensación
Objetivo	Mitigar, restaurar y compensar la degradación del suelo por la puesta en marcha del proyecto con acciones de conservación
Indicador de cumplimiento	Compensación de la proporción de erosión expresada en ton/ha/año por el cambio de uso del suelo
Indicador de éxito	Minimización de la tasa de erosión expresada en ton/ha/año
Umbral de alerta	Perdida de la capa superior del suelo por arrastre laminar, formación de cárcavas, deslizamientos, etc.
Umbral inadmisibles	Excedencia de la erosión actual estimada en el SA por la intervención del proyecto expresada en ton/ha/año
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas degradadas en la zona de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Revegetación en áreas degradadas y obras de conservación de suelo, propuestas en el Programa de Restauración Ecológica



Para un análisis más detallado de las características del suelo, a continuación, se presenta una tabla conteniendo una serie de indicadores como apoyo a los descritos en las tablas anteriores con la finalidad de garantizar un análisis más profundo del monitoreo de la calidad ambiental del componente ambiental suelo.

Cuadro VII-9. Conjunto de indicadores físicos, químicos y biológicos propuesto para monitorear los cambios que ocurren en el suelo (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin, 1994; Seybold et al., 1997)

Propiedad	Relación con la condición y función del suelo	Valores o unidades relevantes ecológicamente; comparaciones para evaluación
<i>Físicas</i>		
Textura	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo.	% de arena, limo y arcilla; pérdida del sitio o posición del paisaje.
Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces	Estima la productividad potencial y la erosión.	cm o m.
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lavado; productividad y erosividad.	minutos/2.5 cm de agua y g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte, y erosividad; humedad aprovechable, textura y materia orgánica	% (cm ³ /cm ³), cm de humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación
<i>Químicas</i>		
Materia orgánica (N y C total)	Define la fertilidad del suelo; estabilidad; erosión.	Kg de C o N ha ⁻¹
pH	Define la actividad química y biológica.	Comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana.
Conductividad eléctrica	Define la actividad vegetal y microbiana.	dSm-1; comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana.
P, N, y K extractables	Nutrientes disponibles para la planta, pérdida potencial de N; productividad e indicadores de la calidad ambiental.	Kg ha ⁻¹ ; niveles suficientes para el desarrollo de los cultivos.
<i>Biológicas</i>		
C y N de la biomasa microbiana	Potencial microbiano catalítico y depósito para el C y N, cambios tempranos de los efectos del manejo sobre la materia orgánica.	Kg de N o C ha ⁻¹ relativo al C y N total o CO ₂ producidos.
Respiración, contenido de humedad y temperatura	Mide la actividad microbiana; estima la actividad de la biomasa.	Kg de C ha ⁻¹ d ⁻¹ relativo a la actividad de la biomasa microbiana; pérdida de C contra al reservorio total de C.
N potencialmente mineralizable	Productividad del suelo y suministro potencial de N.	Kg de N ha ⁻¹ d ⁻¹ relativo al contenido de C y N total.

Para el *componente clima*, se debe considerar que un adecuado manejo de la calidad del aire requiere de un enfoque integral que incluya, entre otros elementos, un sistema de monitoreo del aire (WB, 1998). Este monitoreo consiste en medir, analizar y procesar continuamente las concentraciones de contaminantes en el lugar y tiempo determinados. Con los datos del monitoreo se pueden conocer las tendencias de la calidad del aire, así como determinar qué áreas cumplen con las normas establecidas.



Cuadro VII-10. Componente ambiental de la medida B1

Clima (B)	Descripción
Medida B1	Control de emisiones de contaminantes a través de las NOM`s 041 y 045
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Regular la emisión de contaminantes
Indicador de cumplimiento	Detección sobre la regularización o los límites por encima de los expresado en las tablas de la Norma (1ppm=1mol/106 mol)*
Indicador de éxito	Nivel de concentración en la contaminación del aire
Umbral de alerta	Emisiones que excedan los límites permisibles (a continuación, se presentan los límites a los que se deberán ajustar las emisiones)
Umbral inadmisibles	Detección que exceda la regularización o los límites permisibles, incremento en la opacidad del entorno por emisiones
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Control de contaminantes y ruido en base a la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017

*los niveles de emisión de acuerdo a la NOM-041-SEMARNAT-2006 son los siguientes:

Los límites máximos permisibles de emisión de gases provenientes del escape de los vehículos de pasajeros en circulación en función del año-modelo, son los establecidos en las Tablas 1, 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno	Dilución	
				Min.	Máx.
	(HC) (ppm)*	(CO) (% Vol)	(O ₂) (% Vol)	(CO + CO ₂) (% Vol)	
1979 y anteriores	450	4.0	3.0	13	16.5
1980 a 1986	350	3.5	3.0	13	16.5
1987 a 1993	300	2.5	3.0	13	16.5
1994 y posteriores	100	1.0	3.0	13	16.5

Los límites máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación, en función del año-modelo, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 2

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno	Dilución	
				Mín.	Máx.
	(HC) (ppm)*	(CO) (% Vol)	(O ₂) (% Vol)	(CO + CO ₂) (% Vol)	
1979 y anteriores	600	5.0	3.0	13	16.5
1980 a 1985	500	4.0	3.0	13	16.5
1986 a 1991	400	3.5	3.0	13	16.5
1992 a 1993	350	3.0	3.0	13	16.5
1994 y posteriores	200	2.0	3.0	13	16.5

Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxido de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución; así como el valor de lambda proveniente del escape de los vehículos de pasajeros en circulación que usan gasolina como combustible, en función del año-modelo, son los establecidos en la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 3

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno	Óxido de Nitrógeno	Dilución		Lambda
					Mín.	Máx.	
	(HC) (ppm)*	(CO) (% Vol)	(O ₂) (% Vol)	(NO) (ppm)	(CO + CO ₂) (% Vol)		□
1990 y anteriores	150	1.5	3.0	2500	13	16.5	1.1
1991 y posteriores	100	1.0	3.0	1500	13	16.5	1.05

De acuerdo a la **NOM-045-SEMARNAT-2017** los límites máximos permisibles son los siguientes:

TABLA 1.- Límites máximos permisibles de opacidad del humo en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kg.

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m ⁻¹)	Por ciento de opacidad (%)
2003 y anteriores	2.00	57.68
2004 y posteriores	1.50	47.53

TABLA 2.- Límites máximos permisibles de opacidad del humo en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea mayor a 3,856 kg.

Año-modelo del vehículo	Coefficiente de absorción de luz (m ⁻¹)	Por ciento de opacidad (%)
1997 y anteriores	2.25	61.99
1998 y posteriores	1.50	47.53



Cuadro VII-11. Componente ambiental de la medida B2

Clima (B)	Descripción
Medida B2	Regulación de la temperatura con presencia de cobertura vegetal
Tipo de medida	Mitigación, restauración, compensación
Objetivo	Realizar enriquecimiento de rodales para mitigar cambios de condiciones atmosféricas
Indicador de cumplimiento	Compensación de la Cobertura arbórea expresada en ha o m ² de vegetación establecida
Indicador de éxito	Sobrevivencia mayor al 80% de las plantas establecidas
Umbral de alerta	Desequilibrio en la compensación de la evapotranspiración expresada en m ³ /año causado por las actividades de desmonte del proyecto
Umbral inadmisibles	Áreas de reforestación inferiores a la superficie afectada
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Reforestaciones de áreas vulnerables a degradación

Cuadro VII-12. Componente ambiental de la medida D1

Agua (D)	Descripción
Medida D1	Prohibir estrictamente el vertido a los escurrimientos superficiales de residuos contaminantes
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar la contaminación del agua por hidrocarburos principalmente
Indicador de cumplimiento	Detección de agentes contaminantes a través de mg/L (a continuación, se mencionan algunos elementos que pueden ser analizados mediante análisis de laboratorio)
Indicador de éxito	Comparación igual o menor a los resultados del análisis de parámetros sobre el agua**
Umbral de alerta	Manejo inadecuado de agentes contaminantes vertidos en los cuerpos de agua
Umbral inadmisibles	Modificación de las características físicas y químicas del agua en base al monitoreo realizado en los diferentes puntos del área de influencia, considerando el análisis de diferentes elementos**
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Cuerpos de agua en el área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Acciones de saneamiento de agua contaminada

**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, Arsénico, coliformes fecales y metales como plomo, cadmio, cobre, zinc.

De igual manera se presentan los criterios ecológicos de calidad del agua:

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”



Niveles máximos en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad			
SUSTANCIA O PARAMETRO	FUENTE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	RECREATIVO CON CONTACTO PRIMARIO	RIEGO AGRICOLA
ACENAPTENO	0.02		
ACIDO 2,4 DICLOROFENOXIACETICO	0.1		
ADRILOMITRILLO (II)	0.0006 (III)		
ACROLEINA	0.3		0.1
ALCALINIDAD (como CaCO ₃)	400.0		
ALDRIN (II)	0.00003 (III)	0.00005	0.02
ALUMINIO	0.02		5.0
ANTIMONIO	0.1		0.1
ARSENICO (II)	0.05 (III)		0.1
ASBESTOS (II) (fibras/l)	3000 (III)		
ASPECTOS ESTETICOS	(V)	(V)	(V)
PARIO	1.0		
BENCENO (II)	0.01 (III)		
BENCIDINA (II)	0.000001 (III)		
BERILIO (II)	0.00007 (III)		
BIFENILOS POLICLORADOS (II)	0.0000008 (III)	(VI)	
BHC (II) (VII)			
BHC (LINDANO)	0.003 (III)		
BIS (2-CLOROETIL) ETER	0.0003 (III)		
BIS (2-CLOROISOPROPIL) ETER	0.03 (III)		
BIS (2-ETILHEXIL) FTALATO	32.0		
4-BROMOFENIL-FENIL-ETER			
BORO (II)	1.0		0.7 (XI)
BROMOFORMO (II)	0.002 (III)		
BROMURO DE METILO	0.002		
CADMIO (II)	0.01		0.01
CARBONO ORGANICO: -EXTRACTABLE EN ALCOHOL	1.5		
-EXTRACTABLE EN CLOROFORMO	3.0		
CIANURO (como CN-)	0.2	0.02	0.02
CLORDANO (II) (MEZCLA TECNICA DE METABOLITOS)	0.003 (III)	0.00002	0.003
CLORO RESIDUAL			
CLORO BENCENO	0.02		
2 CLORO ETIL VINIL ETER			
2 CLOROFENOL	0.03		

CLOROFORMO (II)	0.03 (III)		
CLORONAFTALENOS			
CLORUROS (como Cl-)	250.0		147.5
CLORURO DE METILENO	0.002 (III)		
CLORURO DE METILO	0.002 (III)		
CLORURO DE VINILO	0.02 (III)		
COBRE	1.0		0.20
COLIFORMES FECALIS (NMP/100 ml)	1000.0	(XVIII)	1000.0
COLOR (unidades de escala Pt-Co)	75.0		
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mmhos/cm)			1.0 (XX)
CROMO HEXAVALENTE	0.05		1.0
DDD (II)	0.0000002 (III)		
DDE (II)			0.04
DDT (II)	0.001 (II)	0.000005	
DICLOROBENCENOS	0.4		
1,2 DICLOROETANO (II)	0.005		
1,1 DICLOROETILENO (II)	0.0003		
1,2 DICLOROETILENO (II)	0.0003		
2,4-DICLOROFENOL	0.03		
1,2 DICLOROPROPANO			
1,2 DICLOROPROPILENO	0.09		

Cuadro VII-13. Componente ambiental de la medida E1

Flora (E)	Descripción
Medida E1	Indicaciones de conservación de la flora silvestre a los trabajadores (Capacitaciones)
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la flora silvestre
Indicador de cumplimiento	Compensación de la densidad relativa en el área de influencia de las especies registradas en el proyecto
Indicador de éxito	Número de individuos rescatados y reubicados
Umbral de alerta	Disminución significativa de los valores de importancia ecológica de las especies registradas en el área del proyecto y presentes en el SA
Umbral inadmisibles	Descompensación de la densidad y frecuencia de las especies registradas
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación, Construcción
Medidas de urgencia	Restricción a la extracción de flora silvestre en áreas sin autorización



Cuadro VII-14. Componente ambiental de la medida E2

Flora (E)	Descripción
Medida E2	Manejo adecuado de residuos peligrosos
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la flora silvestre
Indicador de cumplimiento	Detección de mg/kg base seca de agentes contaminantes en áreas con cobertura vegetal
Indicador de éxito	Disminución o ausencia de proporciones de contaminantes o residuos en la superficie del proyecto y área de influencia
Umbral de alerta	Procedimiento inadecuado en el saneamiento y remediación de alguna afectación al recurso flora silvestre
Umbral inadmisibles	Disminución en la densidad y frecuencia relativa de las especies de flora silvestre registradas en el área de influencia
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Implementación de un programa emergente de limpieza

Cuadro VII-15. Componente ambiental de la medida E3

Flora (E)	Descripción
Medida E3	Reforestación con especies acordes al área del proyecto mediante material vegetativo
Tipo de medida	Compensación
Objetivo	Incrementar la cubierta vegetal en áreas limítrofes al proyecto
Indicador de cumplimiento	Compensación del área desmontada con el establecimiento de superficies (ha o m ²) de enriquecimiento de rodales
Indicador de éxito	Sobrevivencia superior del 80% de las plantas establecidas
Umbral de alerta	Disminución significativa en la superficie con cobertura vegetal en el SA
Umbral inadmisibles	Baja densidad de especies en comparación al estado actual
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	preparación del proyecto
Medidas de urgencia	Ejecución emergente de reforestación (Reforestación)

Cuadro VII-16. Componente ambiental de la medida F1

Fauna (F)	Descripción
Medida F1	Indicaciones de conservación de la fauna silvestre a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar la mortandad de ejemplares de fauna silvestre
Indicador de cumplimiento	Número de individuos o ejemplares rescatados y reubicados
Indicador de éxito	Ausencia de individuos o ejemplares de fauna registrados con mortandad por atropellamiento
Umbral de alerta	Mortandad de individuos de fauna silvestre
Umbral inadmisibles	Disminución significativa en la densidad y frecuencia relativas
Tipo de verificación	Visual en campo



Fauna (F)	Descripción
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación del Sitio, Construcción y Operación
Medidas de urgencia	Programa de Protección y Rescate de Flora y Fauna Silvestre. Elaboración de Bitácoras de Rescate

Cuadro VII-17. Componente ambiental de la medida F2

Fauna (F)	Descripción
Medida F2	Instalación de señalamientos alusivos a la protección de la fauna en el área de influencia del proyecto
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Promover ante los trabajadores y pobladores la protección de la fauna silvestre
Indicador de cumplimiento	Presencia de señalamientos y número de operadores capacitados
Indicador de éxito	Numero de capacitaciones impartidas
Umbral de alerta	Vehículos a velocidades altas y deceso de ejemplares de fauna silvestre
Umbral inadmisibles	Ausencia de señalamientos y disminución en la abundancia relativa de fauna silvestre
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación del Sitio, Construcción y Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Acciones de ayuda a la conservación de especies vulnerables

Cuadro VII-18. Componente ambiental de la medida F3

Fauna (F)	Descripción
Medida F3	Construcción de refugios artificiales (mejoramiento del Hábitat)
Tipo de medida	Compensatoria
Objetivo	Compensar la disminución del hábitat en proyectos puntuales
Indicador de cumplimiento	Continuidad en la frecuencia relativa de ejemplares y especies de fauna registrados
Indicador de éxito	Porcentaje de la superficie del ámbito hogareño de especies susceptibles con mejoras
Umbral de alerta	Disminución en la frecuencia y abundancia relativa de ejemplares registrados
Umbral inadmisibles	Ausencia de fauna silvestre (disminución significativa en los valores de importancia ecológica de las especies registradas)
Tipo de verificación	Visual en campo, elaboración de Bitácoras y aplicación de índices de biodiversidad
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación del Sitio, Construcción y Operación del proyecto
Medidas de urgencia	Acciones de mitigación y conservación



Cuadro VII-19. Componente ambiental de la medida G1

Paisaje (G)	Descripción
Medida G1	Compensación del área del proyecto a través de actividades de enriquecimiento de rodales y obras de conservación de suelos
Tipo de medida	Compensación
Objetivo	Resiliencia del proyecto en el entorno a través de la compensación por las áreas impactadas
Indicador de cumplimiento	Enriquecimiento de rodales igual o superior a la superficie de cambio de uso del suelo (ha o m ²) incluyendo los ejemplares de cactáceas reubicados
Indicador de éxito	Incremento en la cobertura vegetal del área propuesta para enriquecimiento de rodales y reubicación de especies de importancia ecológica
Umbral de alerta	Fragmentación progresiva de la calidad visual del paisaje
Umbral inadmisibles	Disminución significativa en la valoración del paisaje a través de la metodología empleada para el análisis del paisaje
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación, Construcción y Operación
Medidas de urgencia	Ejecutar las medidas de compensación y mitigación como se menciona

Cuadro VII-20. Componente ambiental de la medida H1

Socioeconómico (H)	Descripción
Medida H1	Dotar de equipo de protección a los trabajadores
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar accidentes a los trabajadores
Indicador de cumplimiento	Porcentaje de operadores provistos de EPP y debidamente capacitados
Indicador de éxito	Disminución ausencia en el número de Accidentes registrados por temporada de tiempo
Umbral de alerta	Falta de equipo en los trabajadores e incremento en el número de accidentes
Umbral inadmisibles	Lesiones o daños en algún trabajador
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Personal que labore en el proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación, Construcción y Operación
Medidas de urgencia	Dotar de equipo al personal en base a la NOM-017-STPS-2008

Cuadro VII-21. Componente ambiental de la medida H2

Socioeconómico (H)	Descripción
Medida H2	Contratar personal de la región donde se ejecuta el presente proyecto
Tipo de medida	Compensación
Objetivo	Dar preferencia a trabajadores de la región donde se desarrolla el proyecto
Indicador de cumplimiento	Número de empleos permanentes y temporales generados
Indicador de éxito	Mantenimiento y/o incremento de la plantilla laboral
Umbral de alerta	Bajo o nulo crecimiento económico expresado en personas económicamente activas
Umbral inadmisibles	Ausencia de trabajadores no calificados de la región
Tipo de verificación	Reporte de relación de trabajadores



Socioeconómico (H)	Descripción
Áreas de verificación	Gabinete
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Contratación de personal no calificado de la región

VII.3. Conclusiones

En base al diagnóstico y los pronósticos de los escenarios considerados en la interacción del proyecto con el Sistema Ambiental y con las medidas correspondientes, este proyecto no representa un agente importante que pueda impactar de forma determinante y/o trascendente los procesos biológicos, evolutivos, físico-químico u otros que presenta actualmente el nicho ecológico que lo acoge, principalmente por el nivel de perturbación que presenta el sitio, esto ocasionado por las actividades de origen antropogénico presentes en la zona.

Una vez analizados todos los elementos, con referencia y perspectiva al entorno ecológico y social, tanto de ejecución como de las consecuencias ambientales, una vez terminado el proyecto y puesto en operación, y teniéndolo visualizado y evaluado de forma cuantitativamente se puede concluir que, el proyecto, traerá beneficios para la región donde se desarrollará, además de traer más oportunidades de desarrollo para esta zona del estado.

Es de suma importancia dar un manejo adecuado a las medidas destinadas a la reducción de los efectos adversos producidos en los diferentes componentes ambientales, como lo es la revegetación y las obras de conservación de suelo, las cuales tienen el objetivo primordial de contribuir a la conservación del equilibrio ecológico y evitar indirectamente la pérdida de la riqueza del ecosistema que se afectará.

Por otra parte, debido a que el área del proyecto se ubica en un sitio con condiciones adecuadas para el establecimiento del proyecto, se encuentra moderadamente perturbada, la integridad funcional del sistema ambiental ha sido afectada gradualmente, sin embargo el proyecto no aumentará significativamente el nivel de fragmentación en consideración de ser un proyecto de carácter puntual a diferencia de una carretera o autopista de forma lineal que pudiera interpretarse como una barrera a comparación del presente proyecto, la pérdida ambiental consiste principalmente en la disminución de la cobertura vegetal, emisiones de partículas contaminantes y polvos sedimentables, excavaciones, no obstante, se proponen medidas como reforestación, acomodo de material vegetal muerto, rescate de ejemplares de fauna, para garantizar la sobrevivencia de especies nativas la sobrevivencia de la vida silvestre dentro del Sistema Ambiental.

Se consideró el estado actual del área, que se encuentra moderadamente impactada debido a los factores antes mencionados. Una vez analizados todos los elementos, con perspectiva en el entorno ecológico y social, tanto de ejecución como en la implementación de las medidas de mitigación, terminada la instalación del proyecto y puesto en operación, teniéndolo visualizado y evaluado de forma cualitativa y cuantitativamente, se puede concluir que *el proyecto es ambientalmente VIABLE.*



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

VIII.1. Formatos de presentación

La presente Manifestación de impacto Ambiental se presenta de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 12 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente.

VIII.1.1. Planos definitivos

Se presenta en el Anexo 4.

VIII.1.2. Fotografías

Se presenta un álbum Fotográfico en el Anexo 11.

VIII.1.3. Videos

No se filmó.

VIII.1.4. Lista de flora y fauna

Integradas en el Numeral IV.3.

VIII.1.5. Bibliografía

Brown, D. E. 1982. Biotic Communities of the American Southwest, United States and Mexico Desert Plants, Vol. 4 (1-4). 315 p.

Caire, W. 1978. The Distribution and Zoogeography of the Mammals of Sonora, Mexico. Vols. I, II, III, IV. 613 p.

Cartas de Uso de Suelo y Vegetación, Topografía, Cuencas, Suelos y Geología en formato digital INEGI (Escala 1: 250,000) y Climas y Fisiografía a una escala de 1: 1,000,000.

Comisión Nacional Forestal. Protección, restauración y conservación de suelos forestales, Manual de obras y prácticas. 2007. Tercera Edición. 298 p.

Conesa Fernandez-Vítora, V. 2000. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. 412 p.

Crump, M. L. y N. J. Scout. 1994. Visual Encounter Surveys In: Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians. Eds. Heyer, W., M. A., Donnelley, R. A., McDiamind, L. C., Hayee & M. C., Foster. Smithsonian Institution Press. Washigton DC. USA.

Dee, N., J. Baker, N. Drobny, K. Duke, y D. Fahringer. 1972. Sistema de evaluación ambiental para la planificación de los recursos de agua (a Bureau of Reclamation del Departamento de Interior de los EE.UU.). Battelle laboratory Columbus, Columbus, Ohio. 188 p.

Dee, N., J. Baker, N. Drobny, K. Duke, I. Whitman, y D. Fahringer. 1973. Un sistema de evaluación ambiental para la planificación de los recursos hídricos. Water Resources Research, vol. 9, No. 3, junio, Pp. 523-535.

Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. México.



- FAO, 1996. Forest Resources Assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Number 130, Rome.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. CONABIO, UNAM. México. 439 p.
- Forman, R.T.T. 1995: Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 632 p.
- Gallina, S. & C. López-Gonzales (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen I. universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C. Querétaro, México. 377 pp.
- González, Bernáldez F. 1973. Estudio Ecológico de la Subregión de Madrid. COPLACO. Madrid, España.
- Hall, Raymond E. 1981. The Mammals of North America. Jhon Wiley & Sons Inc, New York, United States of America. Pp. 1177.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley Federal del trabajo.
- MacArthur, R. H. y MacArthur, J. W. 1961. On bird species diversity. American Naturalist. USA.
- Martínez, M. 1987. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. Pp. 1247.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Moreno, C. E. 2001, Métodos para medir la biodiversidad, CYTED, Manuales y Tesis SEA1.
- Montoya, R., Vía, M., Serrano, G. y García, J. C. 2002. SIG, paisaje y visibilidad en la Comarca Noreste de Segovia. X Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección. Valladolid, España.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Nueva York. USA. 547 p.
- National Geographic. 1987. Field Guide to the Birds of North America. National Geographic Society. Washington, D. C. Pp. 480.
- O'Neill, R, Gardner, R. Turner, M. 1992. A hierarchical neutral model for landscape analysis. Landscape Ecology, 7 (1): 55-61.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México Guía de Campo de Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. Editorial Diana. México. 473 p.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.



Pyle, P. 1997. Identification Guide to North American Birds, Part 1. Slate Creek Press. Bolinas, California. USA.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango

Ramamoorthy T.R. 1993 Biological Diversity of Mexico, Origins and distribution. Oxford University Press. New York. USA. 812 p.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 112-113.

Rzedowski, J. y T. Reyna-Trujillo. 1990. Divisiones Florísticas en: Tópicos Fitogeográficos (provincias, matorral xerófilo y cactáceas). Atlas Nacional de México, Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432 p.

Rzedowski, J. y M. Equihua. 1987. Atlas Cultural de México (flora). Secretaria de Educación Pública. Grupo editorial Planeta. México. 222 p.

Sibley, D. A. 2000. The Sibley Guide To Birds. National Audubon Society. Nueva York USA.

Stebbins, R. C. 1985. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians. The Peterson Field Guide Series.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). (1992). 'Inventario Nacional de Gran Visión, 1991-1992; uso de suelo y vegetación'. Escala 1:1000000. Subsecretaria Forestal y de la Fauna Silvestre, SARH, México.

Linstone, H. y M. Turoff. 1975. The Delphi Method: Techniques and Applications. Editors Addison-Wesley. Publishing Co. Inc.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). (1992). 'Inventario Nacional de Gran Visión, 1991-1992; uso de suelo y vegetación'. Escala 1:1000000. Subsecretaria Forestal y de la Fauna Silvestre, SARH, México.

White, D., P. G. Minotti, M. J. Barczak, J. C. Sifneos, K. E. Freemark, M. V. Santelmann, C. F. Steinitz, A. Ross Kiester, & E. M. Preston. 1997. Assessing risk to biodiversity from future landscape change. Conservation Biology 11:349-360.

Wiens, J.A., & Milne, B.T. (1989). Scaling of landscapes in landscape ecology, or landscape ecology from a beetle's perspective. Landscape Ecology, 3(2), 87-96.

With, K. A. y Crist, T. O. (1995): "Critical thresholds in species responses to landscape structure", Ecology, nº 76, pp. 2446-2459.

www.conabio.gob.mx

www.semarnat.gob.mx

www.mexico.pueblosamerica.com/i/PotrerosinAgua

www.inegi.org.mx

www.sgm.gob.mx