

SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Proyecto:

“Depósito de Jales Filtrados HERIMOVÍ”

Dentro del municipio de Topia, Dgo.

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular



BENEFICIO MINERALES HERIMOVÍ
R.F.C. BMH111110BW7
TORANCE, TOPIA, DURANGO.

CONSULTORÍA FORESTAL Y AMBIENTAL “ING. ROBERTO TRUJILLO”



2023

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.....	11
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 atmosfera.....	48
II.2.10.	Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos	51
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO	52
III.1.	Análisis de los Instrumentos de planeación	52
III.1.1.	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.....	52
III.1.2.	Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 (PED).....	52
III.1.3.	Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio (PNDU-OT vigente).....	53
III.1.4.	Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024 (PROMARNAT)	53
III.1.5.	Vinculación del proyecto con relación a las Áreas de Importancia Ecológica.....	54
III.1.6.	Regiones Prioritarias	56
III.1.7.	Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's).....	56
III.1.8.	Regiones Hidrológicas Prioritarias	58

III.1.9. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA ^s).....	60
III.1.10. Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas	61
III.1.11. Ordenamiento Ecológico General del Territorio	62
III.1.12. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Durango	65
III.2. Análisis de Instrumentos Normativos.....	74
III.2.1. Leyes	74
III.2.2. Reglamentos	77
III.2.3. Normas Oficiales Mexicanas que regulan la preparación del área, construcción y operación del proyecto	80
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	157
IV.1. Delimitación del área de estudio.....	157
IV.2. Aspectos Abióticos	159
IV.2.1. Clima.....	159
IV.2.2. Geología y geomorfología	163
IV.2.3. Suelos.....	167
IV.2.4. Recursos Hidrológicos.....	170
IV.3. Aspectos bióticos.....	174
IV.3.1. Vegetación Terrestre	174
IV.3.2. Fauna.....	182
IV.4. Paisaje.....	187
IV.4.1. La Visibilidad.....	188
IV.4.2. La calidad visual del paisaje	189
IV.4.3. Fragilidad visual.....	194
IV.4.4. Conclusiones de la valoración del paisaje	199
IV.5. Medio socioeconómico (INEGI 2010).....	201
IV.5.1. Demografía.....	201
IV.5.2. Condición de actividad económica	201
IV.5.3. Vivienda y servicios básicos	201
IV.5.4. Servicios de salud.....	202
IV.5.5. Factores socioculturales	202
IV.6. Diagnóstico ambiental	203
IV.6.1. Integración e interpretación del inventario	203
IV.6.2. Síntesis del inventario ambiental	204
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	207
V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	207
V.1.1. Indicadores de impacto.....	211
V.1.2. Criterios y metodologías de evaluación.....	216
V.1.3. Conclusiones	232
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	234
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	234
VI.1.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o compensación por componente ambiental.....	235
VI.1.2. Factores Ambientales:	237
VI.2. Impactos residuales.....	243
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	244
VII.1. Pronóstico del escenario	244
VII.1.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	245

VII.1.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto (sin las medidas de mitigación)	247
VII.1.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	250
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.....	253
VII.2.1. Programa de vigilancia ambiental calendarizado	253
VII.3. Conclusiones	266
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	267
VIII.1. Formatos de presentación	267
VIII.1.1. Planos definitivos.....	267
VIII.1.2. Fotografías.....	267
VIII.1.3. Videos.....	267
VIII.1.4. Lista de flora y fauna	267
VIII.1.5. Bibliografía.....	267

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 II-12. Parámetros asociados a las unidades geotécnicas del sitio (modelo geotécnico)	39
Cuadro III-1. Áreas Naturales Protegidas presentes en el estado de Durango	55
Cuadro III-2. Regiones Terrestres Prioritarias presentes en el estado de Durango	56
Cuadro III-3. Regiones hidrológicas prioritarias presentes en el estado de Durango.....	58
Cuadro III-4. Áreas de Importancia para la Conservación de las aves presentes en el Estado de Durango	60
Cuadro III-5. Lineamientos ecológicos de la UGA No. 92 “Sierra Alta con Cañones 11”	66
Cuadro III-6. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS.....	77
Cuadro III-7. Vinculación con las normas aplicables	81
Cuadro III-8. Valores mensuales de la precipitación máxima en 24 hr (mm)	86
Cuadro III-9. Coeficiente de duración de lluvias entre 48 hr y 1 hr	87
Cuadro III-10. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.....	87
Cuadro III-11. Precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias	89
Cuadro III-12. Valor de las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.....	89
Cuadro III-13. Periodo de retorno de la tormenta de diseño.....	90
Cuadro III-14. Intensidad de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia de la misma	90
Cuadro III-15. Principales sistemas estructurales en los depósitos de jales	94
Cuadro III-16. Calculo de la capacidad de carga admisible.....	100
Cuadro III-17. Actividades sísmicas registradas.....	102

Cuadro III-18. Valores de K en función del tipo y uso del suelo	104
Cuadro III-19. Valor del coeficiente de escorrentía en función del uso del suelo y la textura del área de la subcuenca hidrológica.....	104
Cuadro III-20. Intensidades de lluvia de acuerdo al periodo de retorno	105
Cuadro III-21. Valores del K, en función del tipo del uso y tipo del suelo	107
Cuadro III-22. Resultados del análisis de agua arriba del sitio del proyecto	110
Cuadro III-23. Resultados del análisis de agua abajo del sitio del proyecto.....	111
Cuadro III-24. Análisis físico-químicos	114
Cuadro III-25. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo del proyecto (UTM WGS 84)	114
Cuadro III-26. 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	116
Cuadro III-27. Índice de completitud del estrato arbóreo para el proyecto	117
Cuadro III-28. 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.....	117
Cuadro III-29. Índice de completitud del estrato arbustivo para el sitio del proyecto	118
Cuadro III-30. 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	118
Cuadro III-31. Índice de Completitud del estrato herbáceo para en el proyecto.....	119
Cuadro III-32. Valores obtenidos de los modelos del estrato arbóreo del BPQ para en el sitio del proyecto.....	120
Cuadro III-33. Valores obtenidos de los modelos del estrato arbustivo del BPQ para el sitio del proyecto.....	121
Cuadro III-34. Valores obtenidos de los modelos del estrato herbáceo del BPQ para en el sitio del proyecto	122
Cuadro III-35. Tipo de condición en el área del proyecto	123
Cuadro III-36. Estimación de los diferentes estratos y sus indicadores	123
Cuadro III-37. Estimación de almacenamiento de jales.....	133
Cuadro III-38. Cantidad de cal a añadir por el Método SMP (Shoemaker et al., 1961).....	149
Cuadro III-39. Actividades sísmicas registradas.....	155
Cuadro IV-1. Formula climática y tipo de clima del sistema ambiental.....	159
Cuadro IV-2. Temperatura registrada en la Estación La Huerta.....	161
Cuadro IV-3. Registro de la precipitación en la Estación La Huerta.....	162
Cuadro IV-4. Principales rasgos geomorfológicos del Sistema Ambiental	163
Cuadro IV-5. Clave entidad, Clase, Tipo, Era y Sistema de la Geología presentes en el Sistema Ambiental	164
Cuadro IV-6. Longitud de segmentos de fallas en el Sistema Ambiental	164
Cuadro IV-7. Tipo de suelo presente en el Sistema Ambiental	167
Cuadro IV-8. Clasificación Hidrológica del Sistema Ambiental.....	170
Cuadro IV-9. Elementos hidrológicos predominantes en el SA.....	170
Cuadro IV-10. Disponibilidad de agua subterránea del acuífero identificado en el Sistema Ambiental	173
Cuadro IV-11. Distribución de los tipos de vegetación y uso del suelo presentes en el SA	174
Cuadro IV-12. Listado de Flora presente en el Sistema Ambiental	176
Cuadro IV-13. Calculo de los Índice de diversidad	180
Cuadro IV-14. Aves registradas en el Sistema Ambiental	183
Cuadro IV-15. Mamíferos registrados en el Sistema Ambiental	184
Cuadro IV-16. Anfibios y Reptiles registrados en el Sistema Ambiental.....	184
Cuadro IV-17. Estimación de Índices de diversidad de fauna silvestre en el SA.....	185
Cuadro IV-18. Formaciones visibles de la cuenca visual respecto al punto de observación.....	189
Cuadro IV-19. Valores a desnivel con respecto a la calidad fisiográfica	190
Cuadro IV-20. Frecuencia de clase de desnivel en la cuenca visual.....	190
Cuadro IV-21. Valores de Complejidad topográfica respecto a la Calidad Fisiográfica.....	190

Cuadro IV-22. Superficie de Formas estructurales en la Cuenca Visual	191
Cuadro IV-23. Valores de Diversidad de formaciones respecto a la Calidad de la Cubierta vegetal	191
Cuadro IV-24. Clasificación de la Diversidad de formaciones en la Cuenca Visual	191
Cuadro IV-25. Valores de Calidad Visual de las formaciones respecto a la Calidad de la Cubierta Vegetal	192
Cuadro IV-26. Clasificación de la calidad visual de las formaciones en la Cuenca Visual	192
Cuadro IV-27. Valores de la Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual.....	192
Cuadro IV-28. Valores de Densidad de Carreteras respecto al Grado de humanización.....	193
Cuadro IV-29. Valores de Densidad de población respecto al Grado de humanización	194
Cuadro IV-30. Valores de Cubierta Vegetal y uso del suelo respecto a la Fragilidad visual del punto de observación	195
Cuadro IV-31. Valores de pendiente respecto a la Fragilidad visual del punto de observación	196
Cuadro IV-32. Valores del relieve respecto a la Fragilidad visual del punto de observación	197
Cuadro IV-33. Valores de forma y tamaño respecto a la Fragilidad de la Cuenca Visual	197
Cuadro IV-34. Valores de Compacidad respecto a la Fragilidad de la Cuenca Visual	198
Cuadro IV-35. Valores de accesibilidad a carreteras.....	199
Cuadro IV-36. Valores de distancia a núcleos urbanos.....	199
Cuadro IV-37. Clasificación genérica de la valoración final de los elementos del paisaje.....	199
Cuadro IV-38. Valoración de las variables consideradas en el elemento de Calidad de paisaje	200
Cuadro IV-39. Valoración de las variables consideradas en el elemento de Fragilidad del paisaje	200
Cuadro IV-40. Viviendas particulares del municipio de Durango, 2010.....	202
Cuadro IV-41. Servicios básicos en las viviendas particulares del poblado Potrero sin Agua, 2010.....	202
Cuadro IV-42. Comparativo de la estimación general de las condiciones actuales y futuras.....	203
Cuadro IV-43. Descripción del pronóstico por componente ambiental	205
Cuadro V-1. Check list de las actividades susceptibles de producir impactos sobre el entorno natural.....	208
Cuadro V-2. Matriz simple de interacción de los componentes ambientales y las etapas del proyecto	209
Cuadro V-3. Estimación general de efectos sobre cada componente ambiental	210
Cuadro V-4. Indicadores de impacto sobre los factores ambientales.....	212
Cuadro V-5. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental	214
Cuadro V-6. Matriz de identificación de factores impactados	219
Cuadro V-7. Balance de impactos por etapas	219
Cuadro V-8. Resumen de los Valores numéricos asignables a los atributos de importancia del impacto.....	224
Cuadro V-9. Clasificación de importancia.....	225
Cuadro V-10. Matriz de importancia cuantitativa en la etapa de preparación del sitio	227
Cuadro V-11. Matriz de importancia en la etapa de construcción	228
Cuadro V-12. Matriz de importancia cuantitativa en la etapa de Operación.....	229
Cuadro V-13. Matriz de impactos ponderados	230
Cuadro V-14. Relación de los impactos benéficos identificados	232
Cuadro VI-1. Propuesta de medidas de mitigación de impactos	235
Cuadro VI-2. Medida de aplicación al Factor Geomorfología.....	237
Cuadro VI-3. Medida de aplicación al Factor Suelo.....	238
Cuadro VI-4. Medidas de aplicación al Factor Clima.....	239
Cuadro VI-5. Medidas de aplicación al Factor Aire.....	239
Cuadro VI-6. Medidas de aplicación al Factor Agua.....	240
Cuadro VI-7. Medidas aplicables al Factor Flora.....	240
Cuadro VI-8. Medidas de aplicación al Factor Fauna silvestre.....	241
Cuadro VI-9. Medidas de aplicación al Factor Paisaje	241
Cuadro VI-10. Medidas aplicables al Factor Socioeconómico.....	242
Cuadro VII-1. Valoración ponderada de los factores involucrados.....	246

Cuadro VII-2. Variables ambientales con la intervención del proyecto (sin medidas de mitigación)	248
Cuadro VII-3. Valoración del pronóstico con Proyecto y medidas de mitigación	251
Cuadro VII-4. Componente ambiental de la medida A1	254
Cuadro VII-5. Componente ambiental de la medida A2	254
Cuadro VII-6. Componente ambiental de la medida A3	254
Cuadro VII-7. Componente ambiental de la medida A4	255
Cuadro VII-8. Componente ambiental de la medida A5	257
Cuadro VII-9. Componente ambiental de la medida B1	257
Cuadro VII-10. Componente ambiental de la medida B2	259
Cuadro VII-11. Componente ambiental de la medida C1	259
Cuadro VII-12. Componente ambiental de la medida D1	260
Cuadro VII-13. Componente ambiental de la medida E1	262
Cuadro VII-14. Componente ambiental de la medida E2	263
Cuadro VII-15. Componente ambiental de la medida E3	263
Cuadro VII-16. Componente ambiental de la medida F1.....	263
Cuadro VII-17. Componente ambiental de la medida F2.....	264
Cuadro VII-18. Componente ambiental de la medida F3.....	264
Cuadro VII-19. Componente ambiental de la medida F4.....	264
Cuadro VII-20. Componente ambiental de la medida G1.....	265
Cuadro VII-21. Componente ambiental de la medida H1	265
Cuadro VII-22. Componente de la medida H2.....	265

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 y polígono total (línea azul).....	13
Figura II-2. Carta Hidrológica de la República Mexicana.....	15
Figura II-3. Polígono general y 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. Polígono destinado 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.....	27
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	30
Figura II-15. Método constructivo “aguas abajo y aguas arriba” con enrocamiento y espigas	32
Figura II-16. Posible acomodo de los terraplenes de jal con el análisis de estabilidad	32
Figura II-17. Vista en isométrico del área para el depósito de jales filtrados.....	33
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.....	55
Figura III-2. Regiones terrestres prioritarias presentes en el área del proyecto	57
Figura III-3. Regiones hidrológicas prioritarias presentes en el proyecto	59
Figura III-4. Localización de las AICA's presentes en el estado de Durango	61
Figura III-5. Ubicación del proyecto en la Carta Hidrológica.....	85
Figura III-6. Grafica del registro del comportamiento de los vientos.....	91
Figura III-7. Registros representados en la rosa de los vientos.....	91
Figura III-8. Clasificación topográfica en la República mexicana	92
Figura III-9. Principales características de la columna estratigráfica.....	94
Figura III-10. Estereogramas de los principales estratos de roca identificados en mapeo geológico-estructural.....	95
Figura III-11. Estereograma de las principales familias identificadas en mapeo geológico-estructural.....	96
Figura III-12. Representación gráfica de la composición geológica del sitio del proyecto	98
Figura III-13. Excavación para muestreo del suelo.....	99
Figura III-14. Regiones sísmicas de la República mexicana	101
Figura III-15. Representación gráfica de la subcuenca hidrológica aguas arriba	103
Figura III-16. Procesos básicos de escorrentías.....	106
Figura III-17. Ubicación del proyecto con respecto a la fisiografía de la subcuenca	109
Figura III-18. Referencia de proyecto con respecto al sitio de drenaje en que se encuentra	109
Figura III-19. Ubicación geográfica del proyecto con respecto a la delimitación del acuífero	112
Figura III-20. Resultados No Paramétricos del estrato arbóreo para BPQ en el proyecto	116
Figura III-21. Resultados No Paramétricos del estrato arbustivo para BPQ en el proyecto	117
Figura III-22. Resultados no paramétricos del estrato herbáceo para BPQ en el proyecto.....	118
Figura III-23. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbóreo del BPQ en el sitio del proyecto	120
Figura III-24. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbustivo del BPQ en el sitio del proyecto.....	121
Figura III-25. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato herbáceo del BPQ en el sitio del proyecto	122
Figura III-26. Referencia de la ubicación de los manantiales	130
Figura III-27. Características fisiográficas del sitio del proyecto con respecto a la cuenca de aporte	136
Figura III-28. Referencia de las obras de drenaje de aguas superficiales (línea roja).....	136
Figura III-29. Formación de una pileta a base de geomembrana.....	140
Figura III-30. Escurrimiento de la cuenca de aportación	142
Figura III-31. Proyección de la construcción del bordo iniciador	143
Figura III-32. Diseño geotécnico de un Depósito de jales filtrados.....	145
Figura IV-1 Tipo de clima presente en el sistema ambiental	160
Figura IV-2. Grafica representativa de la temperatura y precipitación media anual	162
Figura IV-3. Tipo de Geología presente en el Sistema Ambiental.....	165
Figura IV-4. Localización del sistema ambiental respecto a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana	166
Figura IV-5. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la susceptibilidad de peligro por inundación a nivel municipal.....	167

Figura IV-6. Tipo de edafología presente en el Sistema Ambiental.....	168
Figura IV-7. Localización del SA en el Acuífero 2504.....	173
Figura IV-8. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental.....	174
Figura IV-9. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental.....	175
Figura IV-10. Comparativo del monitoreo de fauna.....	187
Figura IV-11. Capa de los rasgos terrestres en el SA.....	189
Figura IV-12. Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual.....	193
Figura IV-13. Modelo de Fragilidad Visual del Paisaje.....	195
Figura IV-14. Apreciación directa de la Cubierta vegetal y uso del suelo con respecto al punto de observación.....	196
Figura IV-15. Forma y tamaño de la unidad definida de la Cuenca Visual.....	198
Figura IV-16. Ponderación de capas y análisis multicriterio de la calidad ambiental del SA.....	205
Figura V-1. Valores gráficos de los impactos por etapas en el escenario con proyecto, sin medidas.....	220
Figura VI-1. Arreglo topológico de cepas a tresbolillo.....	236
Figura VI-2. Propuesta para el acomodo de material vegetal muerto.....	237
Figura VII-1. Condición del escenario Sin Proyecto (actual).....	246
Figura VII-2. Comparación de las variables analizadas en los dos primeros escenarios.....	249
Figura VII-3. Comparación de los tres escenarios de acuerdo a cada etapa del proyecto.....	252



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 país, por la presencia de vetas con valores muy importantes en el mercado nacional e internacional, principalmente por el 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, Fracciones III y 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.

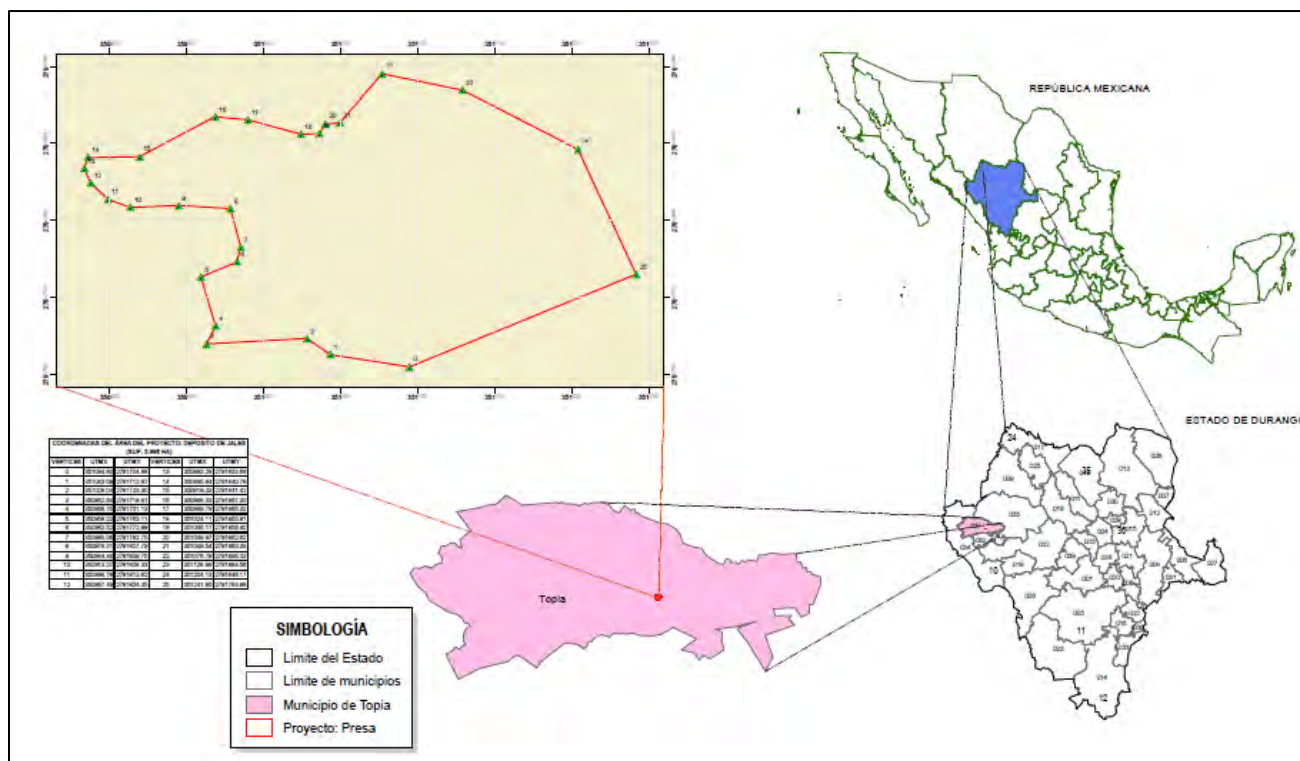


Figura I-1. Croquis de ubicación del proyecto

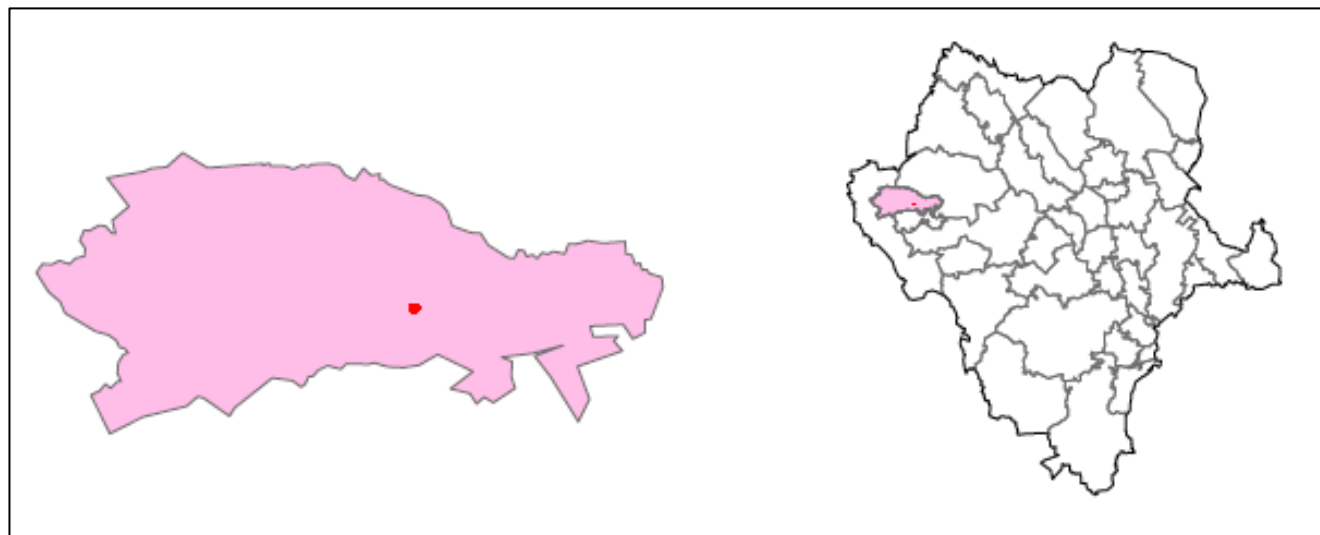


Figura I-2. Ubicación del proyecto en el contexto estatal

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 encuentran 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:

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 minera “Beneficio de Minerales HERIMOVÍ, S A DE C V para continuar con sus operaciones requiere de la construcción de una nueva presa de jales 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 de la presa de jales, de antemano se sabe que se descargarán jales secos y su manejo es diferente al de una presa de jales tradicional, sin embargo, para dar cumplimiento a la NOM-141-SEMARNAT-2003 los cálculos realizados son como si se tratara de una presa tradicional.

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 traduzcan 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 3.998 ha, lo que representa un 0.197% 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 39,980 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	39,980	3.9980
SUPERFICIE A AFECTAR (CUSTF)	39,980	3.9980
% 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 contara con una superficie total de 39,980.00 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

Elaborar un documento técnico que describa y analice la información recabada, considerando los estudios y análisis requeridos por la NOM-141-SEMARNAT-2003 con la finalidad de establecer una percepción de las características del área en que se encuentra el proyecto, así como la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que se puedan generar en el entorno natural a causa de la disposición y acomodo de jales filtrados o secos; así como la prevención, mitigación y valoración de los mismos, estableciendo un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el entorno natural.

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 3.998 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 3.998 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 3.998 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 \$65,832.00 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.)	3.9980 ha	\$9,000.00	\$35,982.00
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			\$65,832.00

II.1.6. Dimensiones del proyecto

Cuadro II-3. Delimitación del polígono del proyecto

Vértice	UtmX	UtmY	Vértice	UtmX	UtmY
0	351094.80	2791704.88	13	350883.28	2791833.66
1	351043.09	2791712.87	14	350885.84	2791840.78
2	351028.04	2791723.3	15	350919.33	2791841.42
3	350962.64	2791719.81	16	350968.33	2791867.3
4	350968.75	2791731.13	17	350989.78	2791865.32
5	350959.22	2791763.11	18	351024.11	2791855.91
6	350982.52	2791772.99	19	351036.17	2791856.4
7	350985.06	2791782.75	20	351039.97	2791862.62
8	350978.31	2791807.79	21	351049.54	2791863.38
9	350944.46	2791809.75	22	351076.79	2791895.33
10	350913.27	2791808.33	23	351128.99	2791884.56
11	350898.78	2791813.62	24	351204.13	2791846.17
12	350887.49	2791824.35	25	351241.95	2791764.98

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 3.9980 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	3.9980	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		3.9980	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 3.998 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	
	<i>Dodonaea viscosa</i>	Cucaracha	56	
	<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	Vara dulce	536	
HERBACEO	<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	



ESTRATO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TOTAL INDIVIDUOS	Suma de VOL. TOTAL (m ³ r.t.a.)*
	<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 **3.9980 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 de diferentes características. 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 Potero sin agua (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 **3.998 ha**, en base a los cálculos e información cartográfica obtenida mediante sistemas de información geográfica (ArcGis 10.2).

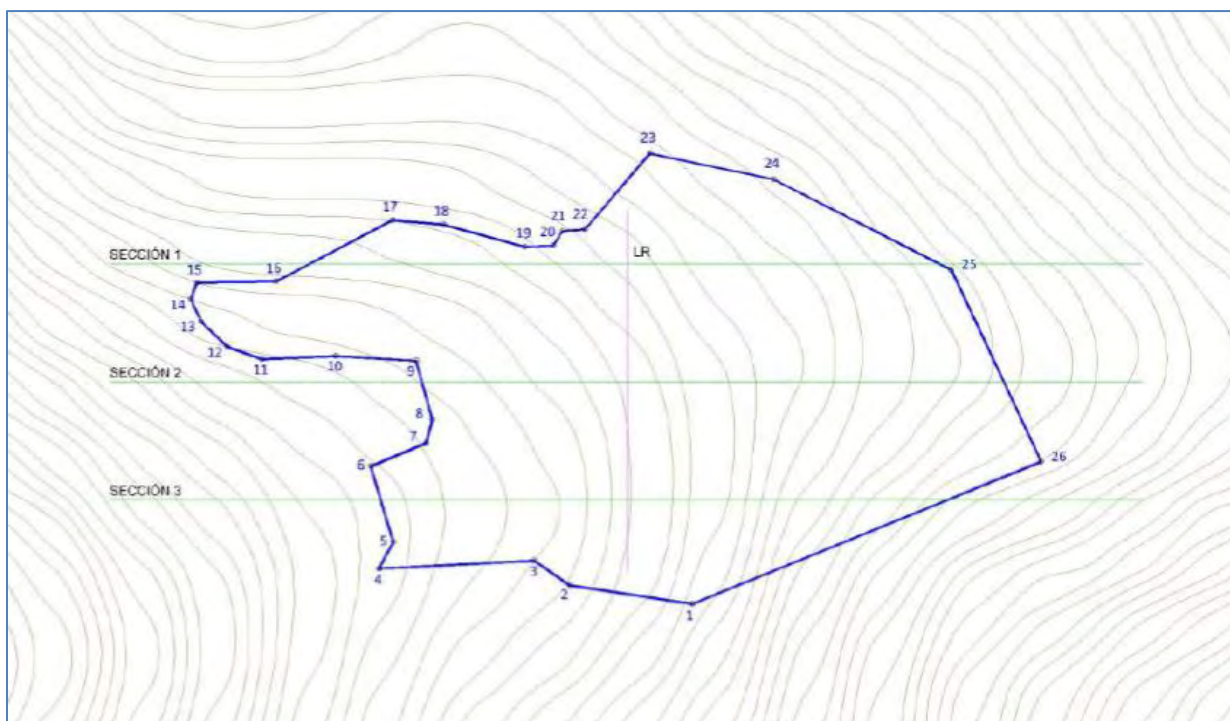


Figura II-1. Vista general del depósito de jales y polígono total (línea azul)

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 de la cortina contenedora 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 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 (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.

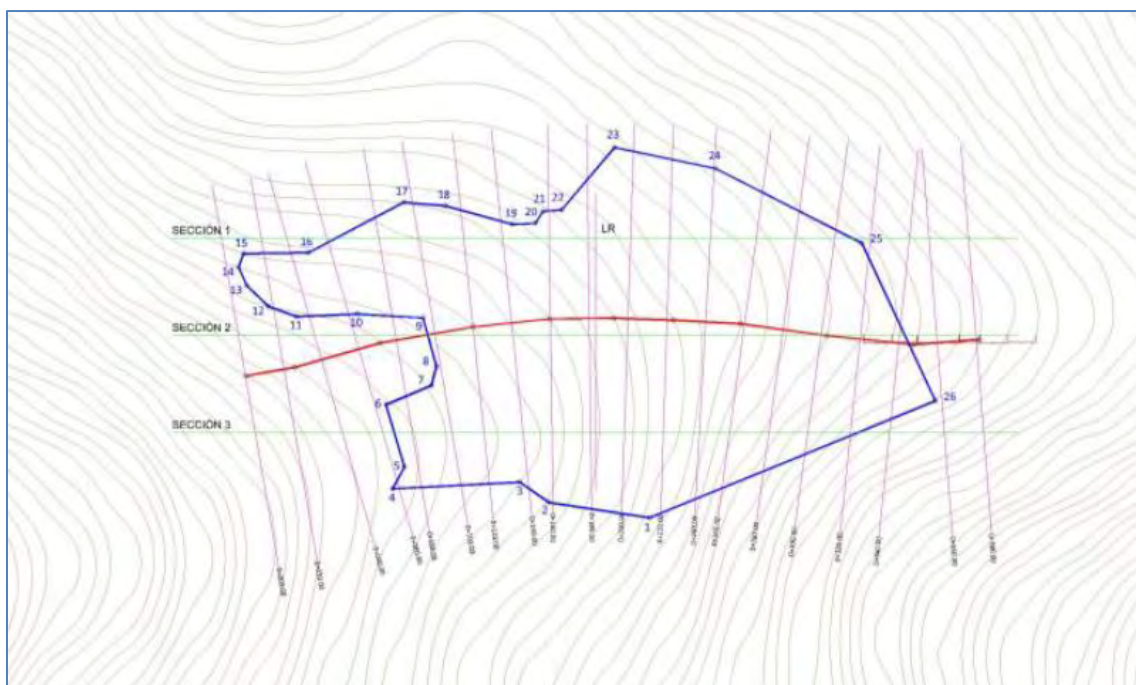


Figura II-3. Polígono general y secciones longitudinales

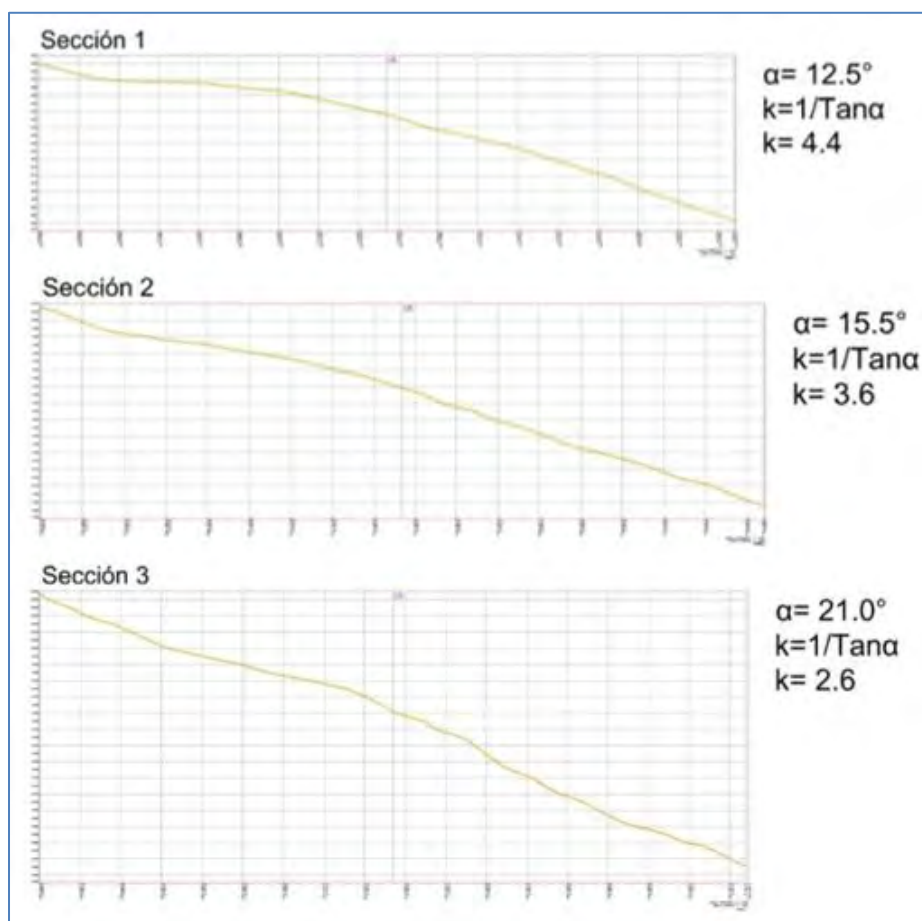


Figura II-4. Perfiles topográficos

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.

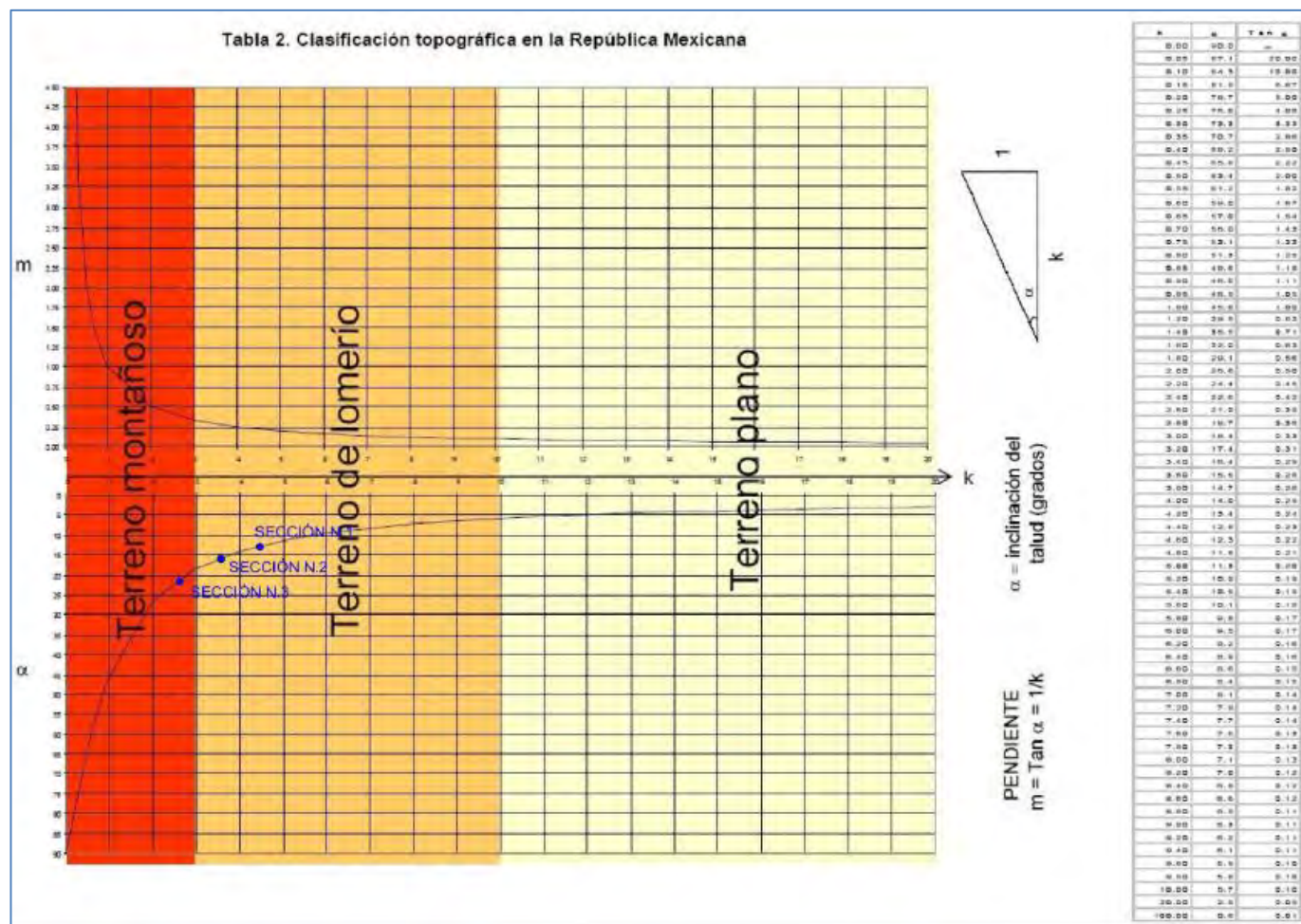


Figura II-5. Condición topográfica del sitio del proyecto de acuerdo a la Norma

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
 Período 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.

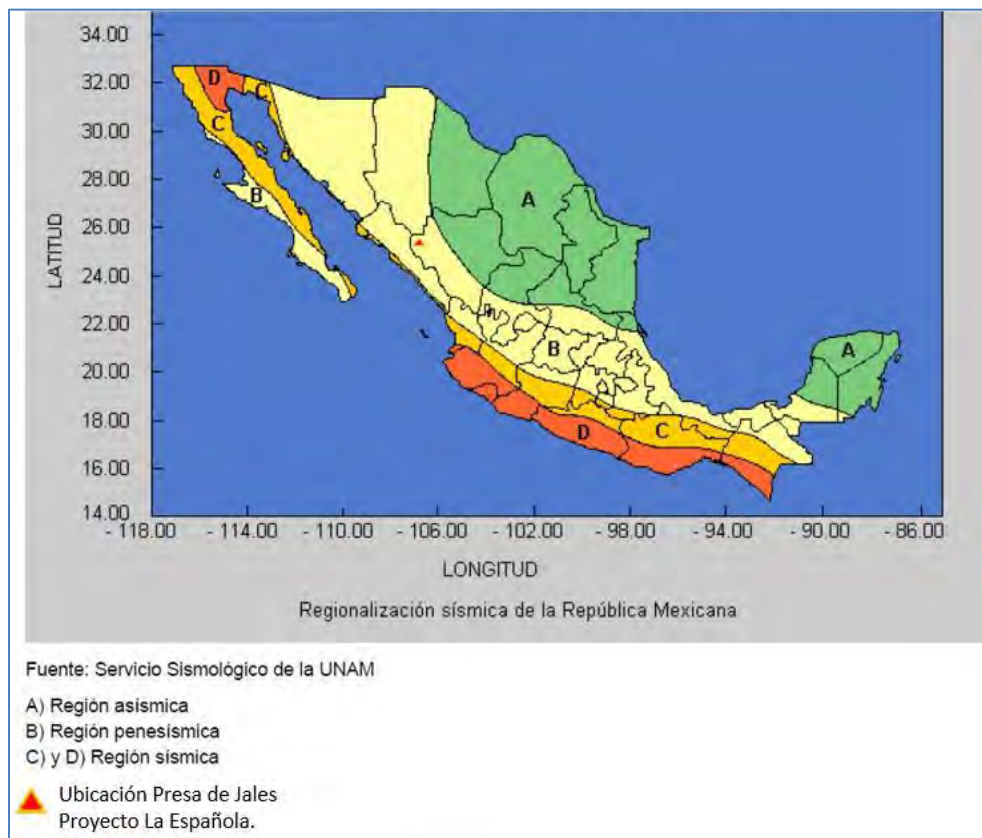


Figura II-6. Regiones sísmicas de la República Mexicana



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 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 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

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	Desmorte 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 Leopold* 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. Desmante

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 mas 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.

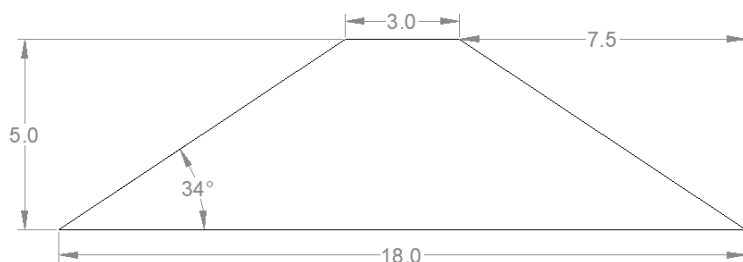
Lo anterior lleva a pensar que solo deben ejecutarse aquellas obras cuyo proyecto se encuentre completamente detallado en todas sus partes. Para la elaboración correcta de ese proyecto se requiere como base, que todos los estudios se hayan elaborado con la mayor precisión.

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.

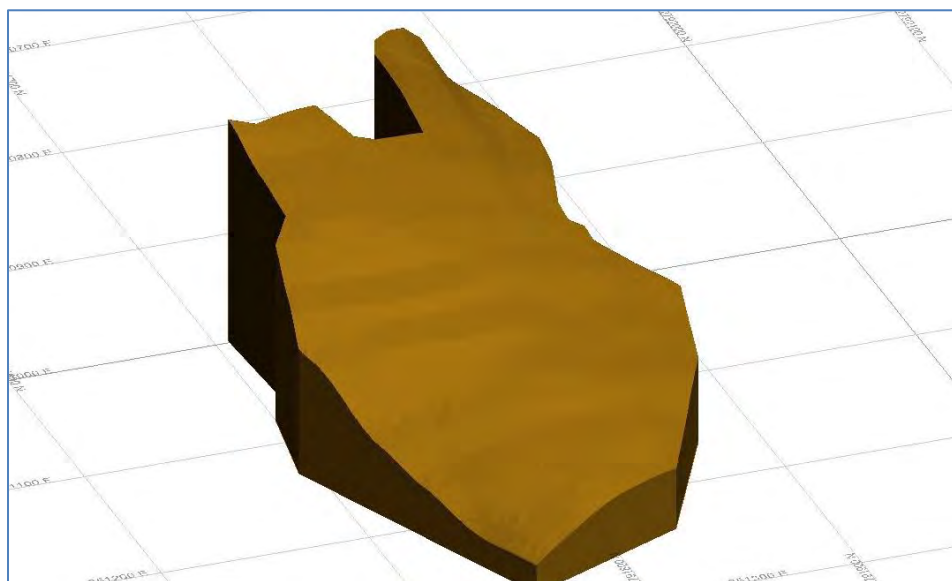


Figura II-8. Polígono destinado al depósito de jales

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.

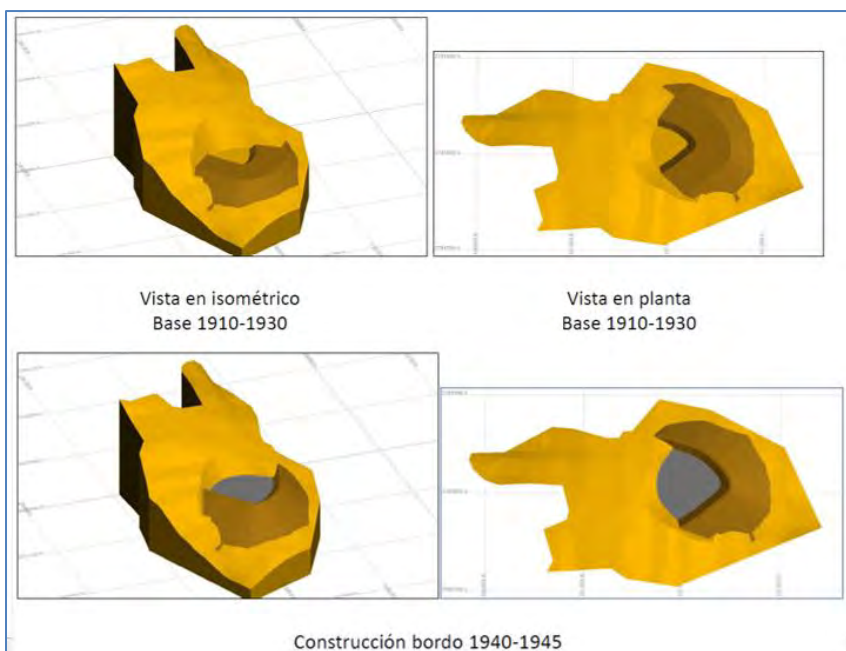


Figura II-9. Seccionamiento del polígono para la primera etapa

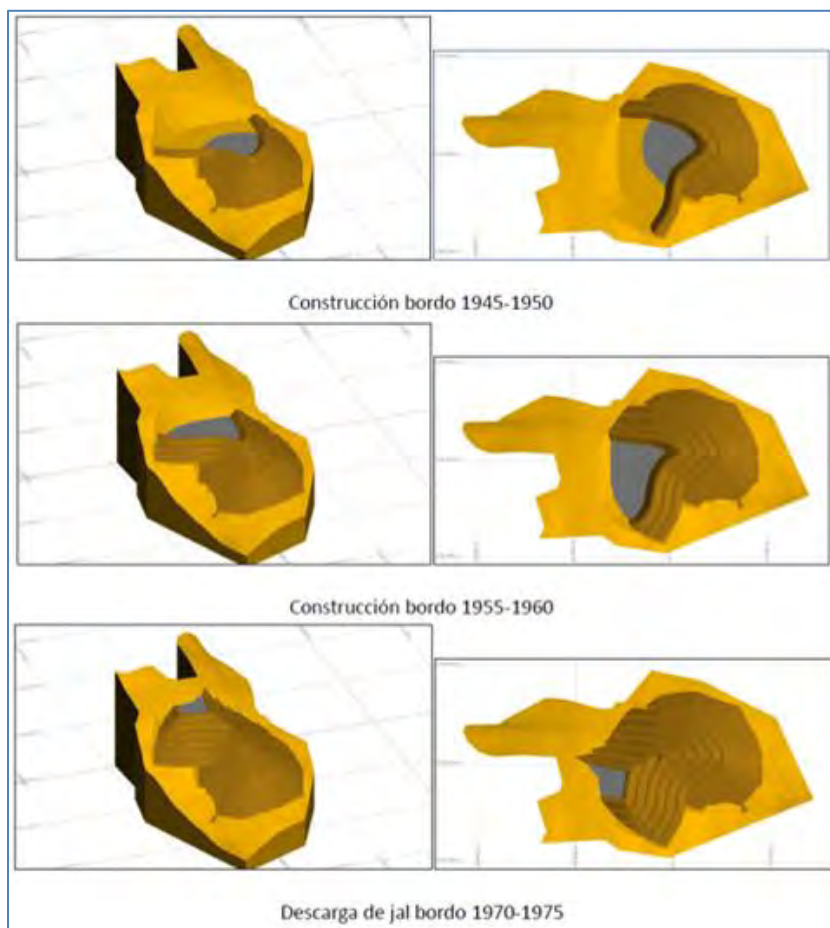


Figura II-10. Seccionamiento del polígono para la segunda etapa

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.

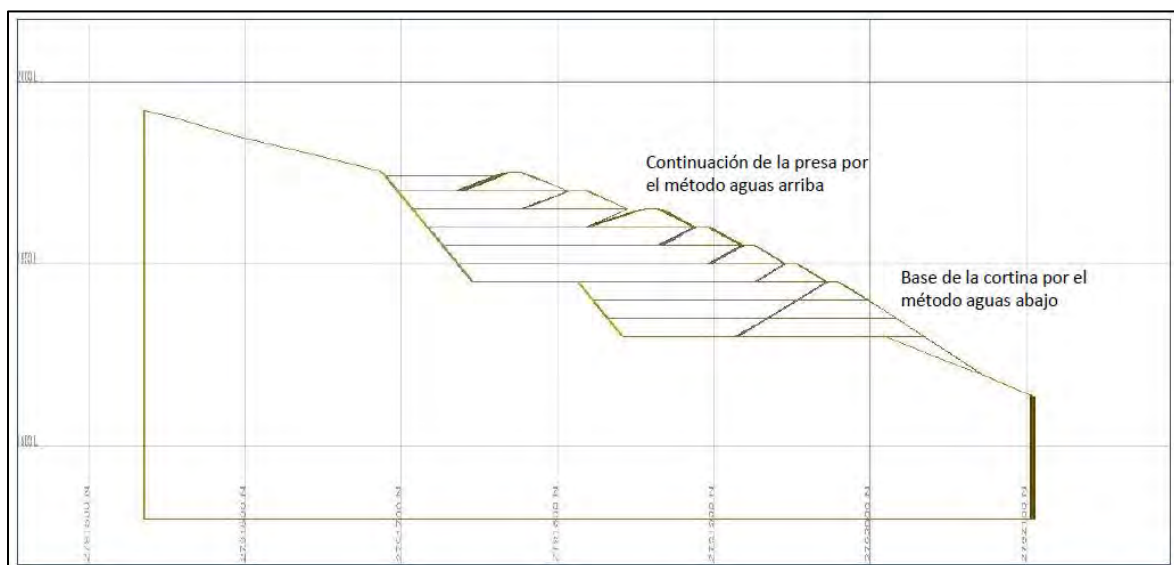


Figura II-11. Sección longitudinal indicando la topografía original

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



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

Como ya se ha mencionado, para dar cumplimiento al Anexo Normativo 3 para el Método Constructivo tomando en cuenta las características fisiográficas del área se tendrá que seleccionar aquella opción que tenga 1 como 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.

Con los parámetros obtenidos en la tabla de clasificación de presas de jales se determinó el método constructivo, siendo el más conveniente una combinación del método aguas abajo y el método aguas arriba.

Este razonamiento 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.

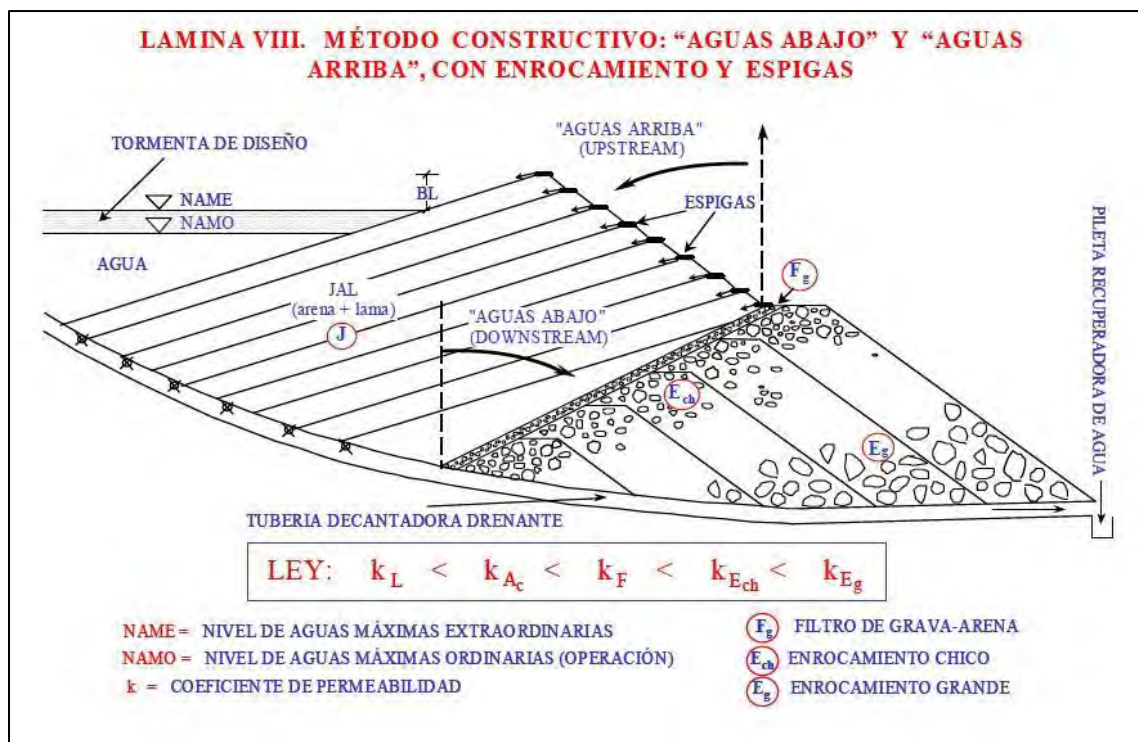


Figura II-15. Método constructivo “aguas abajo y aguas arriba” con enrocamiento y espigas

En esta imagen se presenta el método, como se mencionó este presenta una base muy robusta y conforme se eleva se aleja de la topografía lo cual le permite generar un vaso más amplio y por lo tanto una mayor capacidad.

El inconveniente de éste método es que su base puede llegar a ser tan ancha como el mismo vaso de la presa por lo que se requiere de una gran espacio, es decir se requiere de un polígono más grande.

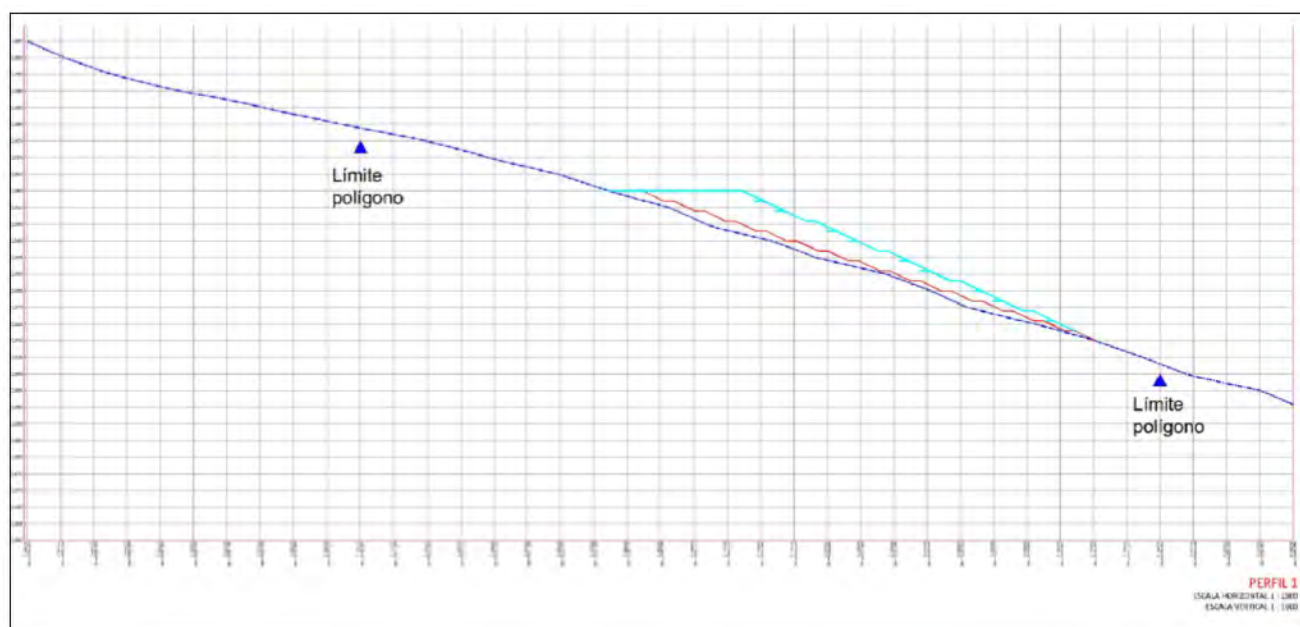


Figura II-16. Posible acomodo de los terraplenes de jal con el análisis de estabilidad

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 volumetrico (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, 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 instalara la tubería para la conducción de excedencias.

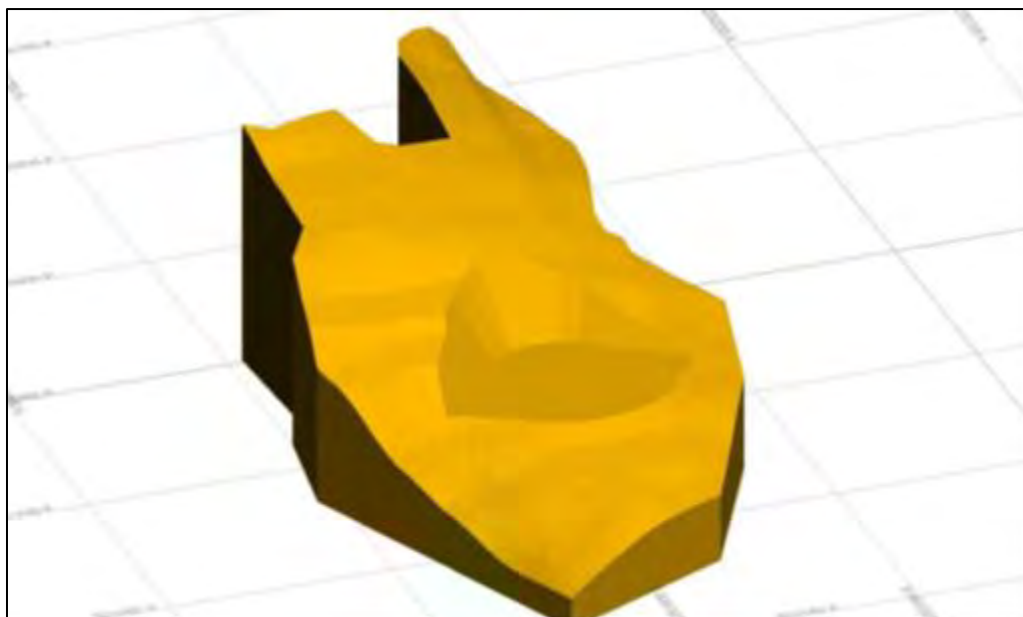


Figura II-18. Base del Depósito con el primer corte

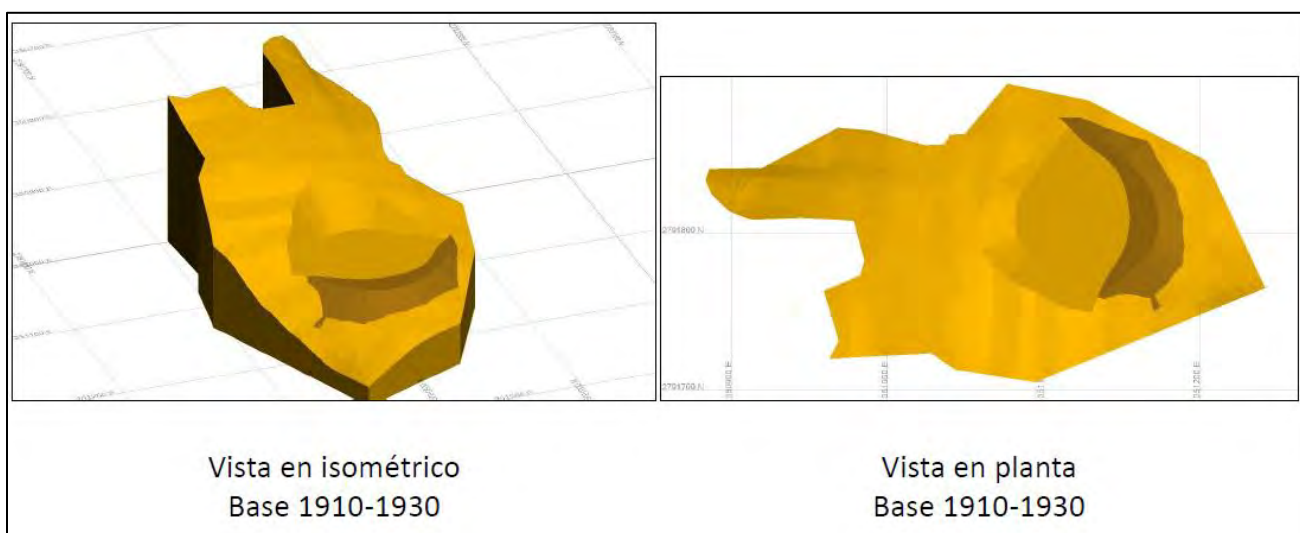


Figura II-19. Base del bordo iniciador

El aporte de jal en el depósito será de manera gradual permitiendo su bandeado y compactación manteniendo un uso más eficiente del área.

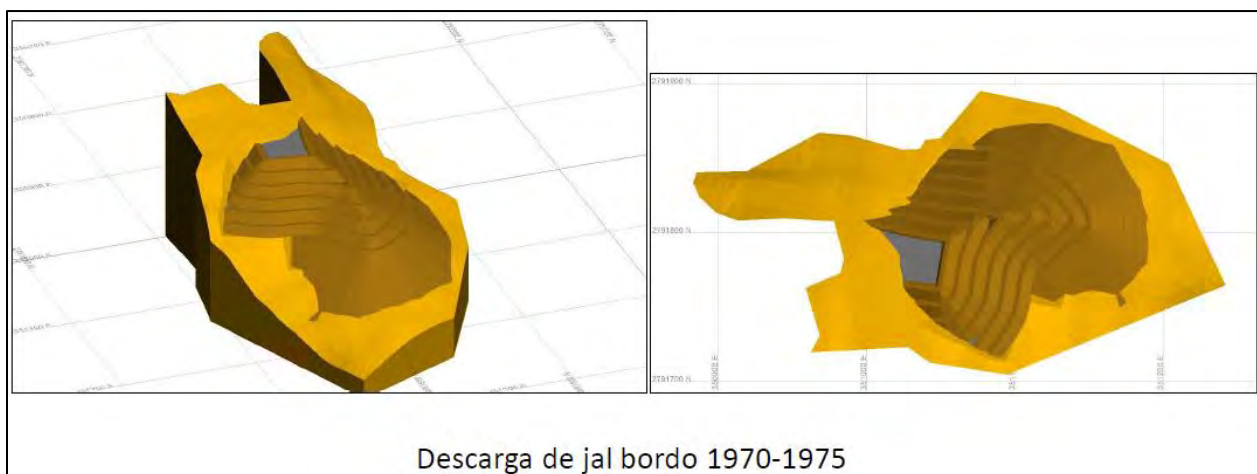


Figura II-20. Elevación gradual y vista general del depósito de jales

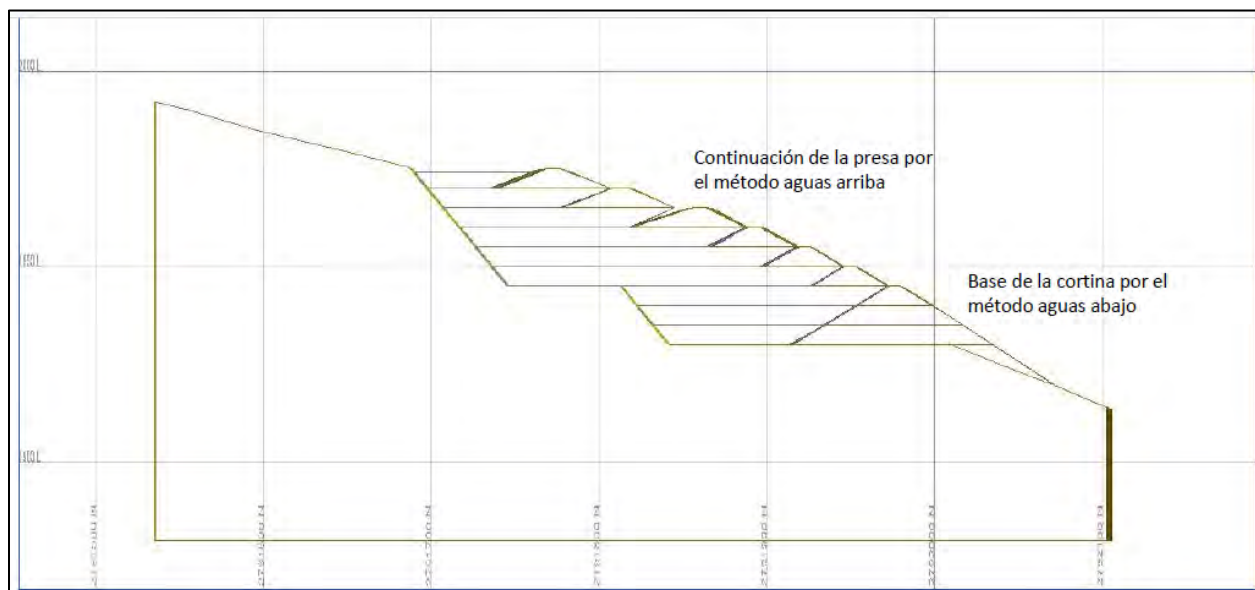


Figura II-21. Sección longitudinal del depósito de jales filtrados colmada

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
Etapa 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
Etapa 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

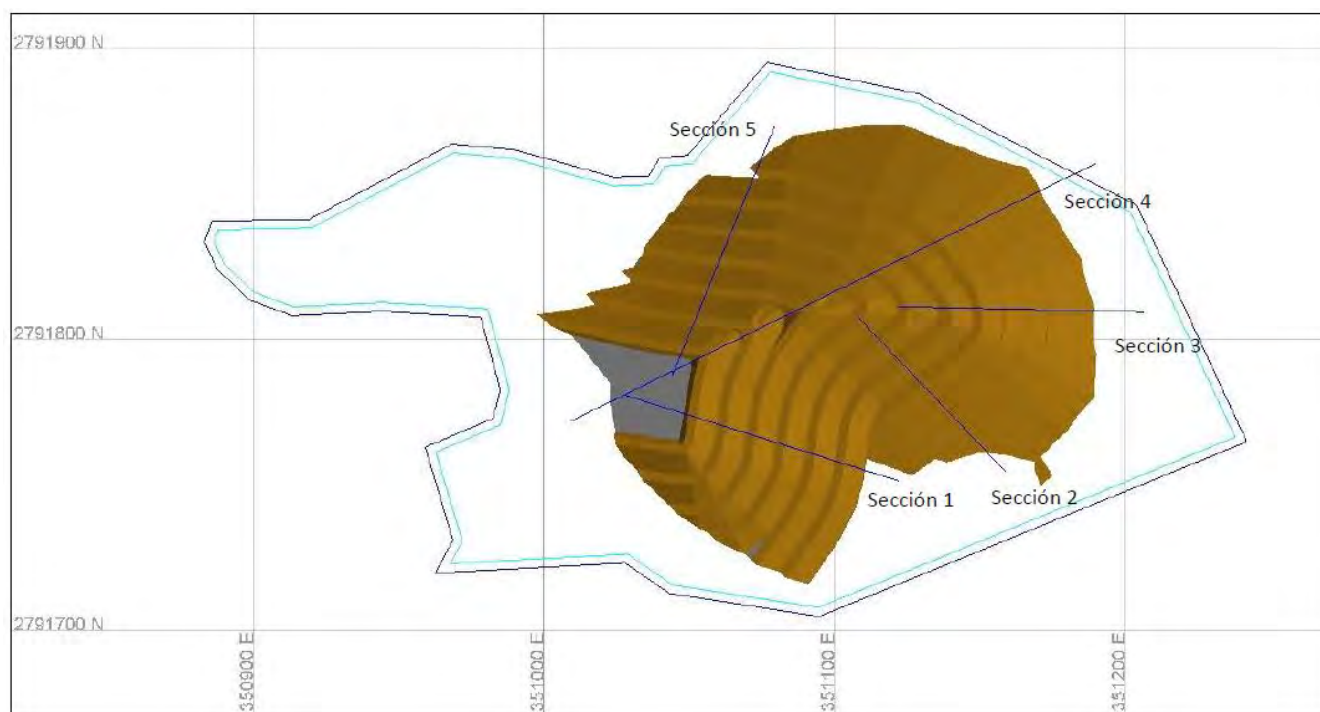


Figura II-22. Secciones utilizadas para el cálculo de estabilidad

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 utilizaran los datos indicados en el análisis de estabilidad realizado previamente para conjugar los valores.

Cuadro II-12. Parámetros asociados a las unidades geotécnicas del sitio (modelo geotécnico)

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

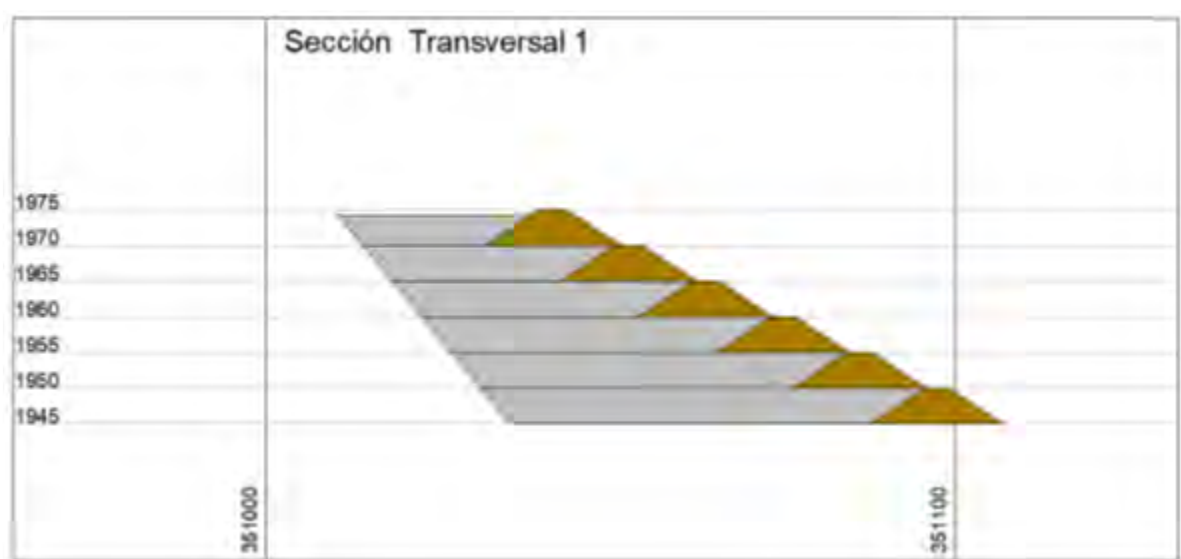


Figura II-23. Perfil topográfico – sección 1 – cálculo de estabilidad

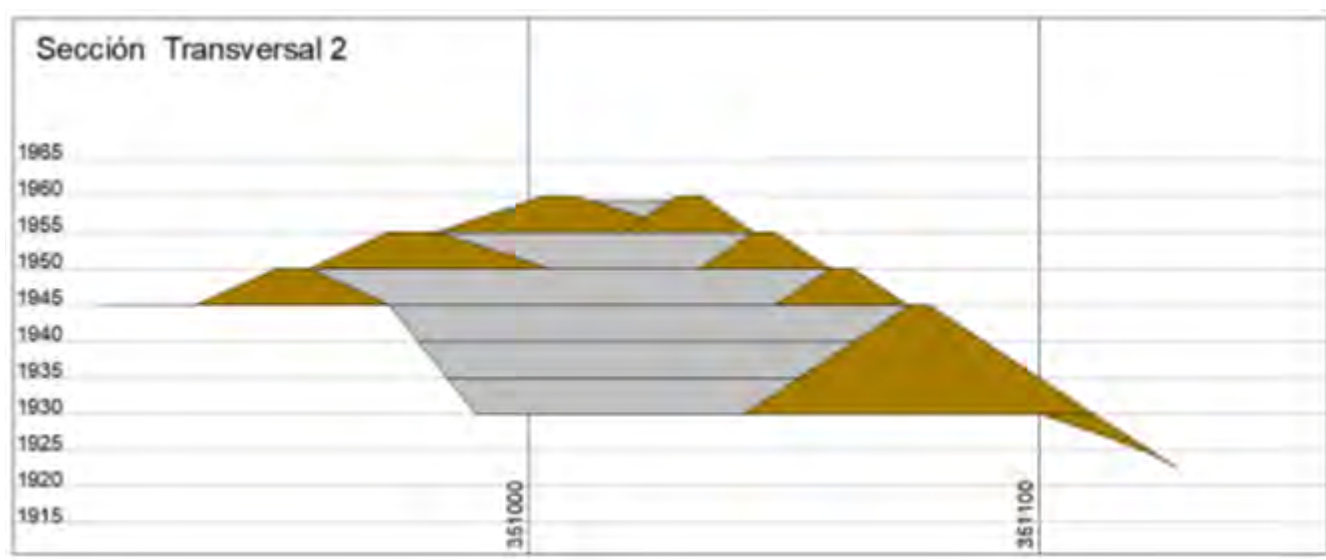


Figura II-24. Perfil topográfico – sección 2 – cálculo de estabilidad

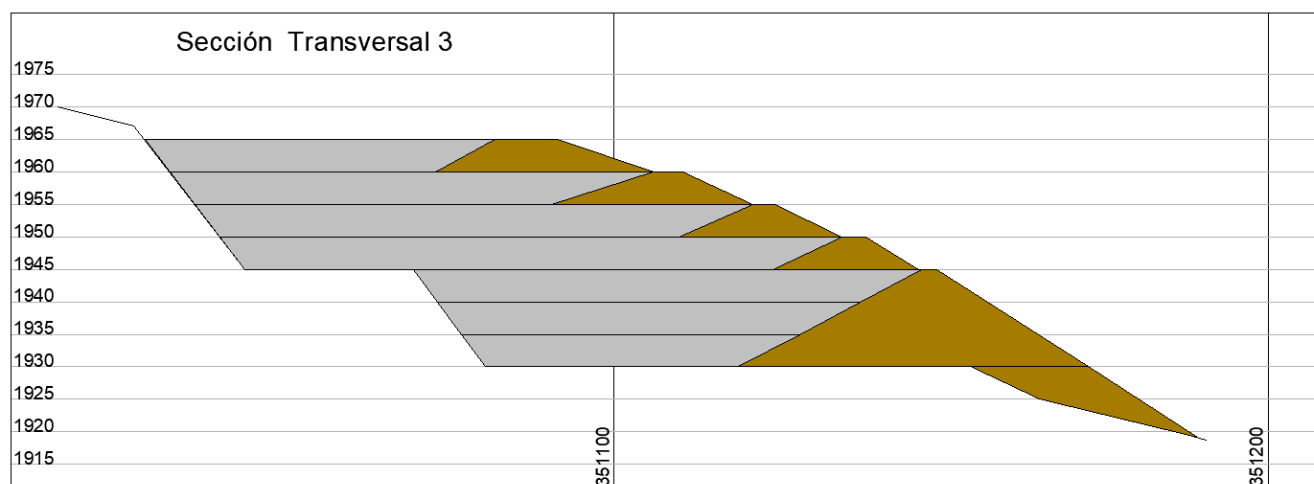


Figura II-25. Perfil topográfico – sección 3 – cálculo de estabilidad

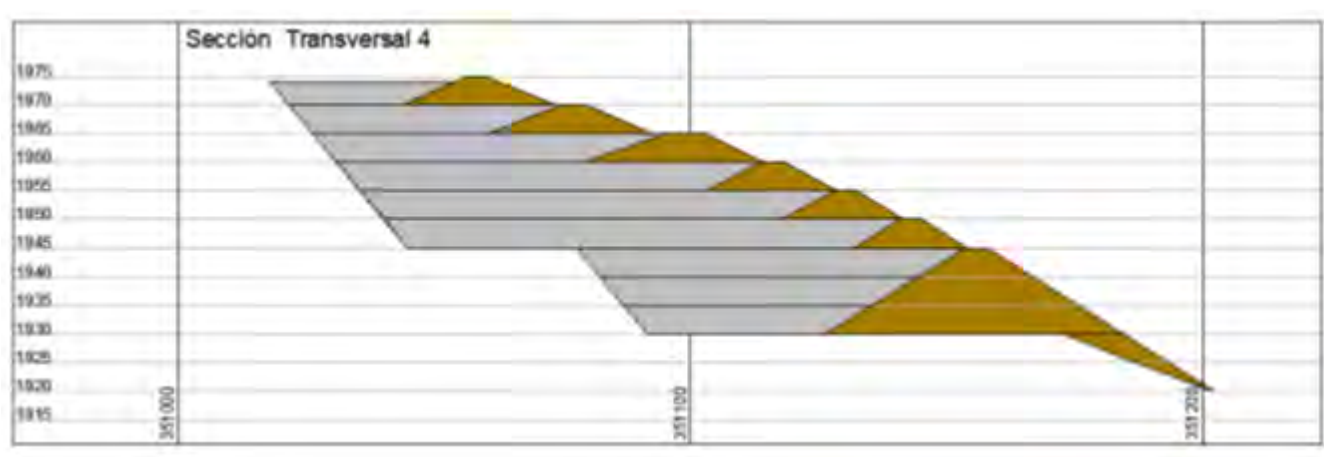


Figura II-26. Perfil topográfico – sección 4 – cálculo de estabilidad

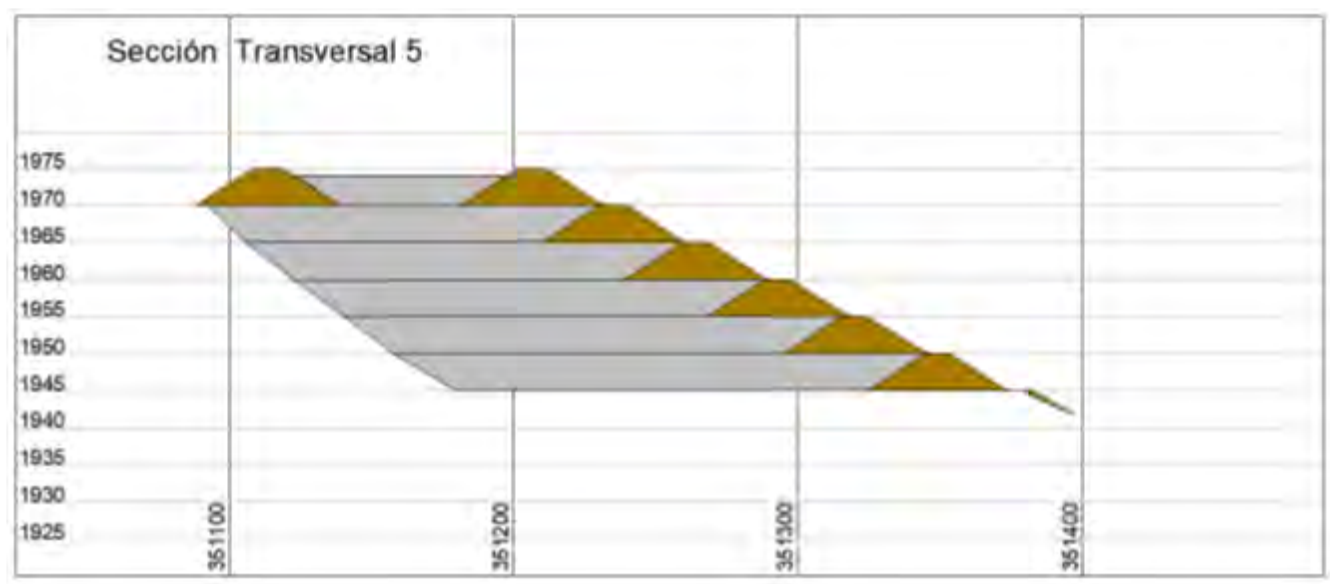


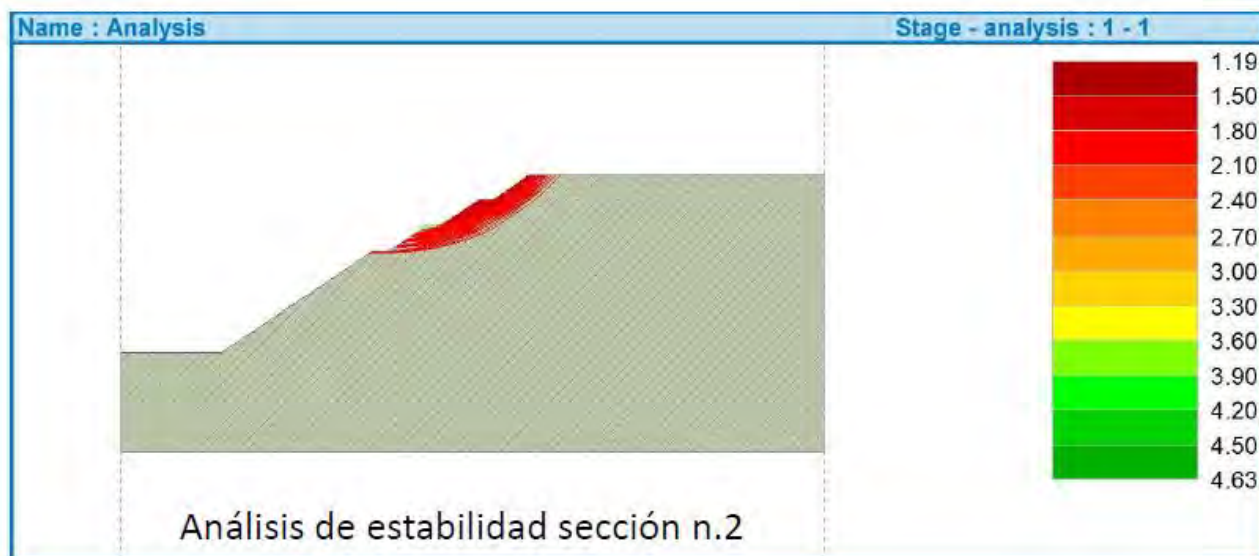
Figura II-27. Perfil topográfico – sección 5 – cálculo de estabilidad

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

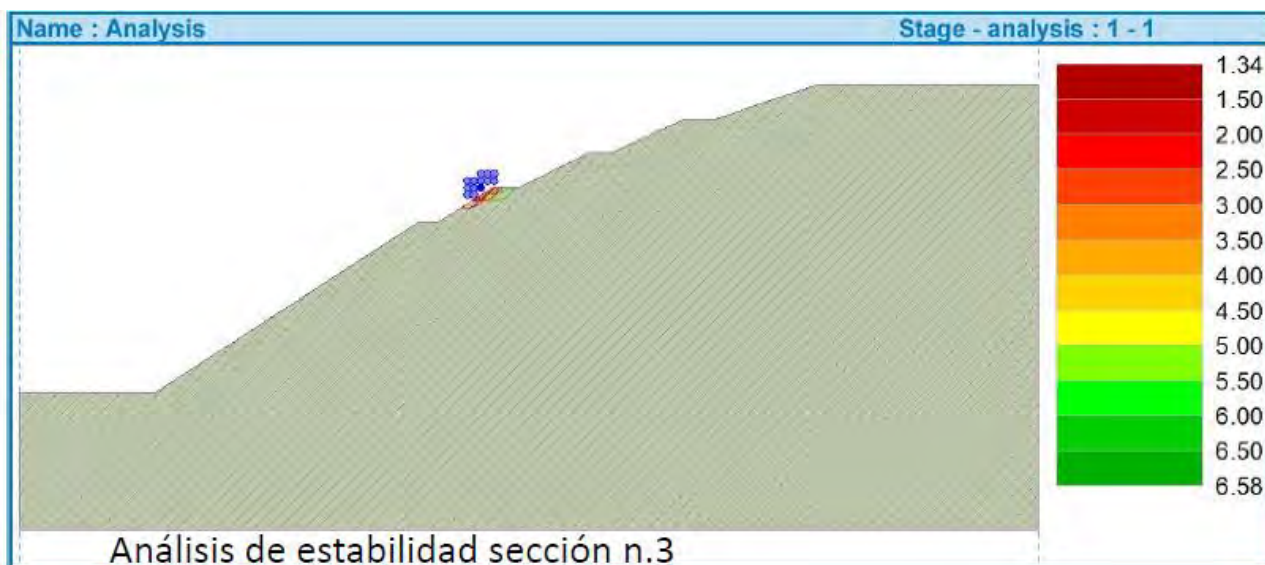
Resisting moment: $M_p = 5.86$ kNm/m

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

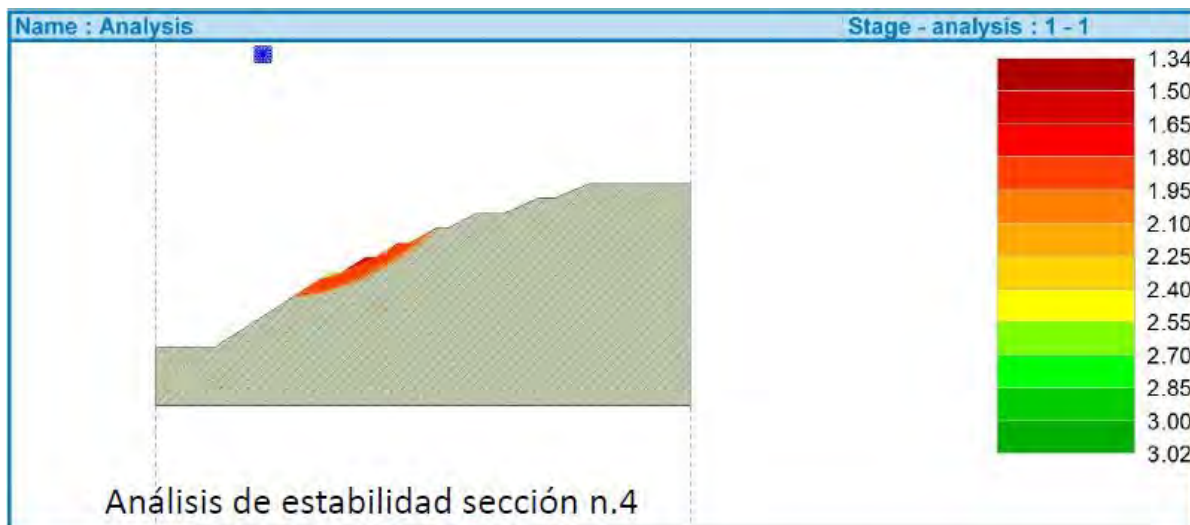
Resisting moment: $M_p = 0.13$ kNm/m

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

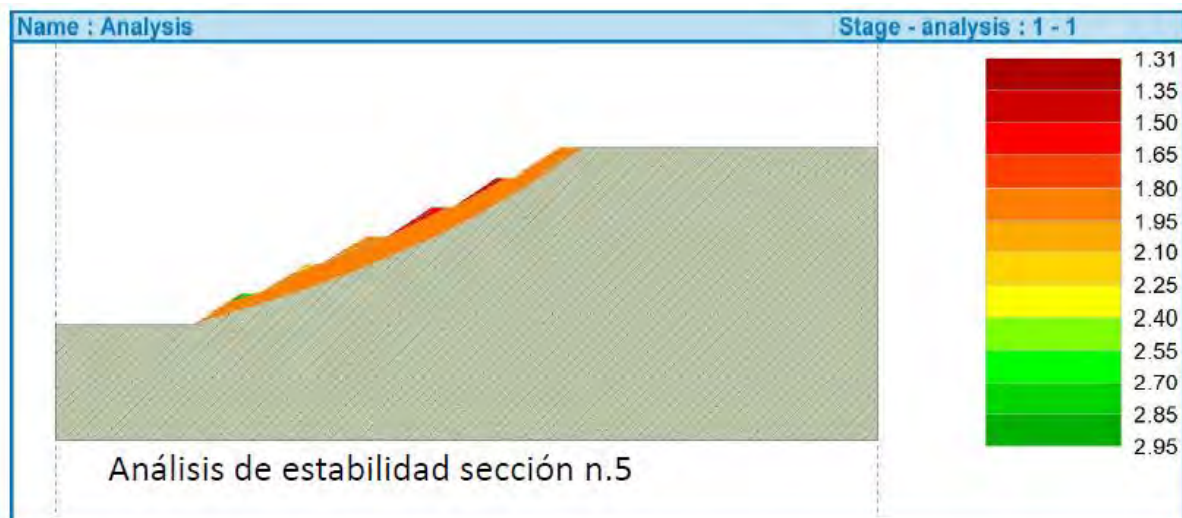
Parameters of the analysis

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

Analysis type: Optimization Radius: R = 78.22 [m]

Restrictions is not input 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 Center: x = -23.33 [m] z = 188.79 [m]

Analysis type: Optimization Radius: R = 192.64 [m]

Restrictions is not input 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

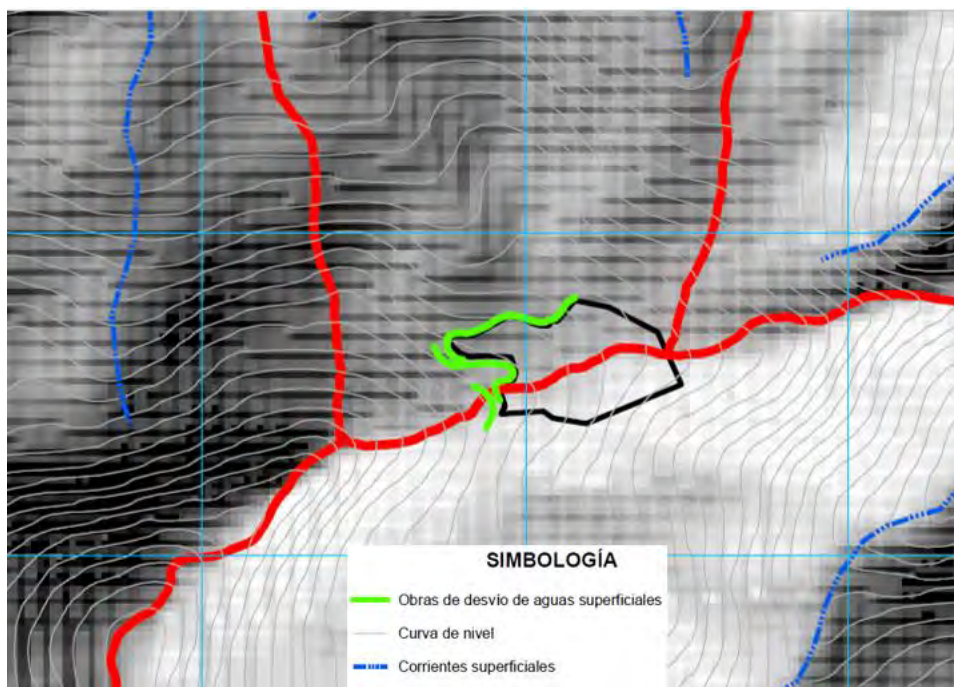


Figura II-28. Cuneta propuesta en la parte norte del depósito

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.

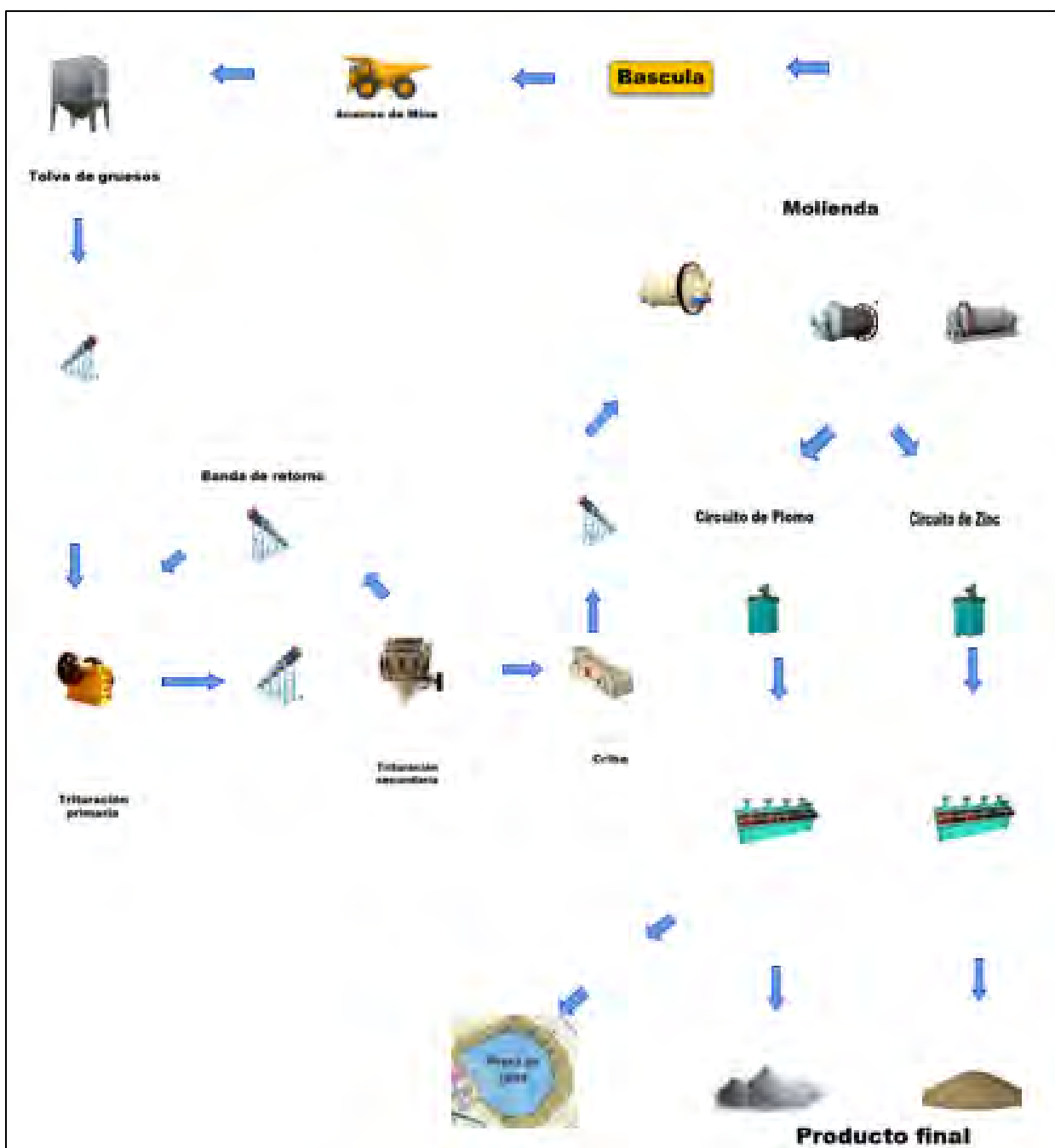


Figura II-30. Diagrama de flujo en el Beneficio de minerales y manejo de residuos

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 Norma), 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 atmosfera

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.

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 continuo de 24 hrs, en consideración del método que mejor se ajuste a las condiciones del sitio del proyecto.

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.

Con el objetivo de facilitar el trabajo con estos modelos se han desarrollado diferentes interfaces sobre la base de las ecuaciones que describen el fenómeno de dispersión de contaminantes atmosféricos, que en este caso se evaluará Material Particulado. Se presentan en tal sentido como programas que conducen al usuario de una forma amigable a la obtención de datos de modelación del impacto que ocasionan determinadas fuentes sobre la calidad del aire.

En la ventana de diálogo de la interface empleada se introducen los siguientes parámetros:

- a) Altura del punto emisor–chimenea (m)
- b) Diámetro del punto emisor–chimenea (m)
- c) Flujo volumétrico de la mezcla de gases (m^3/s)
- d) Flujo máximo de la sustancia contaminante (g/s)
- e) Temperatura de la mezcla de gases a la salida de la chimenea (K)
- f) Temperatura ambiente del aire (K)

Luego se obtiene como resultado final de los procedimientos:

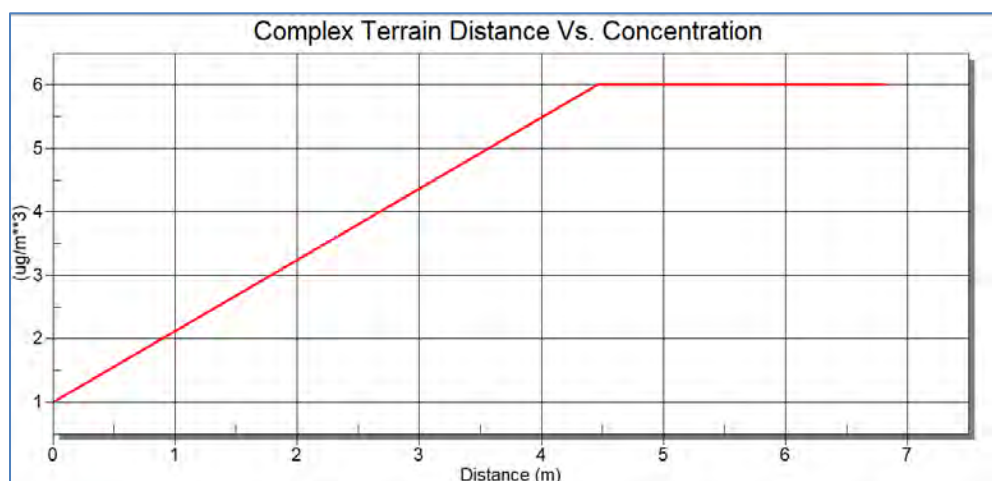
- a) Concentración máxima del contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y los valores para otras distancias seleccionadas (m)
- b) Distancia de máxima concentración (m)

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 Terreno Complejo compuesto de las siguientes variables:

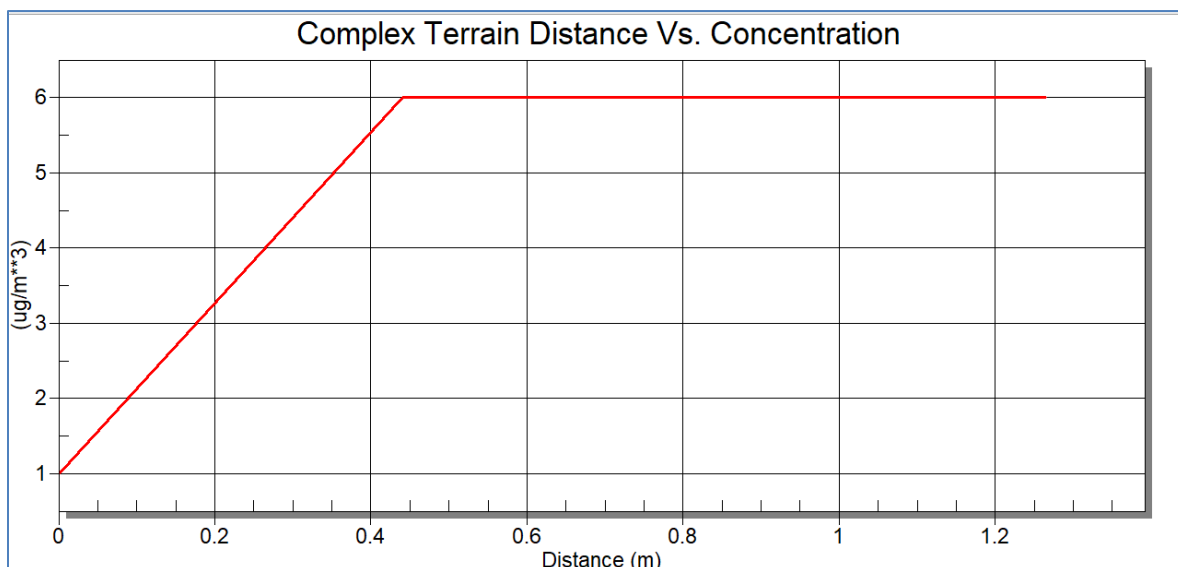
CONCEPTO	DATO	MEDIDA
Altura del receptor sobre el suelo	1.7	M
Tasa de emisión	9.0	G/S
Altura de la chimenea	25	M
Diámetro de la chimenea	100	M
Velocidad de salida	1.94	M/S
Temperatura de salida	299	K
Temperatura ambiente	293	K
Opción	Rural	n/a

Altura estable de la pluma: 178.9 m

Distancia hasta la subida final: 151.3 m



CONCEPTO	DATO	MEDIDA
Altura del receptor sobre el suelo	1.7	M
Tasa de emisión	9.0	G/S
Altura de la chimenea	25	M
Diámetro de la chimenea	100	M
Velocidad de salida	7.56	M/S
Temperatura de salida	299	K
Temperatura ambiente	293	K
Opción	Rural	n/a



Las variables consideradas están basadas en la altura del bordo de contención, las características de granulometría y peso de las partículas de material sólido, la temperatura promedio registrada, en el caso del diámetro de la chimenea se ejemplifica una cobertura de 100 m, ya que el programa utilizado no permite rangos >100 m.

A través de las gráficas anteriores se ejemplifica el comportamiento del material particulado, donde se aprecia que a una velocidad promedio de 1.94 m/s en el caso de condiciones estables que se presentan la mayor parte del año de acuerdo a los registros, se aprecia una dispersión de 7 m desde la fuente de dispersión.

Para el escenario donde se incrementa la velocidad del viento a 7.56 m/s donde varía un poco la dispersión del material particulado en base a las características topográficas, altura y ancho de la fuente de dispersión. Lo anterior sirve para ejemplificar que los jales fugitivos no representan un riesgo de contaminación por dispersión en la atmosfera hacia los asentamientos humanos y cuerpos de agua que se encuentran más próximos al sitio del proyecto.

El simulador Screen view requiere como parte de los insumos la velocidad media del viento en condiciones normales conjuntamente con un rango de dispersión de partículas puede expresar si el MP puede afectar o presentarse en el rango propuesto.

➤ **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.

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

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

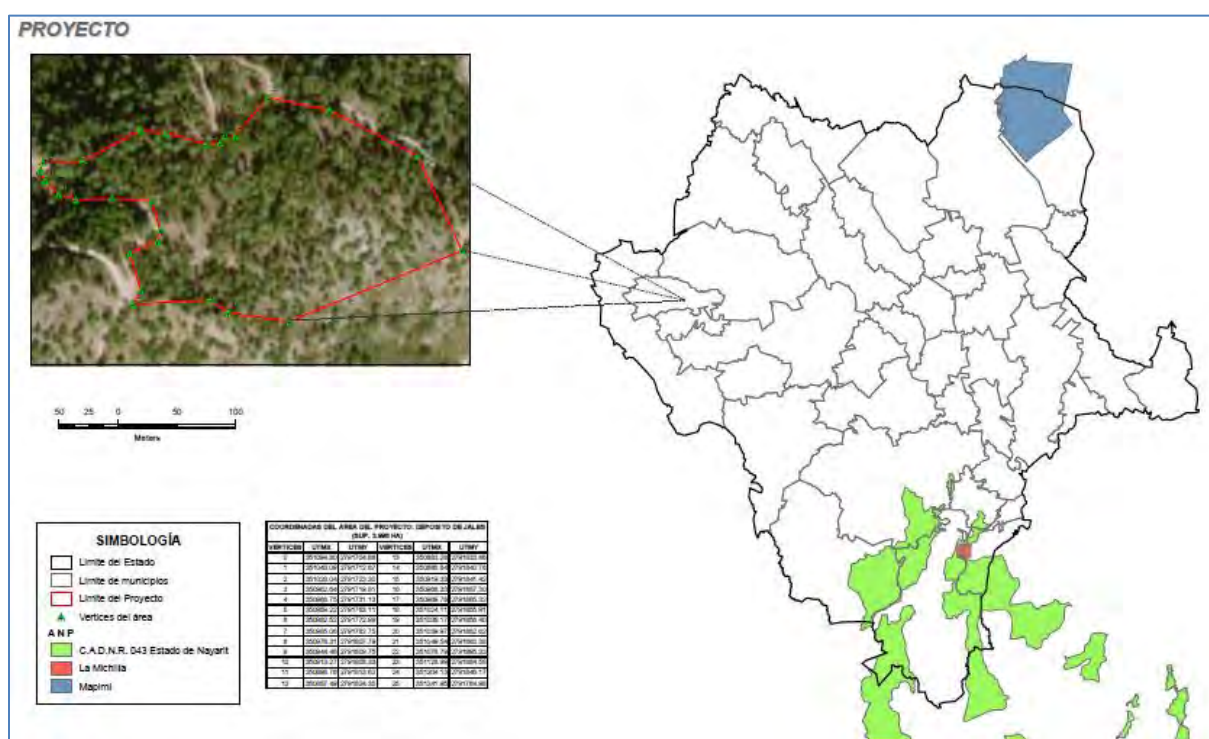


Figura III-1. Localización de las ANP con respecto al proyecto

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.

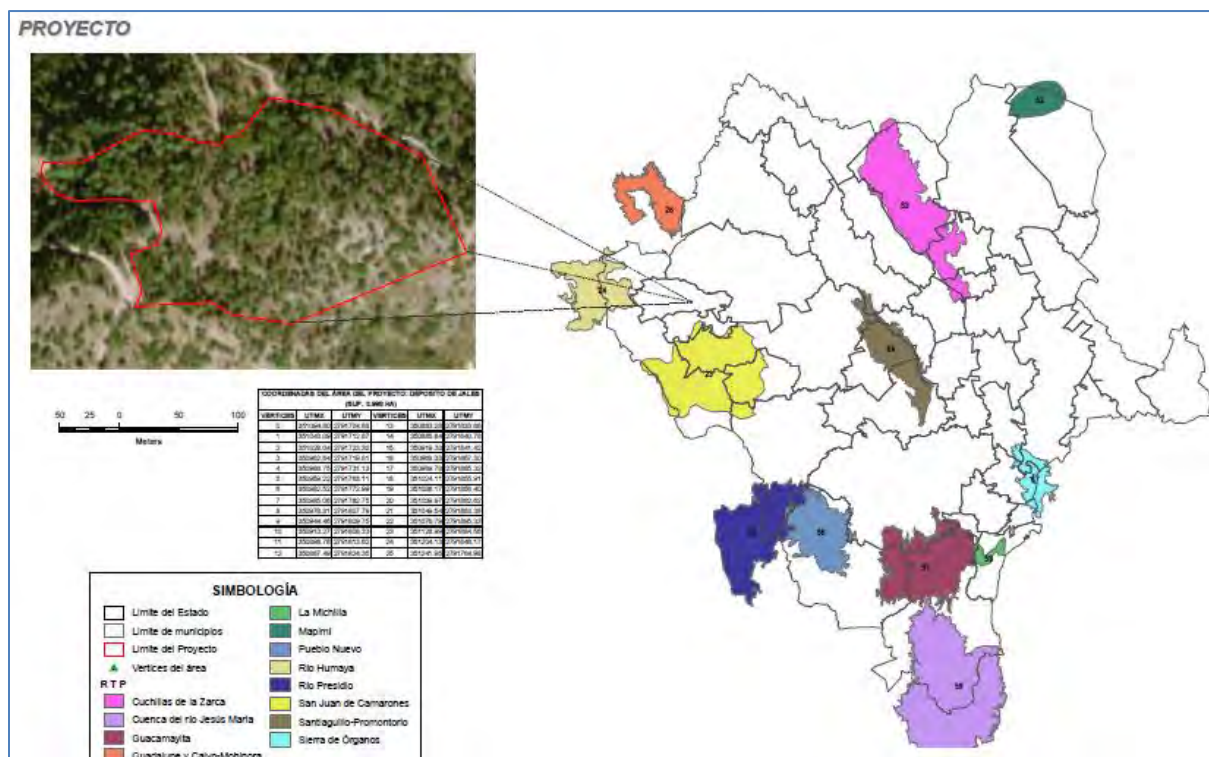


Figura III-2. Regiones terrestres prioritarias presentes en el área del proyecto

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 3.9980 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 3.9980 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.

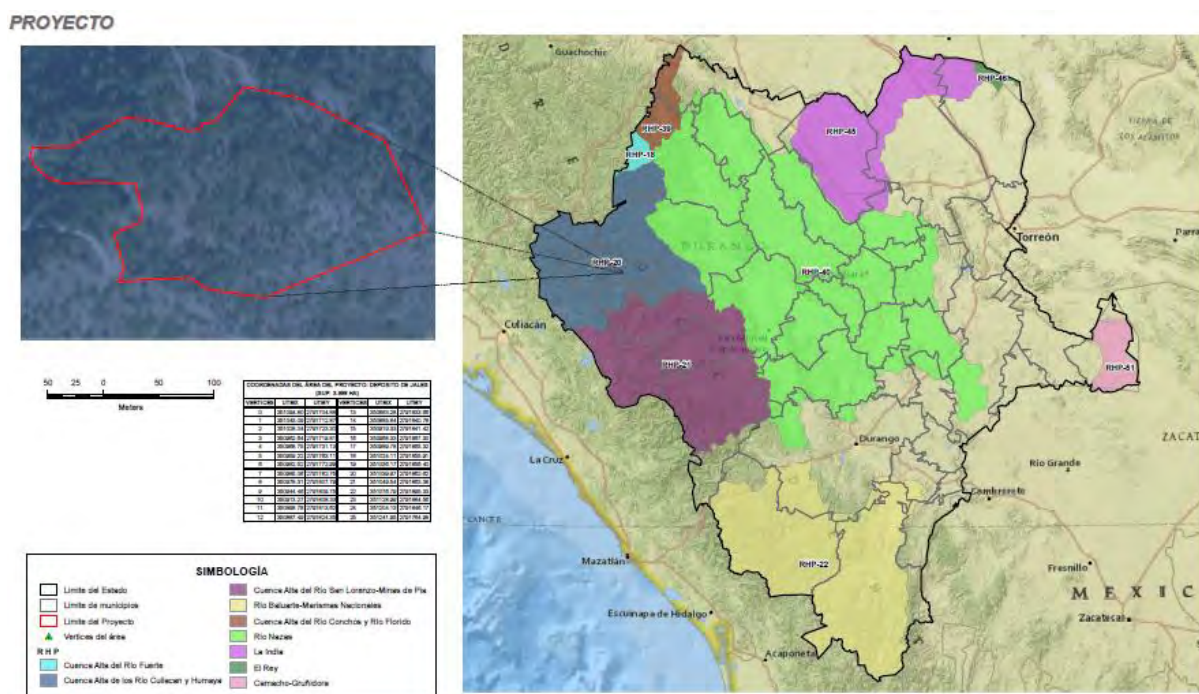


Figura III-3. Regiones hidrológicas prioritarias presentes en el proyecto

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

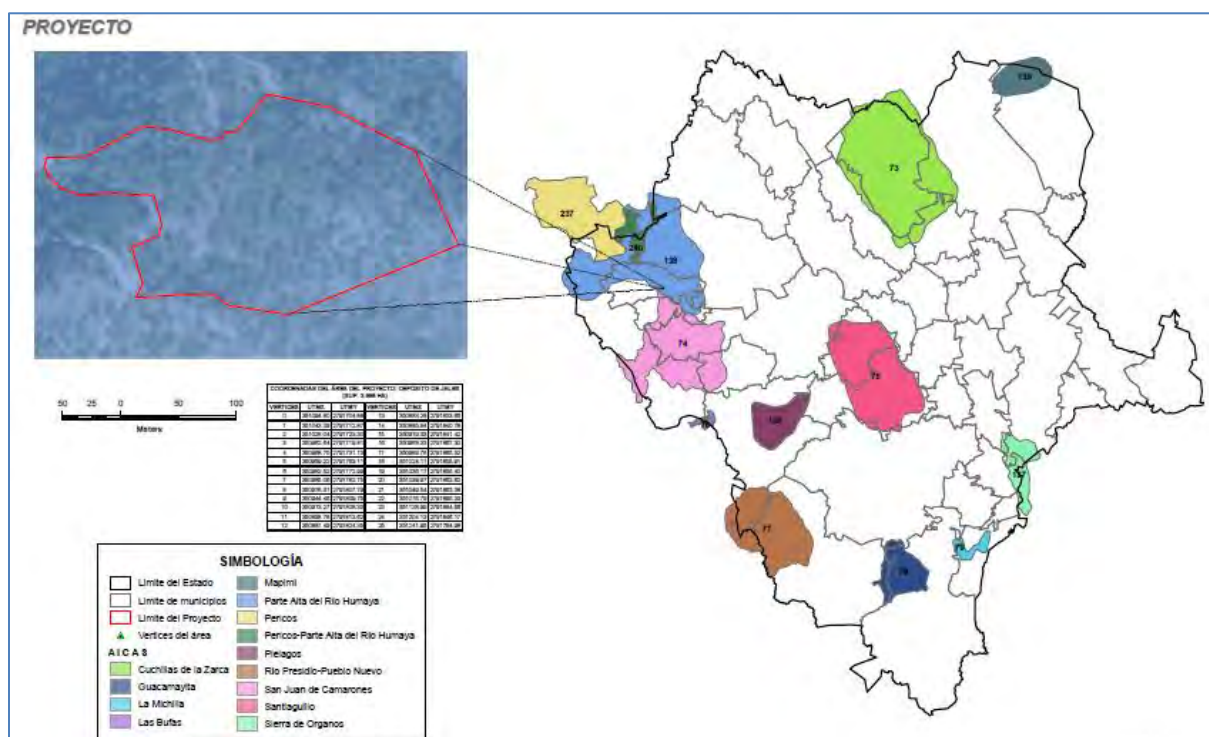


Figura III-4. Localización de las AICA^S presentes en el estado de Durango

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 sequías 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 dejara 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).	La 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 Pecuaria 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 Pecuaria	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 efectuara 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.
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 3.9980 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, implementara 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 tomara 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.

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.

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.

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 5^o, Inciso L fracción III e Inciso O fracción II.

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.

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-6. 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: I. Nombre o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante II. Lugar y fecha III. Datos de ubicación del predio o conjunto de predios y IV. 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.



Disposiciones		Vinculación con el Proyecto
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: I. 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; II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite; III. 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; 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.	Para efectos de cumplimiento del presente Artículo se presenta paralelamente al presente estudio, el documento técnico Unificado para que la Secretaría emita su dictamen conforme a la presente 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. Así mismo reitera la disposición para atender la visita técnica con el objetivo de verificar la información presentada en el presente documento técnico de cambio de uso de suelo.
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, estará a la espera de la notificación sobre el monto económico que se tendrá que depositar por efectos del pago por compensación ambiental, y mediante el cual se dará cumplimiento para que la Secretaría otorgue 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	Para tal efecto se realizarán las gestiones necesarias que la promovente tenga a bien considerar pertinentes en el desarrollo del



Disposiciones		Vinculación con el Proyecto
	deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la ley y el presente reglamento.	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: I. 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 II. Dentro de los 30 días hábiles posteriores a su conclusión, un informe que contenga la ejecución y desarrollo del cambio de uso del suelo	Para tal efecto se realizarán las gestiones necesarias que la promovente tenga a bien considerar pertinentes en el desarrollo del proyecto
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, según lo determine la Secretaría en consideración con los costos de referencia y los niveles de equivalencia establecidos en la Ley, buscara los recursos económicos necesarios para cubrir el pago correspondiente y en tal sentido 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-042-SEMARNAT-2006: Que establece los máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos. Cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kg, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustibles de dichos vehículos.

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.

NOM-050-SEMARNAT-1993: Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustibles.

III.2.3.2. Para el manejo de residuos peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005: Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los 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 el ruido emitido por vehículos y fuentes fijas

NOM-080-SEMARNAT-1994: Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de los escapes de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

III.2.3.4. 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.2.3.5. 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.2.3.6. 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-7. Vinculación con las normas aplicables

Nomenclatura (Clave)	Aspecto Ambiental	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2006	Contaminación atmosférica	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de vehículos automotores de circulación que utilizan gasolina como combustible. (DOF 06/03/07)	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para la etapa de construcción, para los vehículos de los promoventes que utilicen gasolina. Asimismo, se cumplirá con la verificación vehicular.
NOM-045-SEMARNAT-2006		Que regula los niveles máximos permisibles de emisión de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que utilizan diésel como combustible (DOF 13/09/07)	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para las etapas de preparación del sitio y construcción, para los vehículos que utilicen diésel.
NOM-042-SEMARNAT-2003		Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos	El promovente deberá realizar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, para disminuir los niveles de contaminación en el componente ambiental aire.
NOM-050-SEMARNAT-1993		Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustibles	El promovente deberá realizar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, para disminuir los niveles de contaminación en el componente ambiental aire.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Residuos	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad (DOF 23/06/06)	Los residuos peligrosos que puedan generarse, serán identificados, almacenados y dispuestos, por el promovente, de acuerdo a lo establecido en



Nomenclatura (Clave)	Aspecto Ambiental	¿Qué establece?	Vinculación con el proyecto
			la Ley y Reglamento para la Prevención y Gestión Integral de los 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-ECOL-1993. (DOF 22/10/93)	Los residuos serán almacenados por el promovente, de forma temporal en contenedores específicos, observando su incompatibilidad.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Biodiversidad	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	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 y relocalización de las especies vulnerables.
NOM-080-SEMARNAT-1994 NOM-081-SEMARNAT-1994:	Ruido	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores y método de medición y Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se contará con un programa de mantenimiento preventivo para las etapas de preparación del sitio y construcción, de forma que se cumpla con los límites máximos permisibles.
NOM-017-STPS-2008 y NOM-019-STPS-2004	Social	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. Así mismo la segunda norma: Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo	El promovente supervisará que el personal que va a intervenir en el proyecto, se le proporcionará equipo de seguridad (casco, guantes, arneses etc.) El promovente deberá implementar cursos de primeros auxilios que ayuden a salvaguardar la integridad física de los trabajadores.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Suelo	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación	Se tomarán las medidas necesarias para prevenir derrames de hidrocarburos y con base en la norma se elaborará y seguirá un proceso de remediación de suelos en caso de existir uno que provoque exceder los límites permisibles
NOM-141-SEMARNAT-2003	Suelo, Agua, Flora, Fauna	Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales	Se han realizado análisis de laboratorio, conforme a las especificaciones de esta Norma, del Depósito de jales también en donde pretende desarrollarse el proyecto. A lo largo del desarrollo del proyecto se continuarán realizando pruebas de laboratorio conforme a esta Norma.

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 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. Dentro de los resultados del laboratorio se obtuvo como característica principal un nivel bajo en contenido de metales, principalmente el plomo y que dicho resultado caracteriza el jal como no peligroso por toxicidad. Aunado a lo anterior, es importante mencionar que se utilizará **geomembrana** para evitar la infiltración de lixiviados, así como considerar la estabilización química.

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 sugerido dentro de la NOM-141, donde los resultados nos indican que se obtuvo un valor entre 0.18 y 1.0688,



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-8. 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
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-9. 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 *Gumbel* 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-10. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - x)^2$
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

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
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 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-11. 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-12. 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-13. 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-14. 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: A continuación, se presenta el registro del comportamiento de los vientos en la zona.

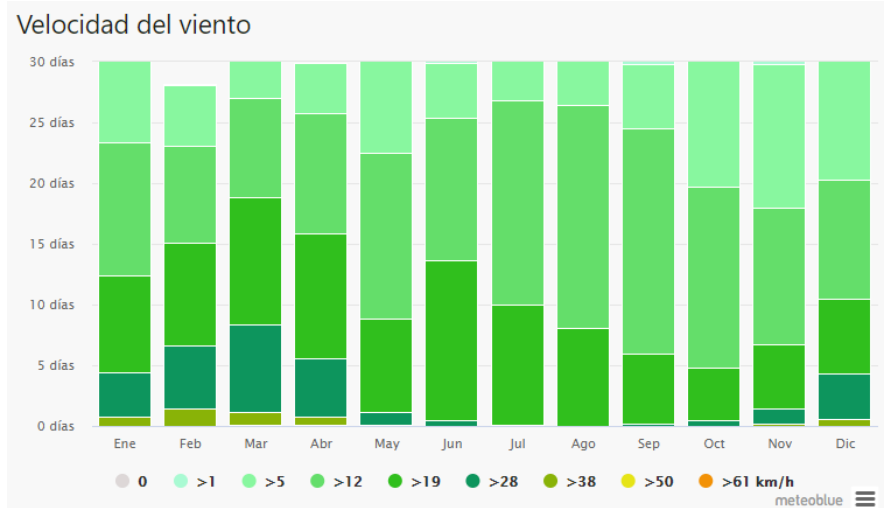


Figura III-6. Grafica del registro del comportamiento de los vientos

El diagrama muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad. Cabe señalar que no se cuenta con información actual que muestre un monitoreo de los vientos en la zona del proyecto, por lo que se optó por tomar como referencia los registros siguientes.

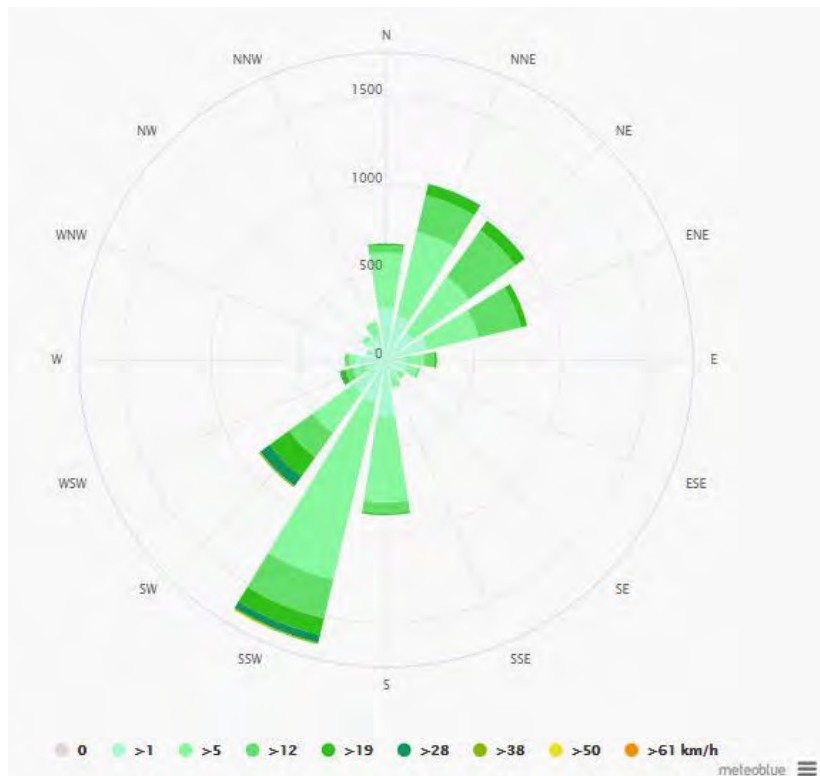


Figura III-7. Registros representados en la rosa de los vientos

La Rosa de los Vientos para Victoria de Durango muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE).

La información plasmada para los registros de los vientos hace referencia a la ciudad de Victoria de Durango, ya que no se cuenta con registros del sitio del proyecto, por lo que se plasman como una referencia de la información que se requiere para el cumplimiento de la Norma.

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.

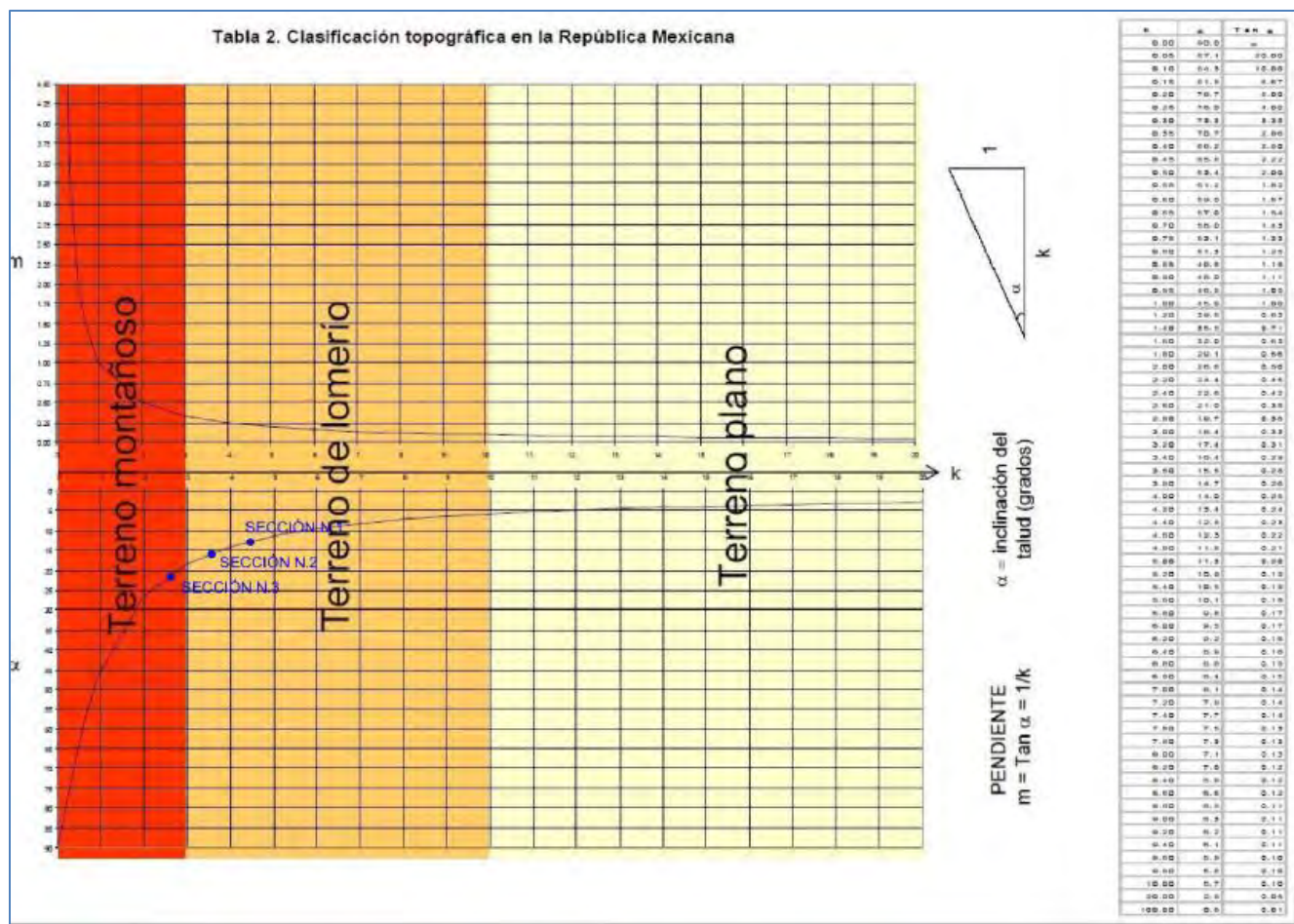


Figura III-8. Clasificación topográfica en la República mexicana

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-9. 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-15. 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

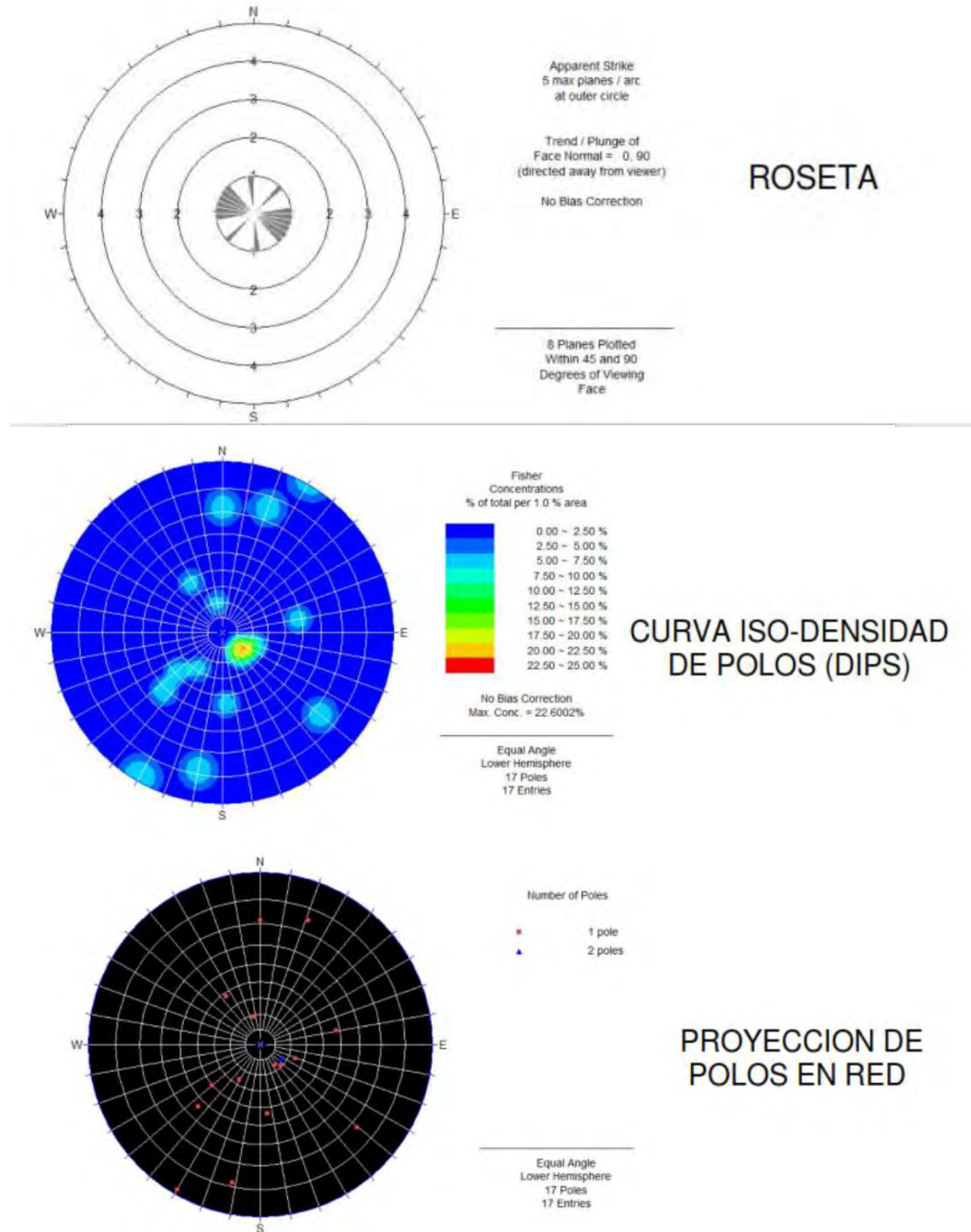


Figura III-10. Estereogramas de los principales estratos de roca identificados en mapeo geológico-estructural

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.

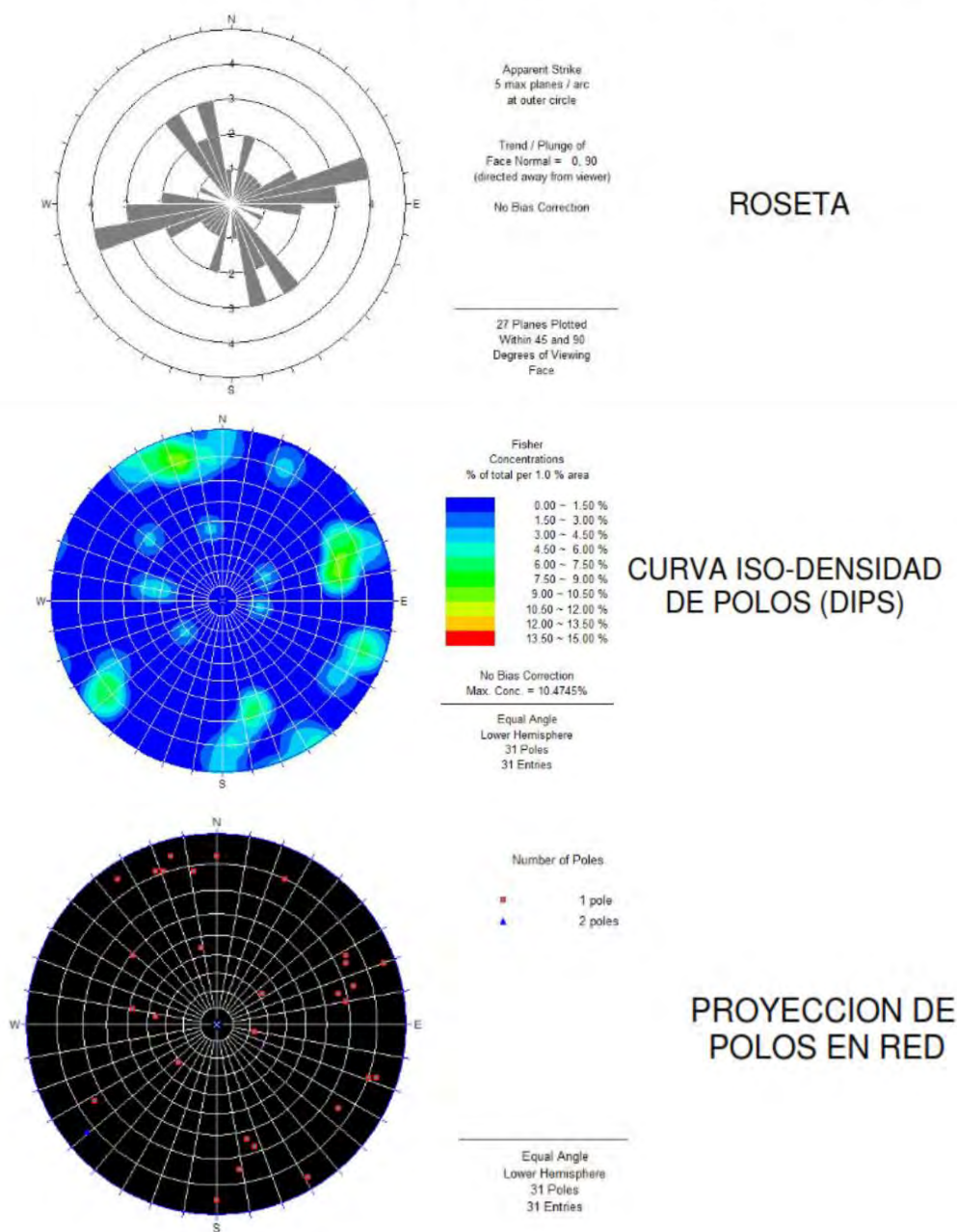


Figura III-11. Estereograma de las principales familias identificadas en mapeo geológico-estructural

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.

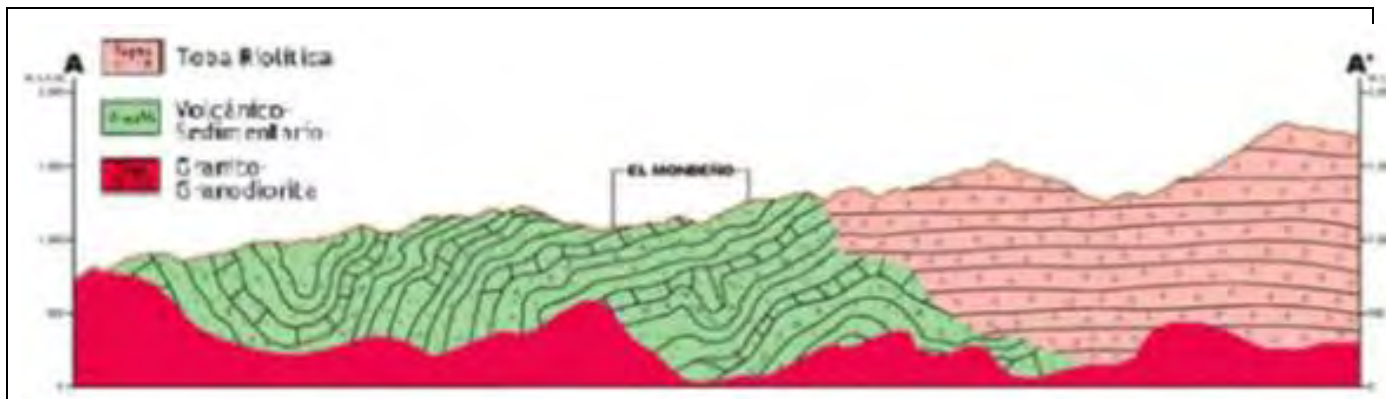
No se aprecian estrías de corrimiento muy marcado en la falla; de la misma manera con la etapa de distensión estos bloques bascularon y con el plegamiento observado genera estos cambios en los echados de las capas. No se aprecian filtraciones de agua en el material de la falla.

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.



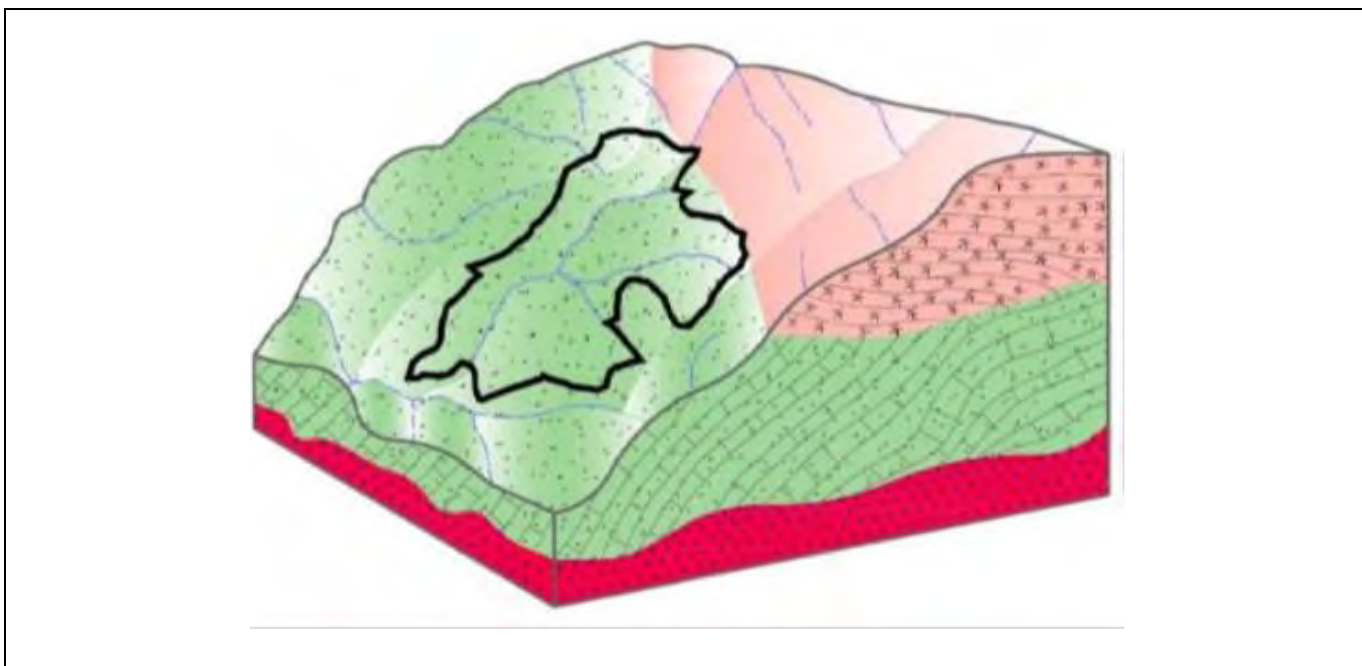


Figura III-12. Representación gráfica de la composición geológica del sitio del proyecto

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-13. 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 **semi - blando** 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-16. Calculo 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°25'44.68"O			PROF.:	1.00 MTS													
SONDEO:	UNICO																	
FECHA:	nov-22																	
Densidad máxima	=	1.53 g/cm ³																
Densidad mínima	=	1.17 g/cm ³																
Densidad de campo	=	1.45 g/cm ³																
Cohesion =c	=	0.00 kg/cm ²																
Angulo de fricción	=	16.87 grados																
% Pasa Nº 200	=	36.00 %																
<table><tr><td>% Pasa Nº 200</td><td>γ_{sat} (kg/cm³)</td><td>γ_{min} (kg/cm³)</td><td>γ_{max} (kg/cm³)</td><td>Cr</td><td>SP</td></tr><tr><td>36.00%</td><td>1.00145</td><td>0.00117</td><td>0.0018</td><td>0.5354</td><td>17</td></tr></table>							% Pasa Nº 200	γ _{sat} (kg/cm ³)	γ _{min} (kg/cm ³)	γ _{max} (kg/cm ³)	Cr	SP	36.00%	1.00145	0.00117	0.0018	0.5354	17
% Pasa Nº 200	γ _{sat} (kg/cm ³)	γ _{min} (kg/cm ³)	γ _{max} (kg/cm ³)	Cr	SP													
36.00%	1.00145	0.00117	0.0018	0.5354	17													
DATOS PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA																		
Densidad Natural γ _{sat} (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 tanφ=	0.31	0.305133														
	B = 2.00m	200 tan(45+φ/2)=	1.3506495	1.35065														
	L = 2.00m	200 tan(45+φ/2)=	1.8242542	1.824254														
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA																		
	Nc = 12.92	140 cotφ=	3.2772646	3.277265														
	Nq = 4.75	140 emmmmm=	2.6080481	2.608048														
	Nγ = 3.51	10.66 ssnof=	0.2918484	0.291848														
FACTORES DE PROFUNDIDAD																		
	dc = 1.20																	
	dq = 1.15																	
	dγ = 1.00																	
FACTORES DE FORMA																		
	Sc = 1.39																	
	Sq = 1.31																	
	Sγ = 0.60	0.6																
	c = 0.000	Kg./Cm2																
compacidad relativa[%] = Cr 53.54																		
TENSION VERTICAL = q = q _c																		
	q= 0.290	Kg./Cm ²																
CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (q _u)																		
	q _u = 1.344	Kg./Cm ²																
CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA 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.

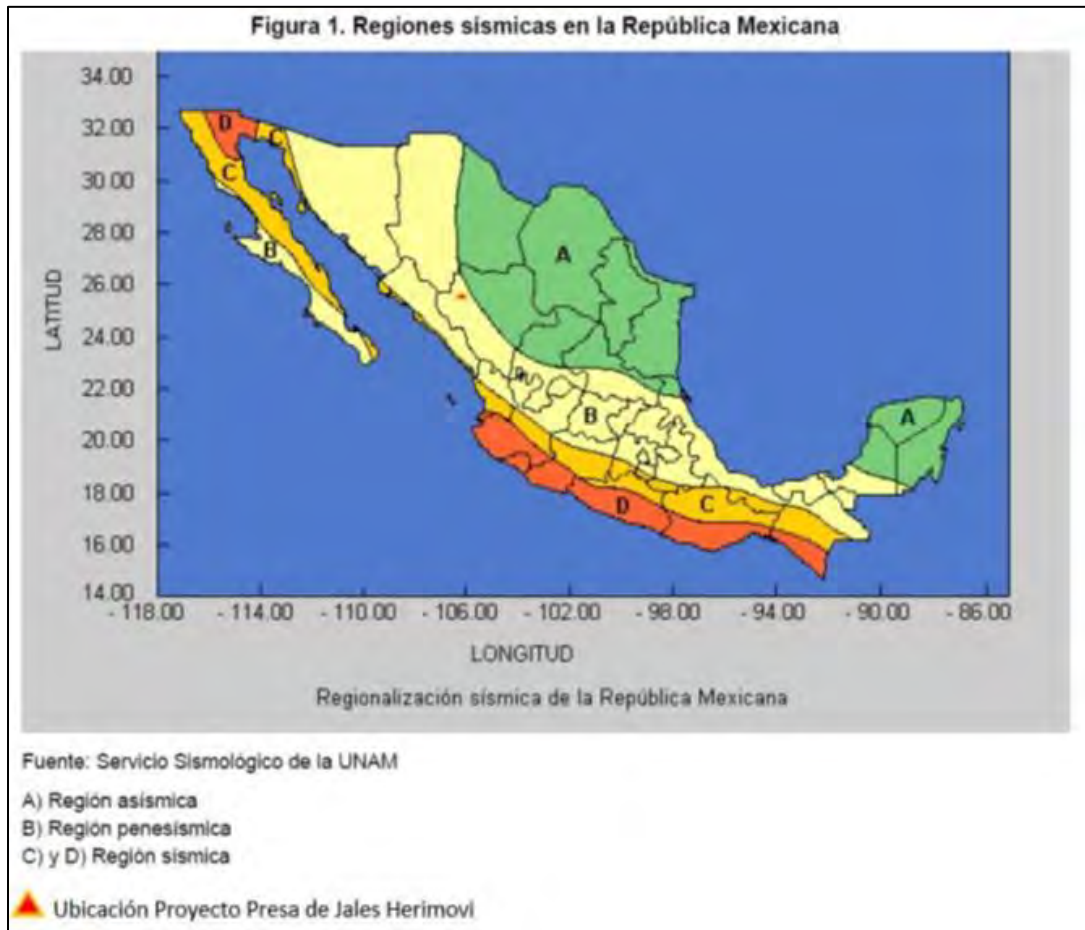


Figura III-14. Regiones sísmicas de la República mexicana

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) 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-17. 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).

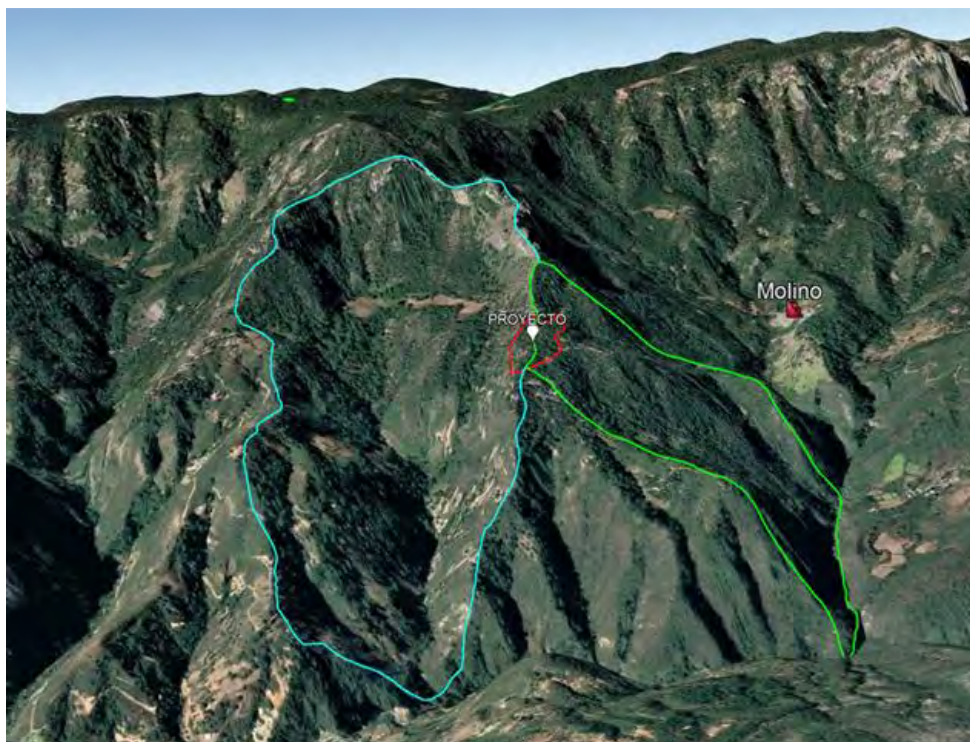


Figura III-15. Representación gráfica de la subcuenca hidrológica aguas arriba

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-18. 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-19. 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-20. 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:

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

$$Q = 1.218 m^3/seg$$

Se estima un valor de 1.218 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).

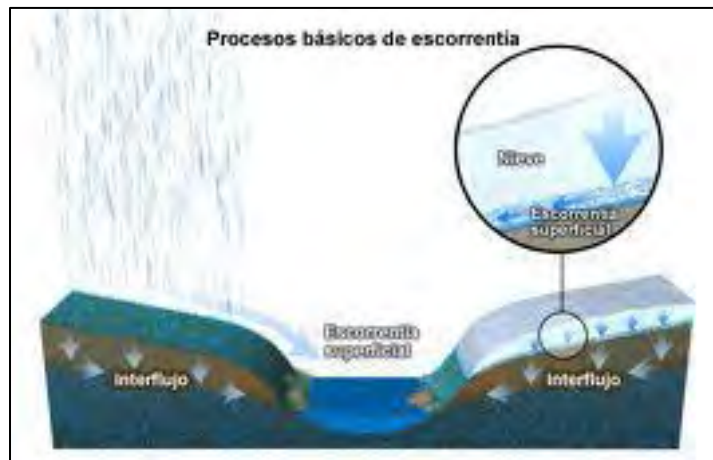


Figura III-16. Procesos básicos de escorrentias

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-21. 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 Hilería	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 formulas 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.

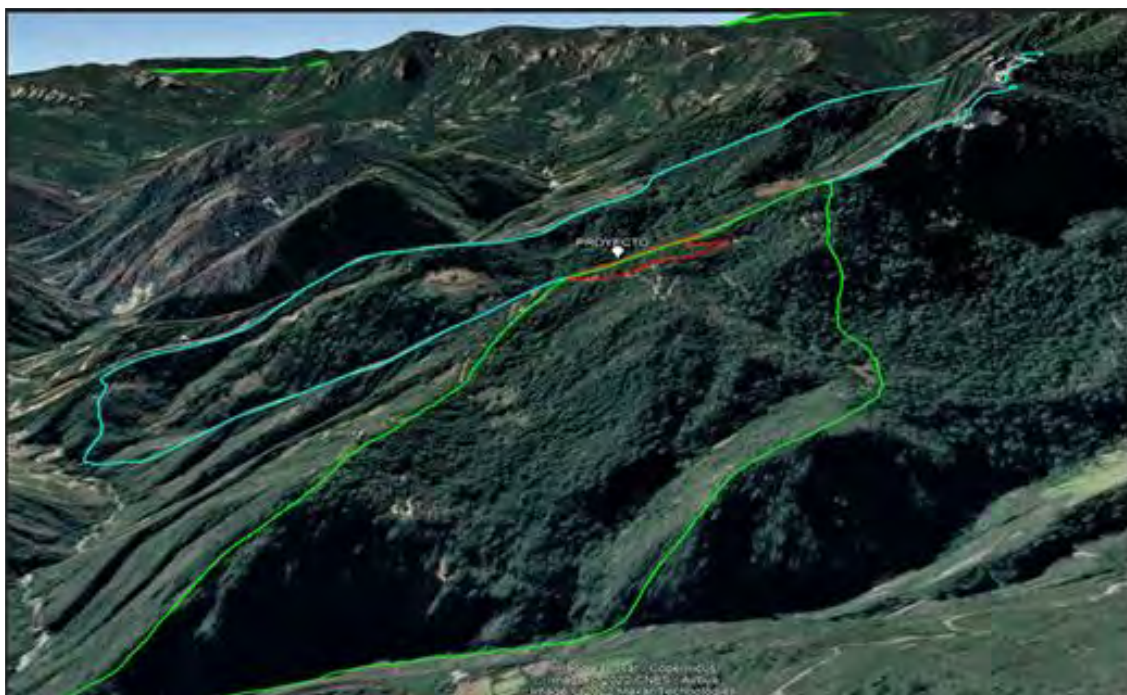


Figura III-17. Ubicación del proyecto con respecto a la fisiografía de la subcuenca



Figura III-18. 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-22. 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-23. 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 FECALIS	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
FERRO	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

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 Río 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:

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

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

$$V_{aq} = 0.216$$

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.

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).

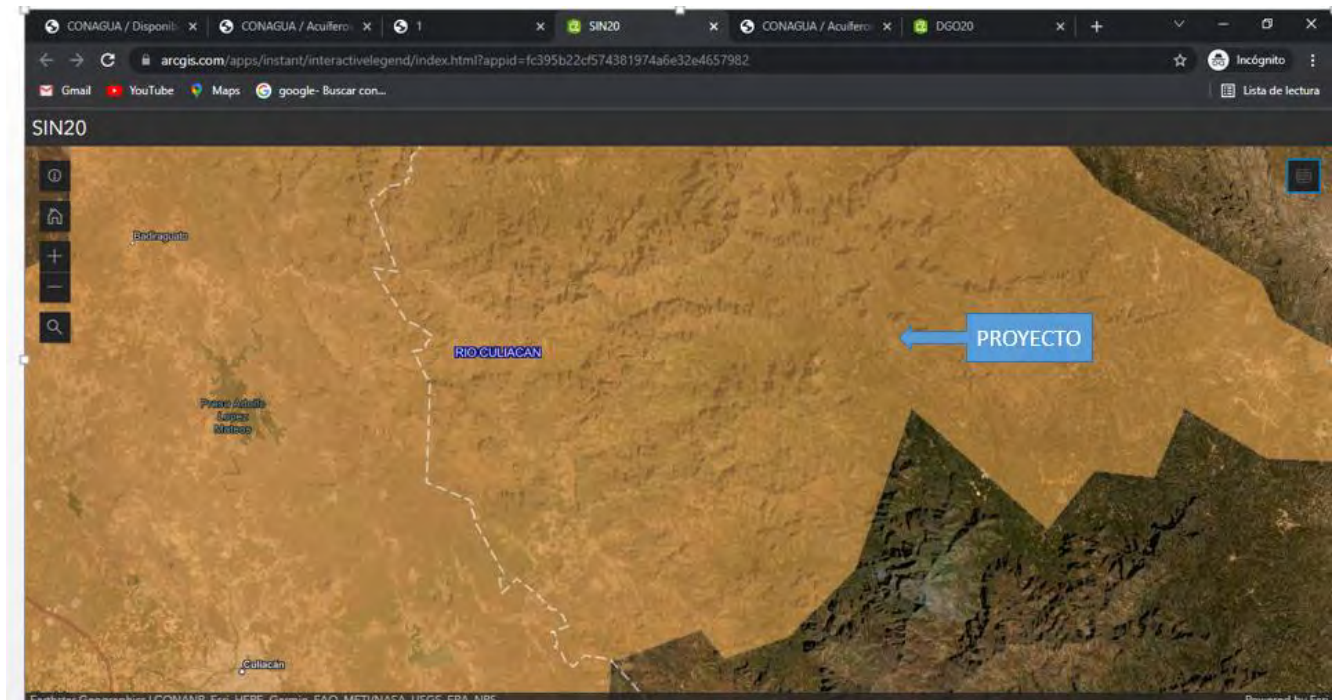


Figura III-19. Ubicación geográfica del proyecto con respecto a la delimitación del acuífero



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 friáticos 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.

Cuadro III-24. 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 (μ S/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.

Cuadro III-25. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo del proyecto (UTM WGS 84)

SITIO	UTM X	UTM Y
1	350961	2791838
2	350993	2791808
3	350984	2791738
4	351043	2791730
5	351104	2791742
6	351081	2791814
7	351023	2791843
8	351041	2791787



MÉTODOS NO PARAMÉTRICOS:

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): $S_{est} = S_{obs} + F^2/2G$, donde: S_{est} es el número de clases (en este caso, número de especies) que deseamos conocer, S_{obs} 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: $S_{est} = S_{obs} + ((F^2/2G + 1) - (FG/2(G+1)2))$.

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-26. 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

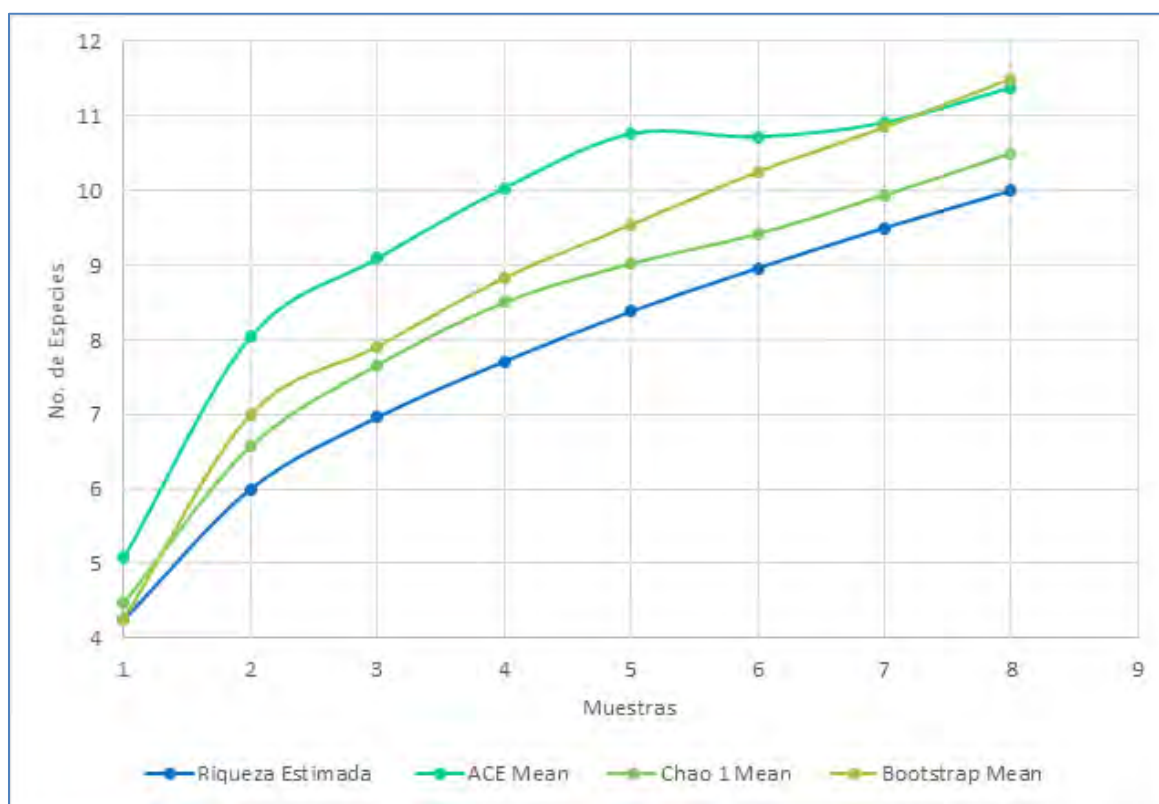


Figura III-20. Resultados No Paramétricos del estrato arbóreo para BPQ en el proyecto

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-27. 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-28. 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

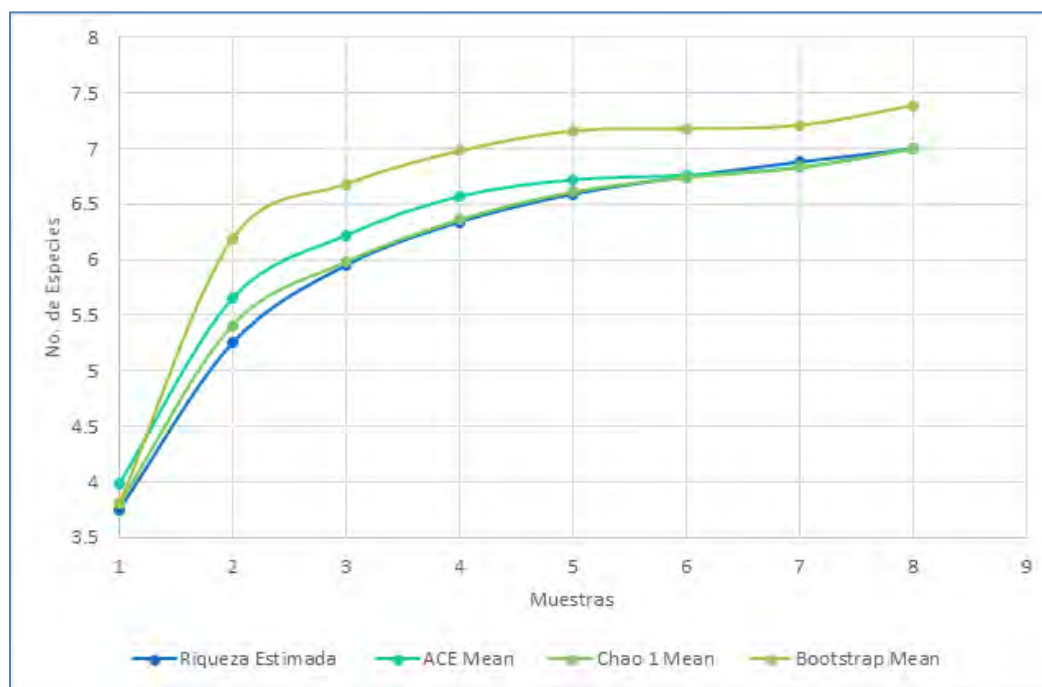


Figura III-21. Resultados No Paramétricos del estrato arbustivo para BPQ en el proyecto

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-29. 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-30. 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

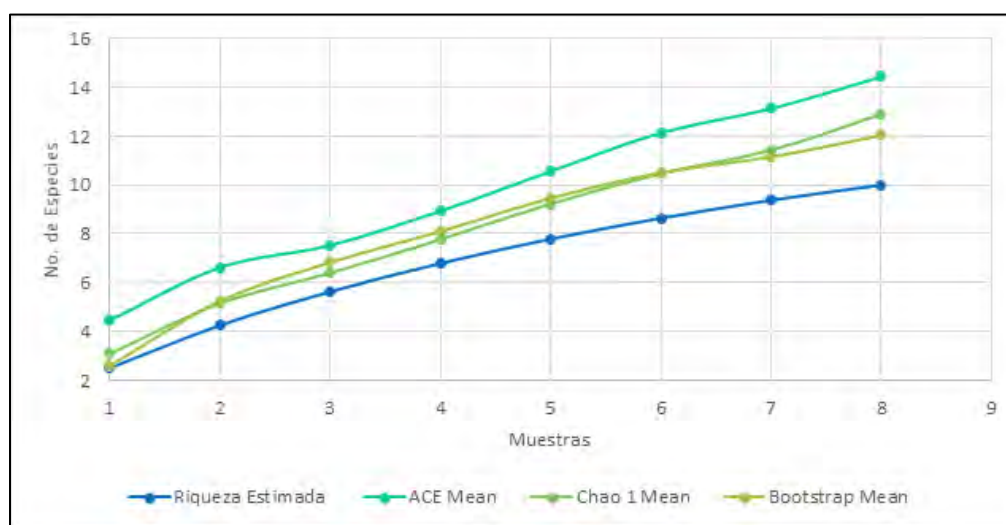


Figura III-22. Resultados no paramétricos del estrato herbáceo para BPQ en el proyecto



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-31. 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.

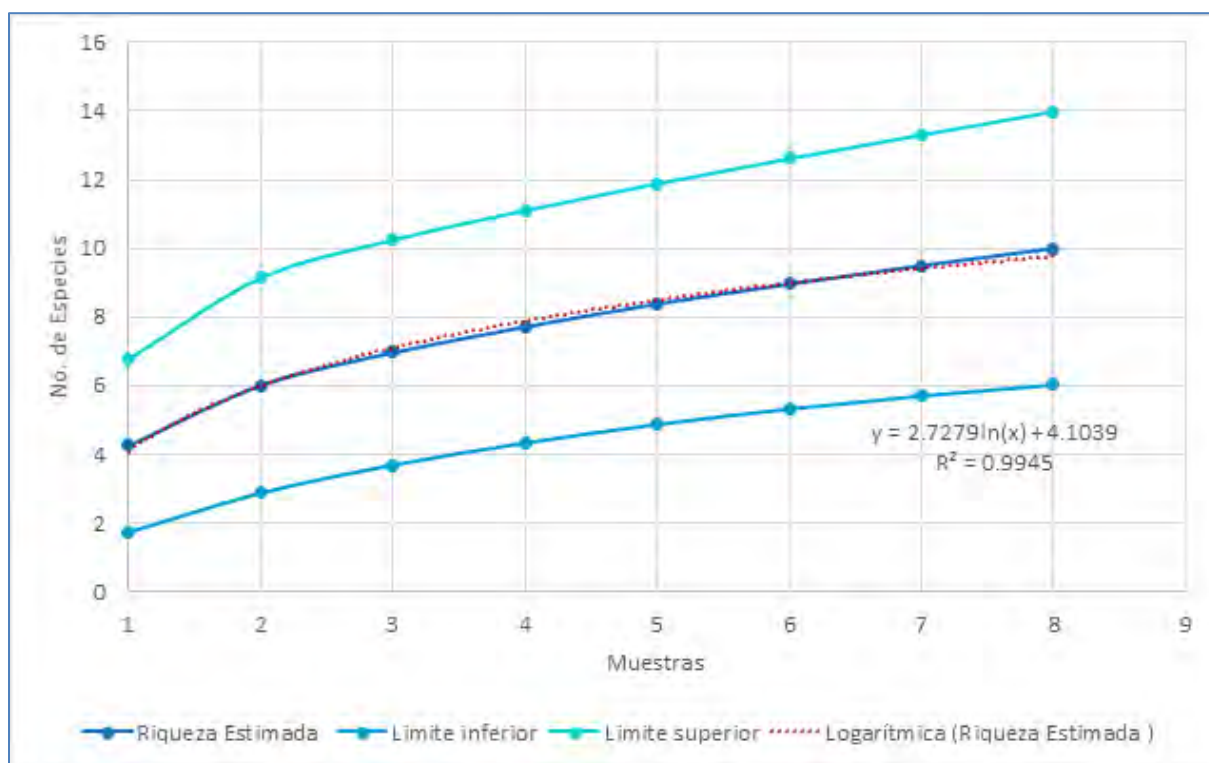


Figura III-23. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbóreo del BPQ en el sitio del proyecto

Cuadro III-32. 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.

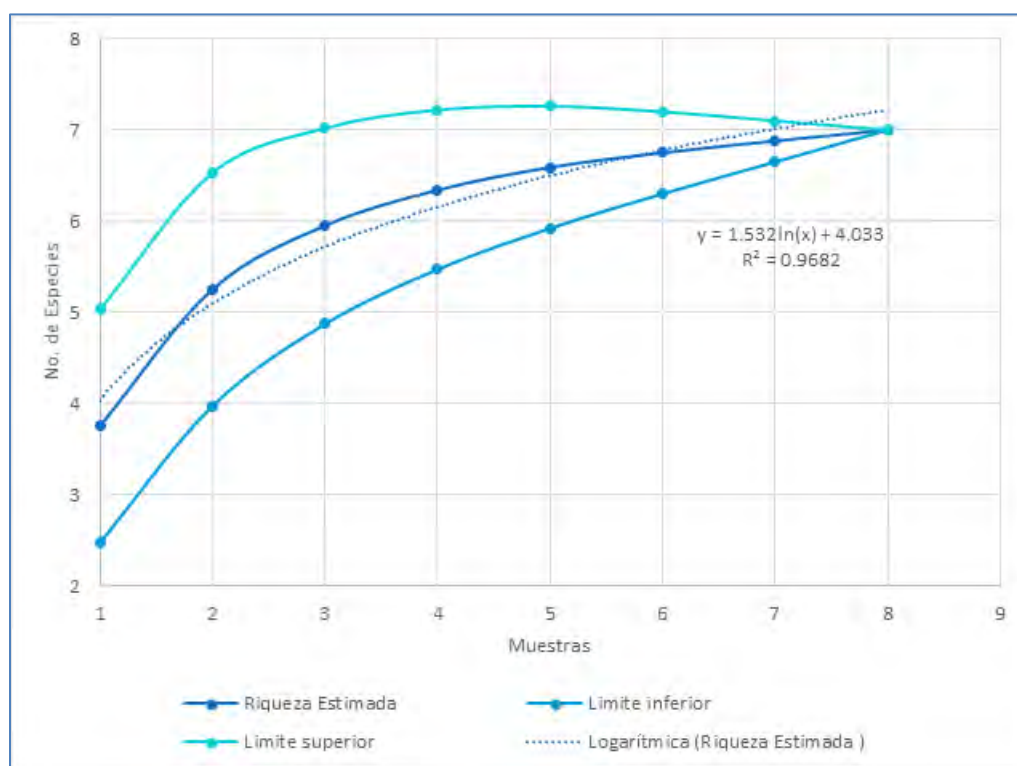


Figura III-24. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato arbustivo del BPQ en el sitio del proyecto

Cuadro III-33. 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.

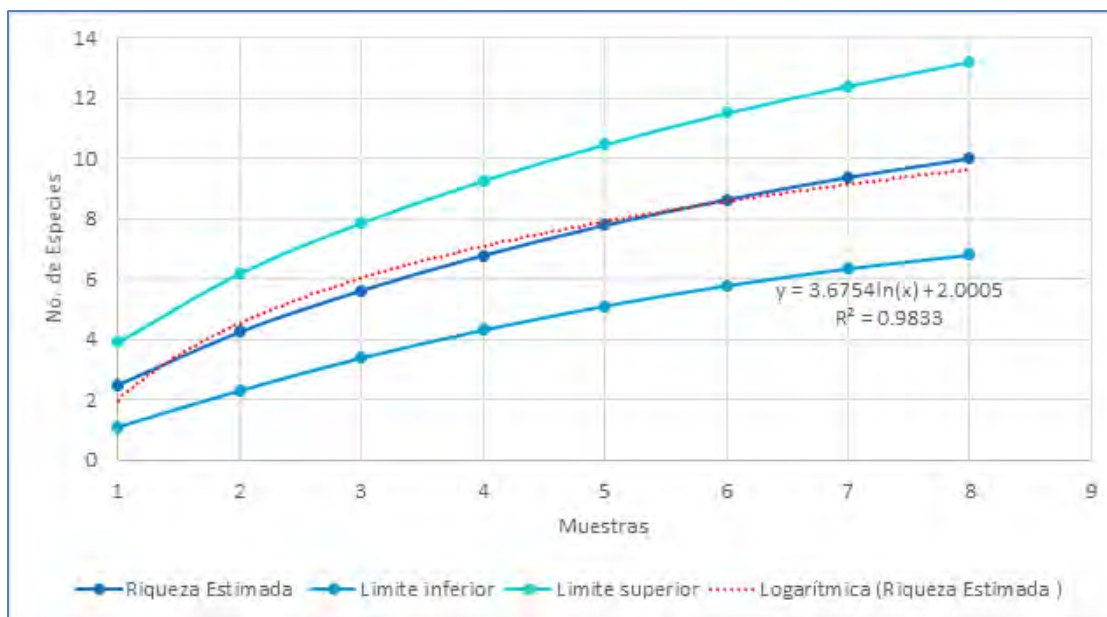


Figura III-25. Esfuerzo de muestreo y modelos del estrato herbáceo del BPQ en el sitio del proyecto

Cuadro III-34. 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.

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.



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-35. 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	3.9980	100.00
Total=					3.998	100.00

Cuadro III-36. Estimación de los diferentes estratos y sus indicadores

ESTRATO ARBOREO															
No.	Nombre científico	ni	Área basal (m ²)	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>	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
2	<i>Acacia schaffneri</i>	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	<i>Arbutus arizonica</i>	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	<i>Juniperus flaccida</i>	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	<i>Pinus engelmannii</i>	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	<i>Pinus herrerae</i>	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	<i>Pinus maximinoi</i>	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	<i>Quercus durifolia</i>	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	<i>Quercus laeta</i>	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	<i>Quercus viminea</i>	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 (m ²)	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>	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
2	<i>Agave inaequidens</i>	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	<i>Aloysia wrightii</i>	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	<i>Buddleja americana</i>	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	<i>Crataegus rosei</i>	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	<i>Dodonaea viscosa</i>	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	<i>Eysenhardtia platycarpa</i>	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
												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)	Pi^2		
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 originaran 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 “Aguas Abajo 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.

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

Se realizó un análisis 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.

Con el objetivo de facilitar el trabajo con estos modelos se han desarrollado diferentes interfaces sobre la base de las ecuaciones que describen el fenómeno de dispersión de contaminantes atmosféricos,

que en este caso se evaluará Material Particulado (MP). Se presentan en tal sentido como programas que conducen al usuario de una forma amigable a la obtención de datos de modelación del impacto que ocasionan determinadas fuentes sobre la calidad del aire.

En la ventana de diálogo de la interface empleada se introducen los siguientes parámetros:

- a) Altura del punto emisor–chimenea (m)
- b) Rango del área de la Fuente emisora–chimenea (m)
- c) Flujo volumétrico de la mezcla de gases (m^3/s)
- d) Flujo máximo de la sustancia contaminante (g/s)
- e) Temperatura de la mezcla de gases a la salida de la chimenea (K)
- f) Temperatura ambiente del aire (K)

Luego se obtiene como resultado final de los procedimientos:

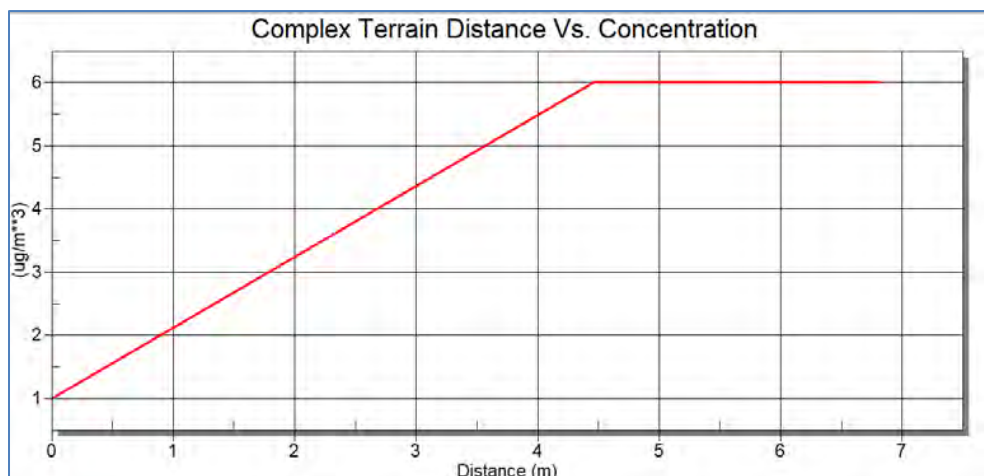
- a) Concentración máxima del contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y los valores para otras distancias seleccionadas (m)
- b) Distancia de máxima concentración (m)

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 Terreno Complejo compuesto de las siguientes variables:

CONCEPTO	DATO	MEDIDA
Altura del receptor sobre el suelo	1.7	M
Tasa de emisión	9.0	G/S
Altura de la chimenea	25	M
Diámetro de la chimenea	100	M
Velocidad de salida	1.94	M/S
Temperatura de salida	299	K
Temperatura ambiente	293	K
Opción	Rural	n/a

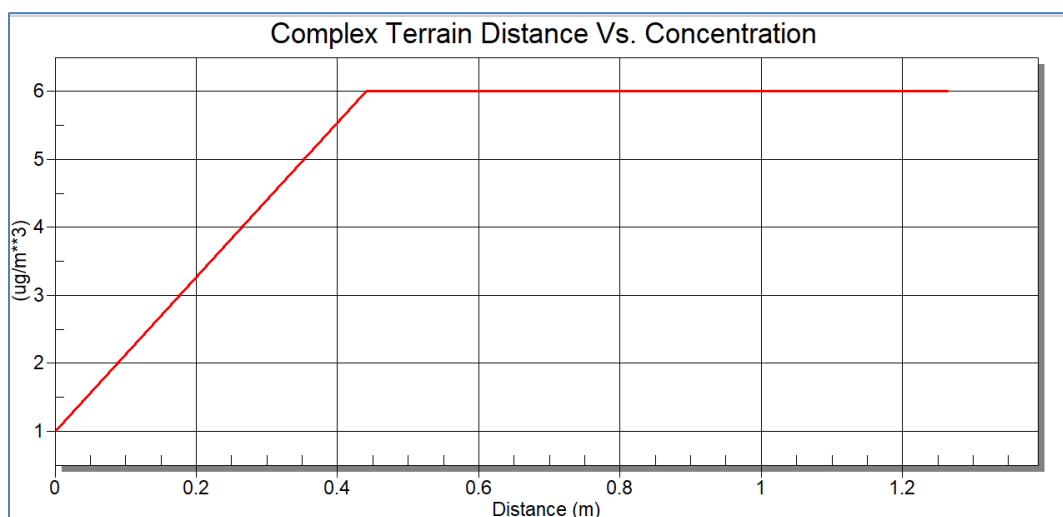
Altura estable de la Pluma: 178.9 m

Distancia hasta la subida final: 151.3 m



En la gráfica se muestra un punto rojo donde se indica la distancia a la que se ubica la población más cercana y se referencia en el simulador Screen View que adaptara una línea al área de dispersión de MP, siendo en este caso que no se reflejaría afectación a la distancia a la que se encuentra la población, ya que el simulador no presento la línea de dispersión.

CONCEPTO	DATO	MEDIDA
Altura del receptor sobre el suelo	1.7	M
Tasa de emisión	9.0	G/S
Altura de la chimenea	25	M
Diámetro de la chimenea	100	M
Velocidad de salida	7.56	M/S
Temperatura de salida	299	K
Temperatura ambiente	293	K
Opción	Rural	n/a





Las variables consideradas están basadas en la altura del bordo de contención, las características de granulometría y peso de las partículas de material sólido, la temperatura promedio registrada, en el caso del diámetro de la chimenea se ejemplifica una cobertura de 100 m, ya que el programa utilizado no permite rangos >100 m.

A través de las gráficas anteriores se ejemplifica el comportamiento del material particulado, donde se aprecia que a una velocidad promedio de 1.94 m/s en el caso de condiciones estables que se presentan la mayor parte del año de acuerdo a los registros, se aprecia una dispersión de 7 m desde la fuente de dispersión.

Para el escenario donde se incrementa la velocidad del viento a 7.56 m/s donde varía un poco la dispersión del material particulado en base a las características topográficas, altura y ancho de la fuente de dispersión. Lo anterior sirve para ejemplificar que los jales fugitivos no representan un riesgo de contaminación por dispersión en la atmosfera hacia los asentamientos humanos y cuerpos de agua que se encuentran más próximos al sitio del proyecto.

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 Aguas Abajo 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.

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 instalara 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.

b) 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.

c) 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.

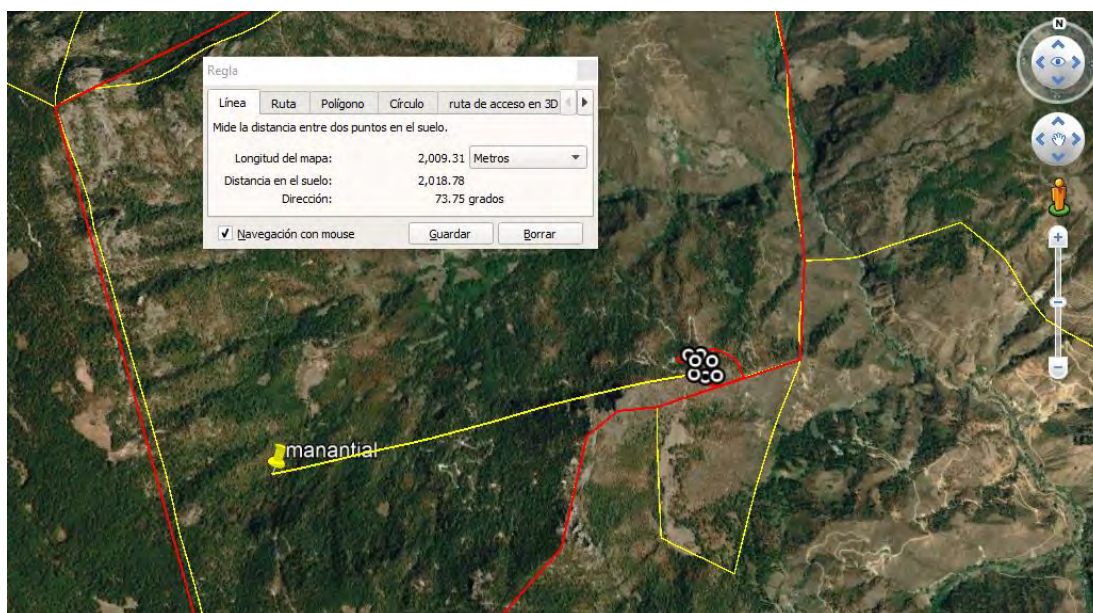


Figura III-26. Referencia de la ubicación de los manantiales

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.



b) 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).

c) 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 apeándose 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.

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 despalde 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 despalde en un área confinada con la finalidad de utilizarse en las actividades de forestación o en el abandono del sitio.

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.

Cuadro III-37. Estimación de almacenamiento de jales

Bordos	Tepetate (m ³)		Jal (m ³)
	Excavación	Construcción de bordo	Capacidad de la presa
Etapas			
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

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.

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.

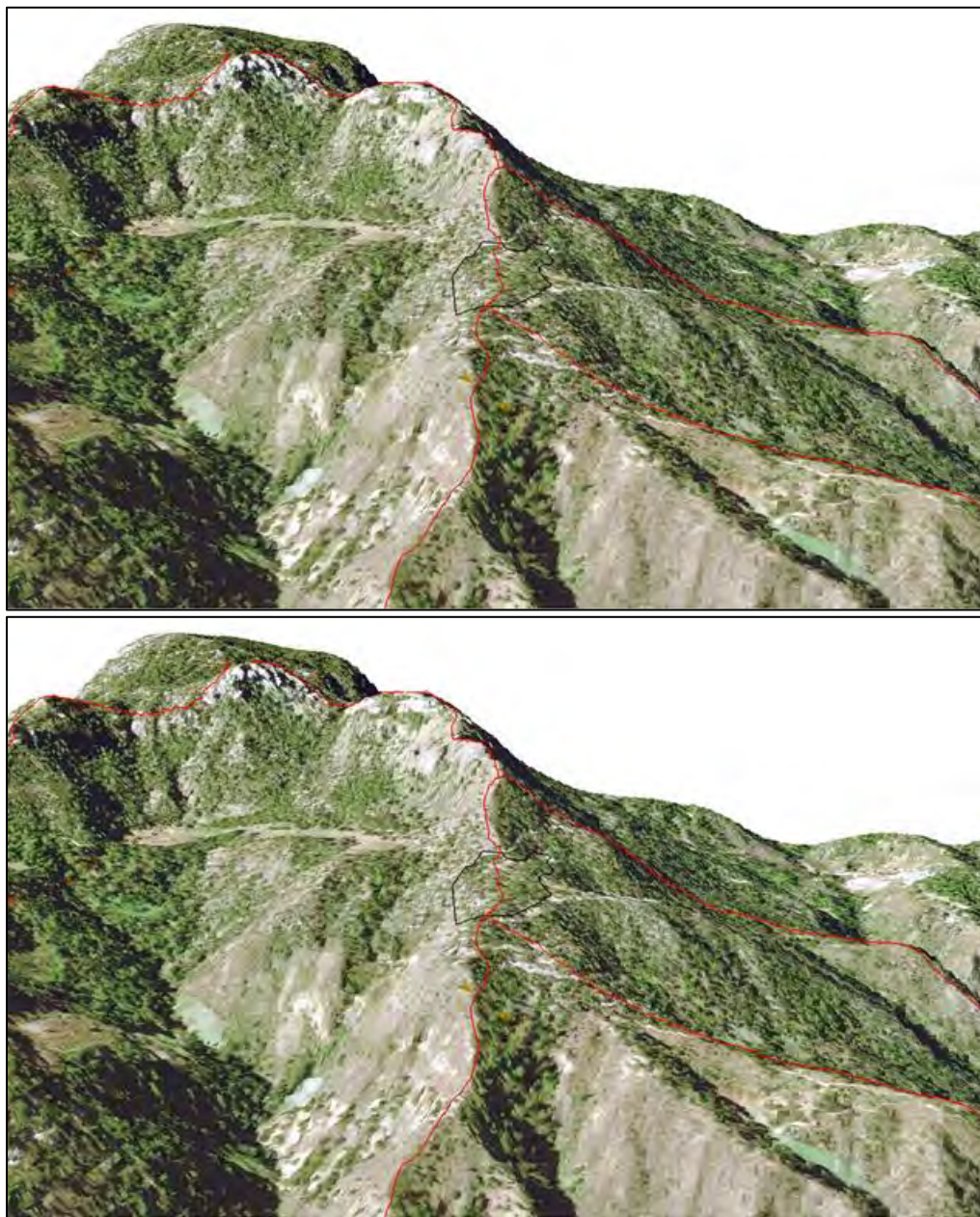
Obras de desvío.- Son obras normalmente de carácter temporal, que tienen por objeto controlar adecuadamente la corriente durante la construcción del bordo contenedor. No obstante, muchas veces pueden integrarse a la obra definitiva como parte de la obra de excedencias (canal o túnel), o pueden utilizarse (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.



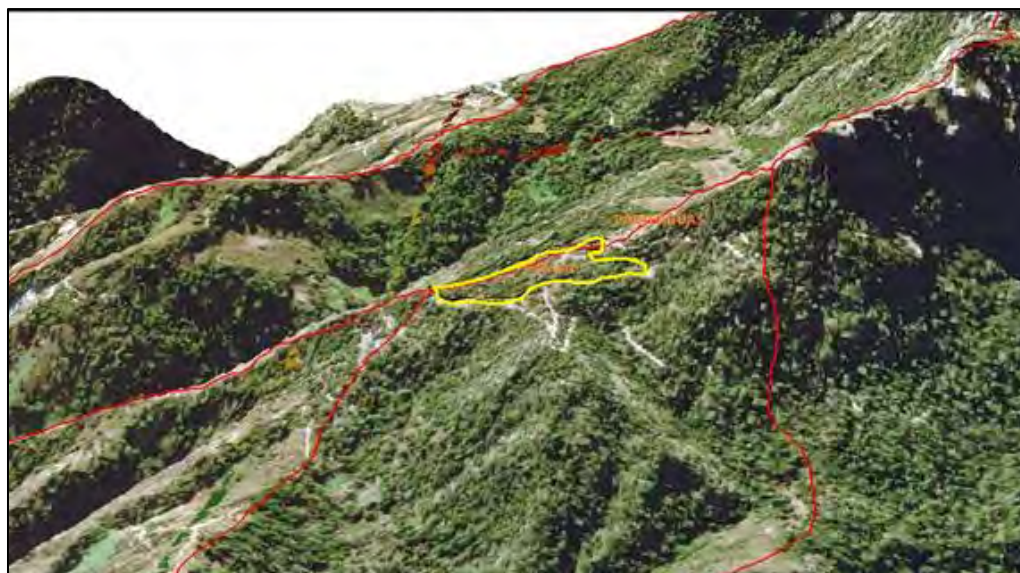


Figura III-27. Características fisiográficas del sitio del proyecto con respecto a la cuenca de aporte

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.

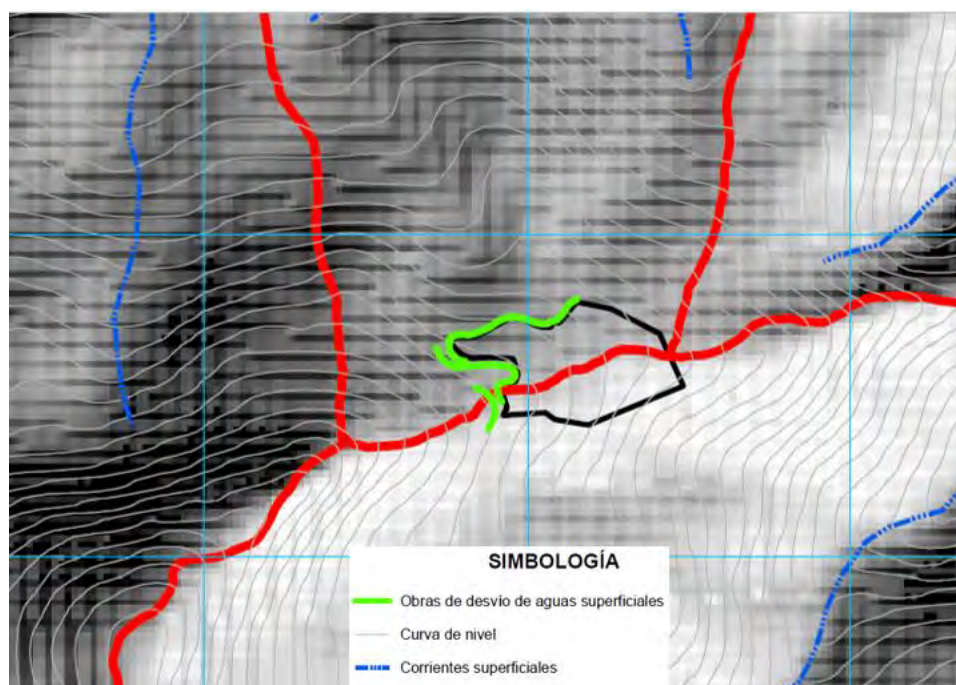
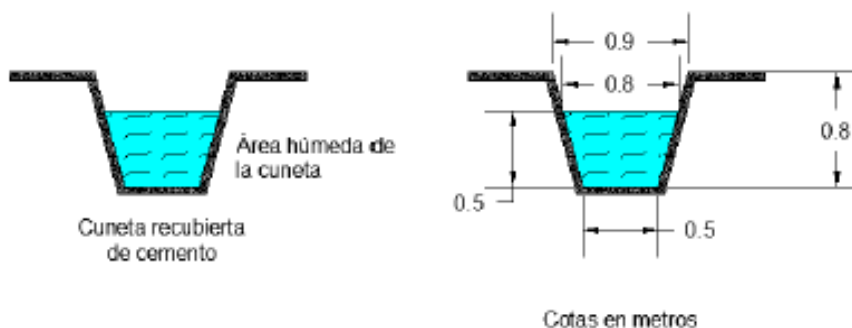


Figura III-28. Referencia de las obras de drenaje de aguas superficiales (línea roja)

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:

$$Ah = (0.8 + 0.5) \times 0.8 / 2$$

$$Ah = 0.52 \text{ m}^2$$

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 el “Desarrollo de la tormenta de diseño” es de 1.218 m³ /seg

$$1.56 > 1.218$$

Por lo que la cuneta propuesta es suficiente.

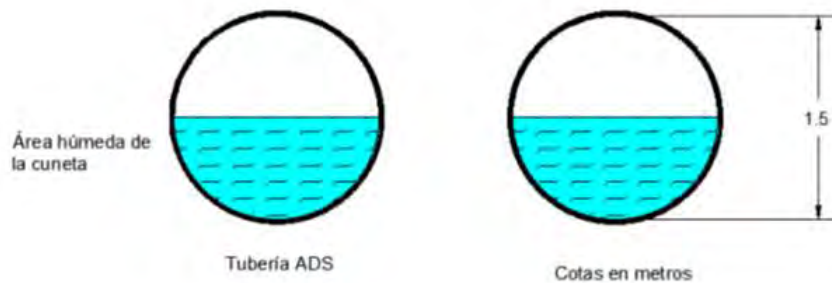
Se pretende desviar el agua de los escurrimientos producto de las lluvias por medio de una cuneta, sin embargo el depósito de jales también captará agua de las lluvias y esta deberá ser desalojada.

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 1.218 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

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.885 \text{ m}^2 \times 3.0 \text{ m/s} = 2.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gasto calculado tormenta de diseño

$$2.65 > 1.218 \text{ m}^3/\text{s}$$

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 pilas 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-29. 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.



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 al dimensionar con este criterio las demás estructuras nos da un factor de seguridad para hacer el diseño de las obras de manera segura.



Figura III-30. Esgurrimiento 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.

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.

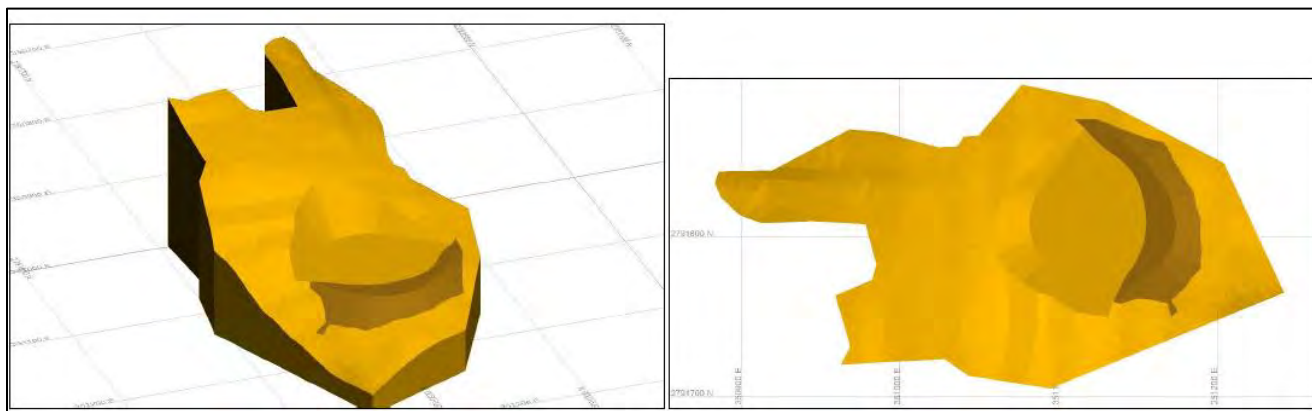


Figura III-31. Proyección de la construcción del bordo iniciador

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 contara con una cortina contenedora como tal por la condición expuesta. A continuación, se detalla el proceso constructivo del depósito de jales filtrados.

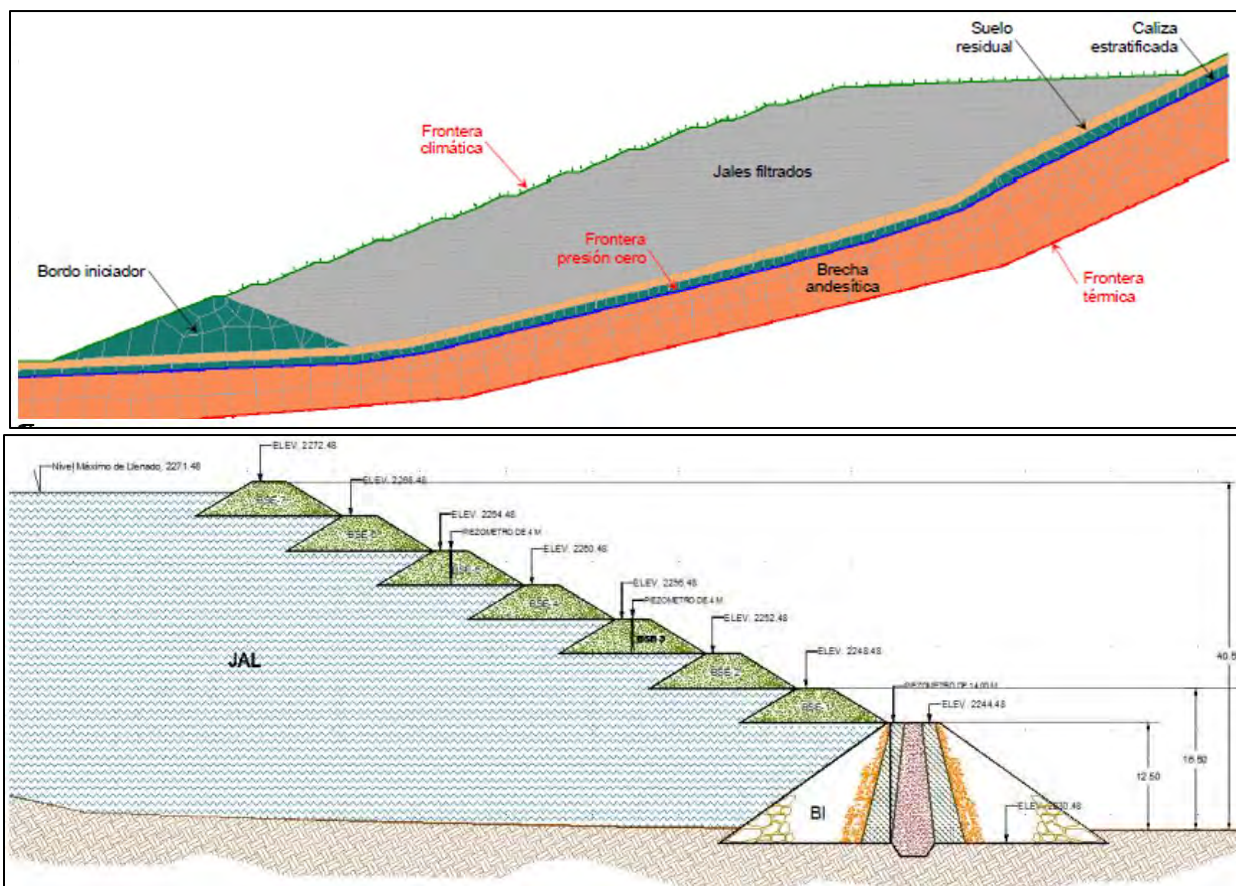


Figura III-32. Diseño geotécnico de un Depósito de jales filtrados

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 μ 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. 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)

Índice 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.



5.7.2.2 *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 9.073 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 material orgánico 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 utilizara geomembrana para cubrir la superficie donde se colocaran 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 fisicoquímicos 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 recalcando 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 Sismotectónica 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-39. 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



5.8.7 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 Norma Oficial, se recabara 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
(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

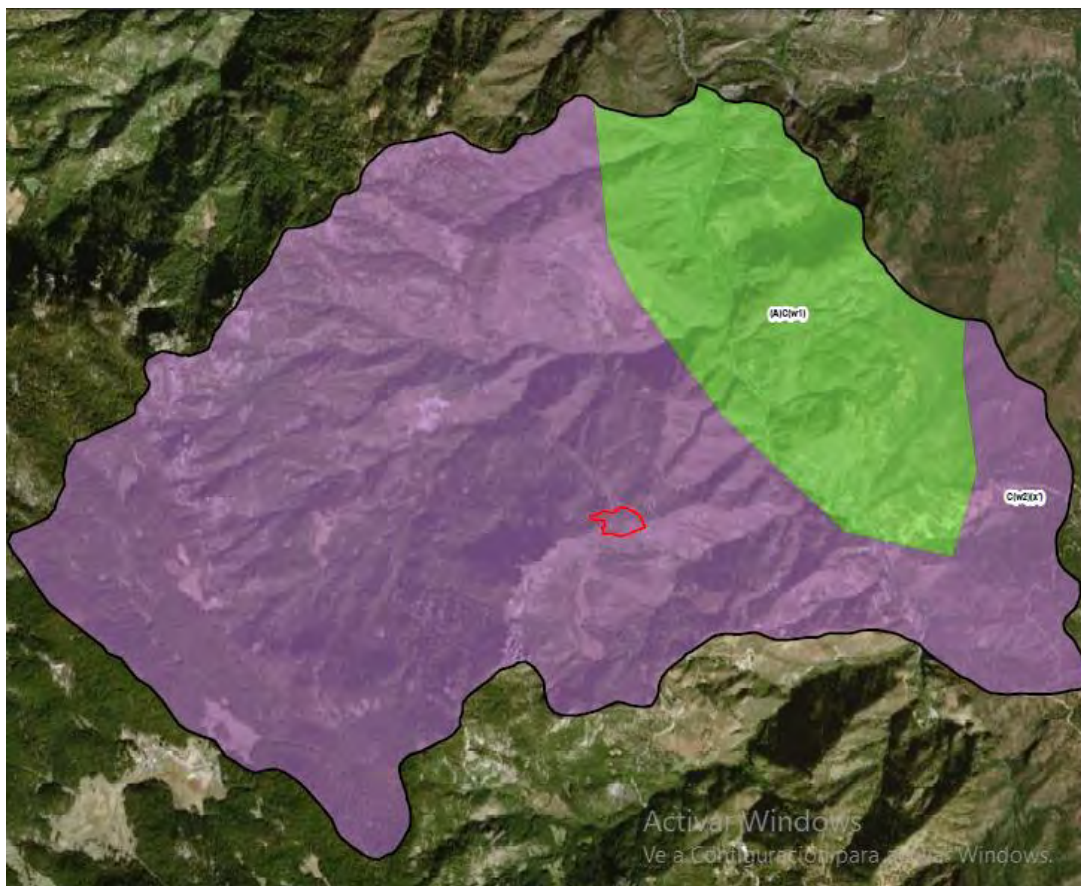


Figura IV-1 Tipo de clima presente en el sistema ambiental

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

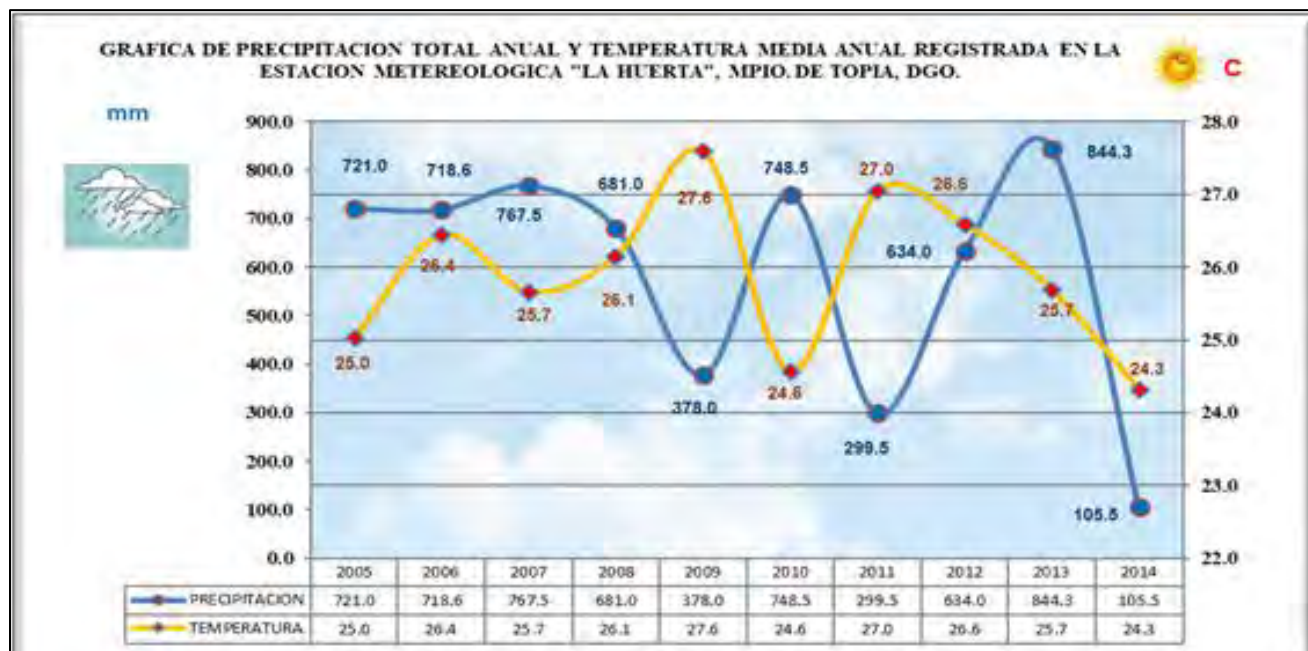


Figura IV-2. Grafica representativa de la temperatura y precipitación media anual

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	2012.207
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

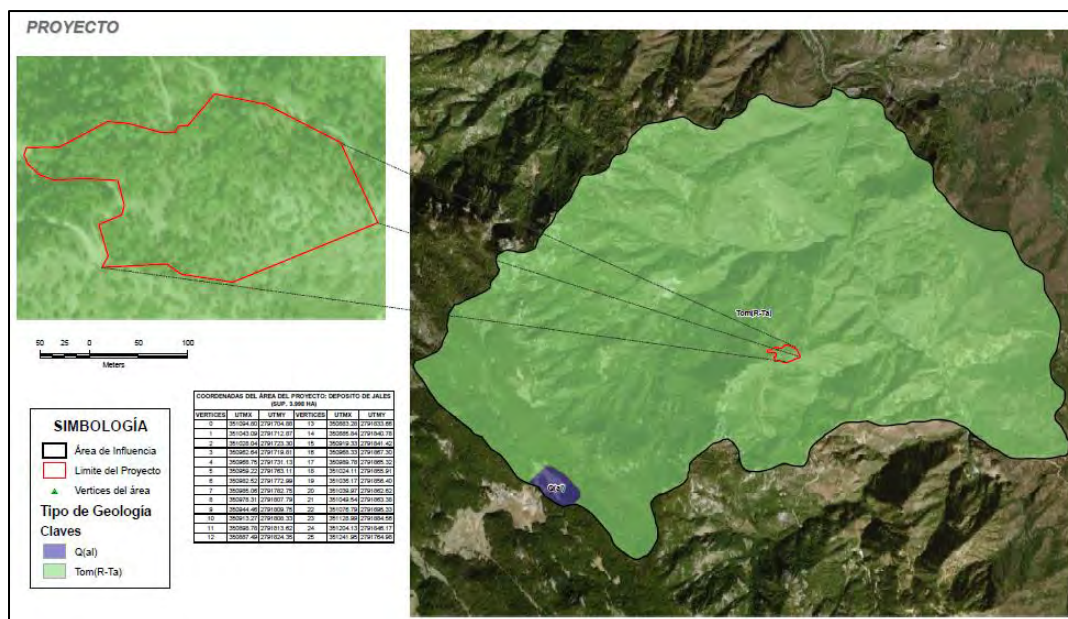


Figura IV-3. Tipo de Geología presente en el Sistema Ambiental

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).

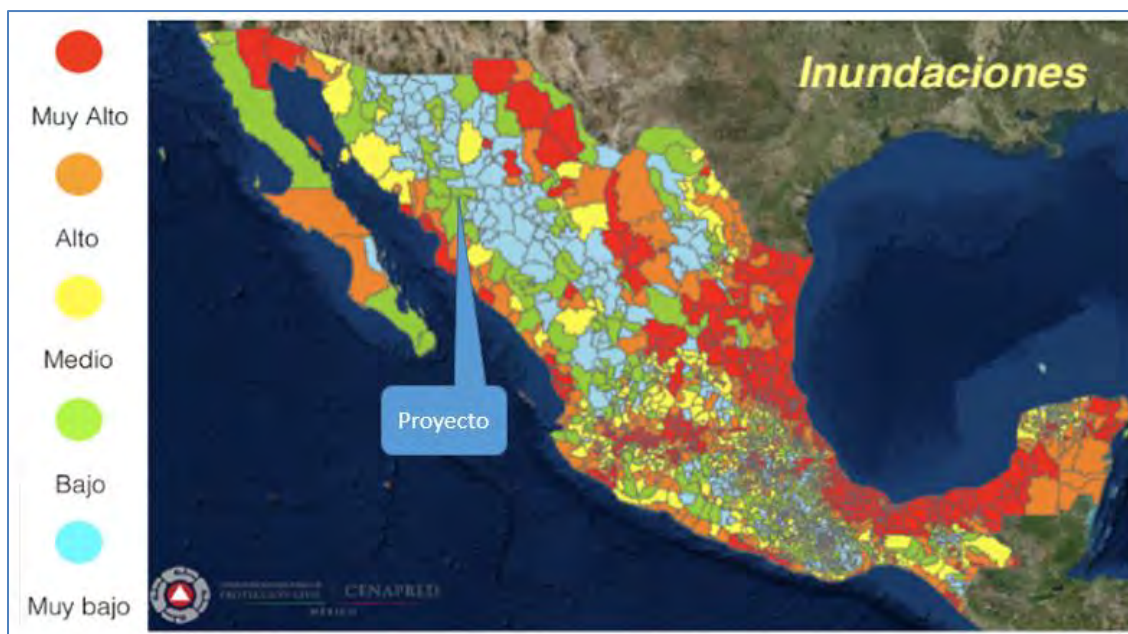


Figura IV-5. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la susceptibilidad de peligro por inundación a nivel municipal

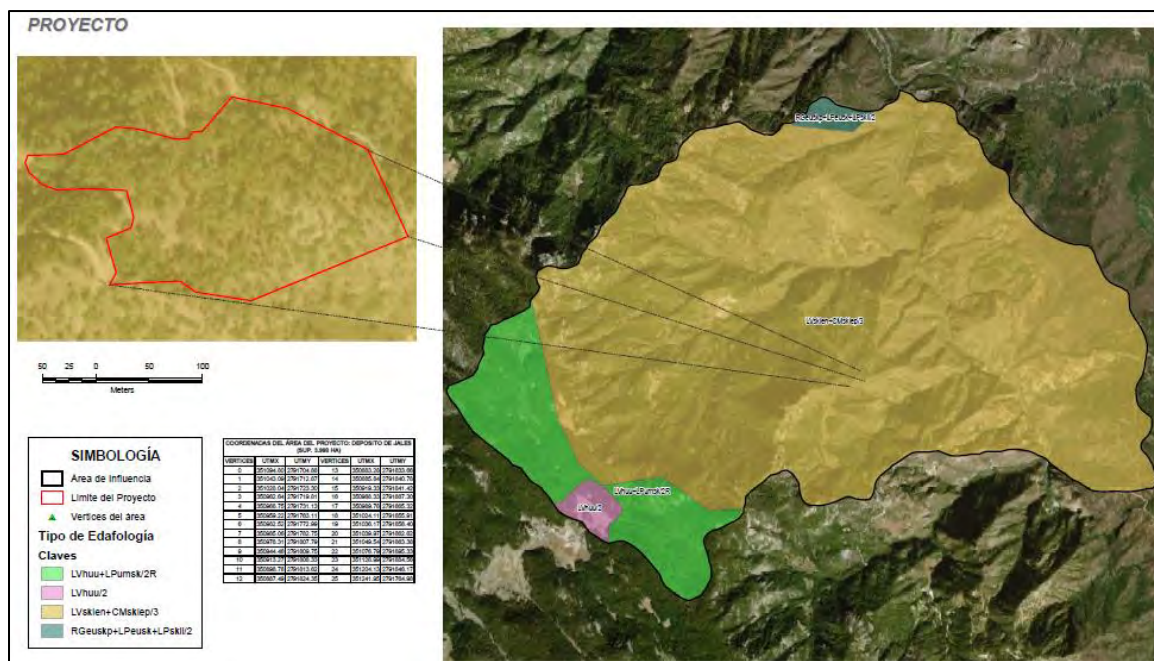
IV.2.3. Suelos

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.





- 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 Bernabe

La microcuenca "San Bernabe" (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
Coefficiente 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) ésta superficie se localiza dentro del acuífero "2504" denominado Acuífero Río Culiacan.

El acuífero costero Río Culiacan, 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.

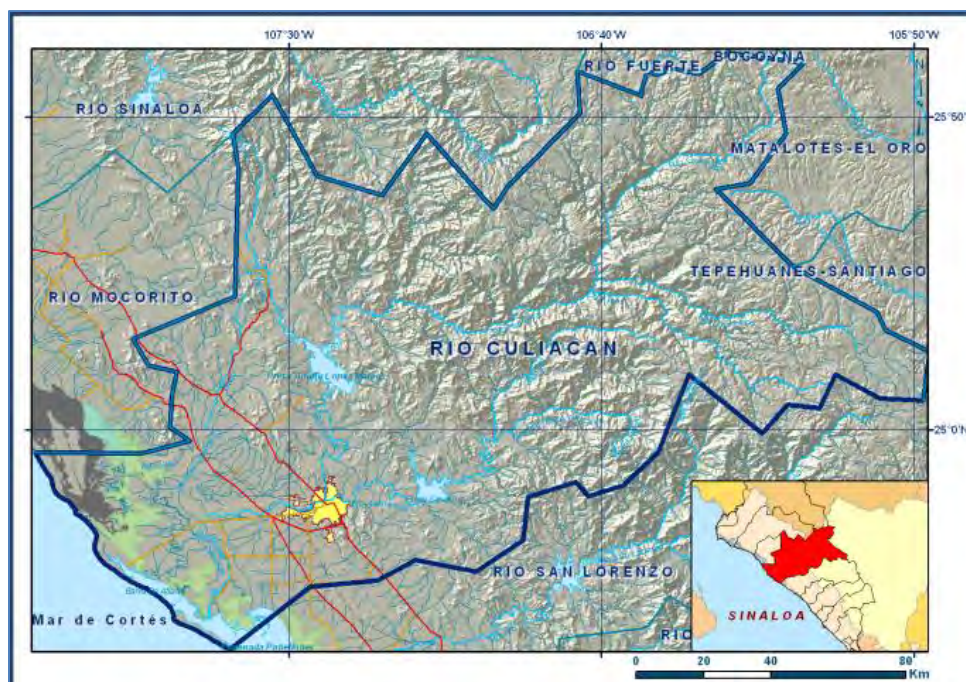


Figura IV-7. Localización del SA en el Acuífero 2504

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.

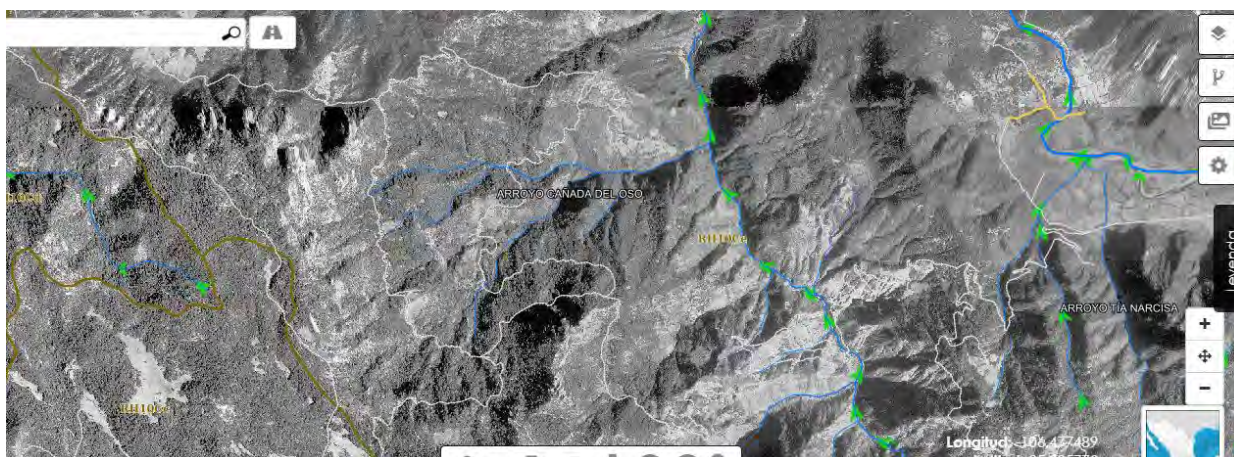


Figura IV-8. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental

IV.3. Aspectos bióticos

IV.3.1. Vegetación Terrestre

En el territorio mexicano confluyen flora de dos regiones biogeográficas, la Holarctica 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.

A. 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. El área total propuesta para la ejecución del proyecto es de **3.998 ha**, las cuales cuentan con cubierta vegetal.

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

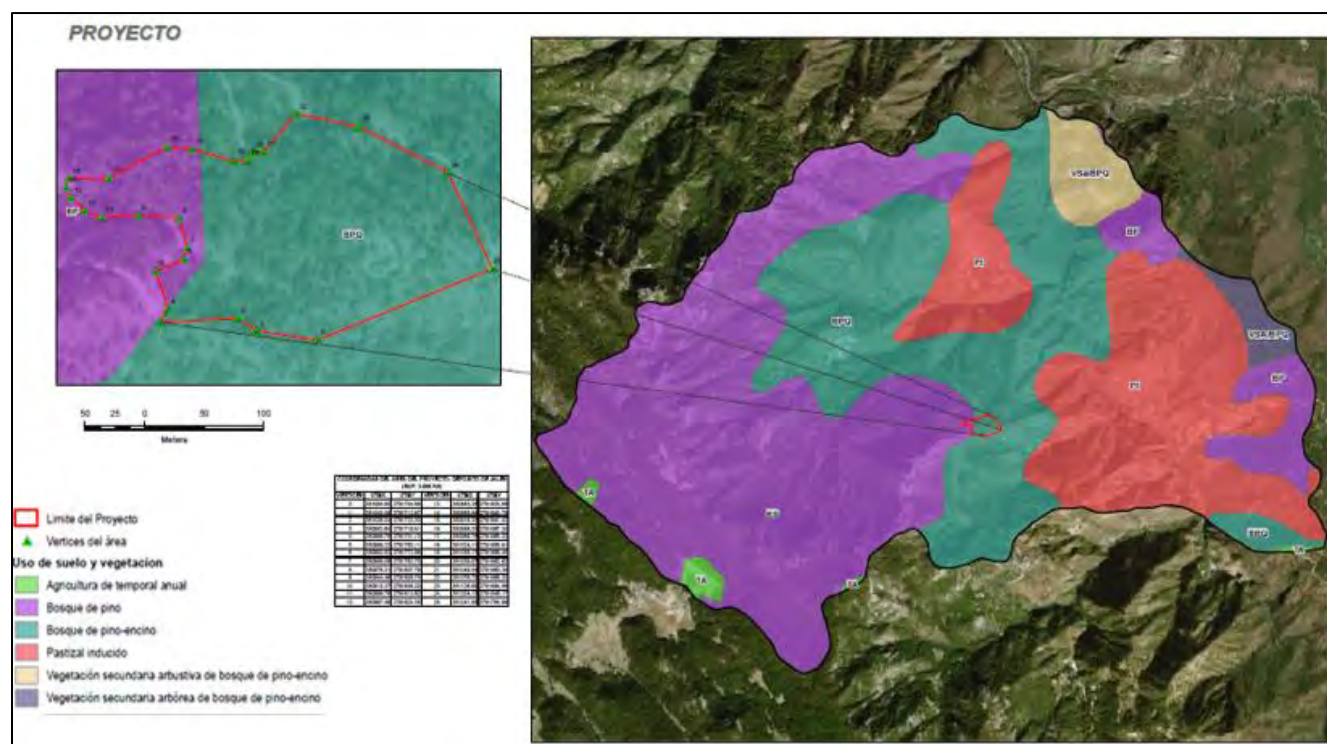


Figura IV-9. Tipo de vegetación presente en el Sistema Ambiental

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, posterío 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.

VEGETACION SECUNDARIA ARBORE 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
	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino sideroxyla	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
	<i>Quercus viminea</i>	Encino viminea	NO SE ENCUENTRA	NO ENDEMICA
ARBUSTIVO	<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>Rhynchosia 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 clasificó 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).

Estado actual de la vegetación

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. Está 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: *ni* 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 es 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. Calculo 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 ayacahuite</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>Buddleia 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

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 aquéllas 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 7 x 21 con zoom a 40 X.

Adicionalmente y de manera complementaria se aplicó una encuesta a los habitantes del sitio del proyecto, 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 se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguiluilla cola roja	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Cathartes aura</i>	Aura	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Columbina inca</i>	Torcacita	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chivo azul	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero de frente dorada	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Myadestes occidentalis</i>	Llenabotellas	Pr (protección especial)	No endémica
<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca	No se encuentra en la Norma	No endémica



Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Distribución
<i>Pipilo maculatus</i>	Pavito	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Piranga flava</i>	Tangara encinera	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenalito rojo	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Regulus calendula</i>	Ruby	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Sialia sialis</i>	Azulejo canelo	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Sitta carolinensis</i>	Sita de pecho blanco	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Spizella pallida</i>	Gorrión palido	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Trogon mexicanus</i>	Coa mexicana	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Vireo gilvus</i>	Vireo	No se encuentra en la Norma	No endémica
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	No se encuentra en la Norma	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 se encuentra en la Norma	No endémica
Lince	<i>Linx rufus</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Coati	<i>Nasua narica</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Jabali	<i>Pecari tajacu</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Rata	<i>Peromyscus lucopus</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Ardilla gris	<i>Sciurus aureogaster</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Ardilla piedrera	<i>Otospermophilus variegatus</i>	No se encuentra en la Norma	No endémica
Chichimoco	<i>Tamias durangae</i>	No se encuentra en la Norma	Endémica.
Zorra Gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	No se encuentra en la Norma	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 se encuentra en la Norma	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.



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)			
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>Larus 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	Seiurus noveboracensis	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675			
20	Sialia sialis	3	0.038961	-3.245193	-1.409369	-0.126436	-0.054910	0.001518			
21	Sitta carolinensis	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675			
22	Spicella passerina	2	0.025974	-3.650658	-1.585461	-0.094822	-0.041181	0.000675			
23	Spizella pallida	6	0.077922	-2.552046	-1.108339	-0.198861	-0.086364	0.006072			
24	Trogon mexicanus	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169			
25	Vireo gilvus	1	0.012987	-4.343805	-1.886491	-0.056413	-0.024500	0.000169			
26	Zenaida asiatica	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	Canis latrans	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701	2.08514	2.87036	
2	Linx rufus	1	0.04348	-3.13549	-1.36173	-0.13633	-0.05921	0.00189			
3	Nasua narica	1	0.04348	-3.13549	-1.36173	-0.13633	-0.05921	0.00189			
4	Odocoileus virginianus	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701			
5	Pecari tajacu	2	0.08696	-2.44235	-1.06070	-0.21238	-0.09223	0.00756			
6	Peromyscus leucopus	3	0.13043	-2.03688	-0.88461	-0.26568	-0.11538	0.01701			
7	Sciurus aureogaster	4	0.17391	-1.74920	-0.75967	-0.30421	-0.13212	0.03025			
8	Spermophilus variegatus	2	0.08696	-2.44235	-1.06070	-0.21238	-0.09223	0.00756			
9	Tamias durangae	1	0.04348	-3.13549	-1.36173	-0.13633	-0.05921	0.00189			
10	Urocyon cinereoargenteus	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	Crotalus molossus	2	0.18182	-1.70475	-0.74036	-0.30995	-0.13461	0.03306	1.50756	1.66813	
2	Elgaria kingii	1	0.09091	-2.39790	-1.04139	-0.21799	-0.09467	0.00826			
3	Pituophis deppei	1	0.09091	-2.39790	-1.04139	-0.21799	-0.09467	0.00826			
4	Sceloporus jarrovi	5	0.45455	-0.78846	-0.34242	-0.35839	-0.15565	0.20661			
5	Thamnophis eques	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				

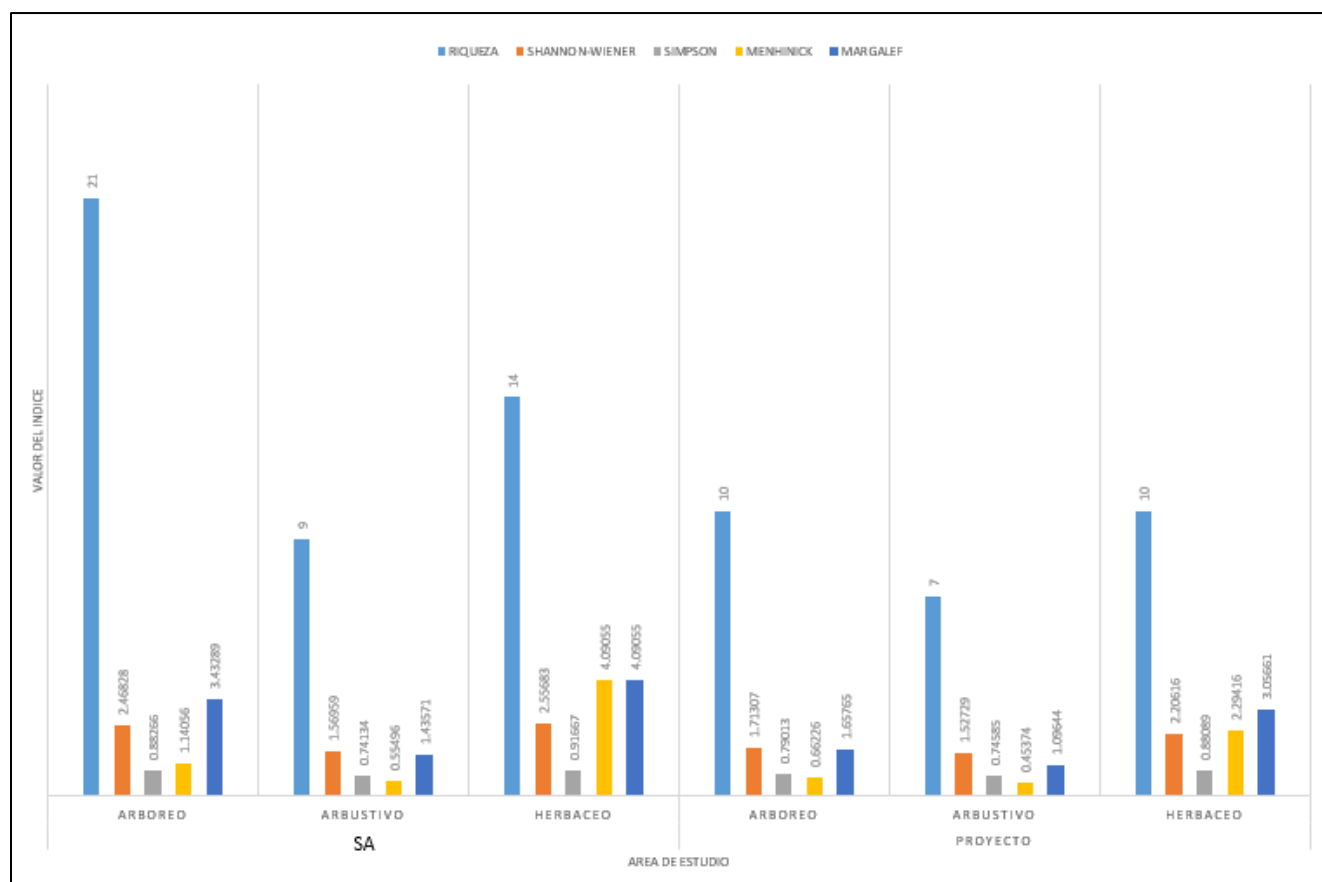


Figura IV-10. Comparativo del monitoreo de fauna

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.

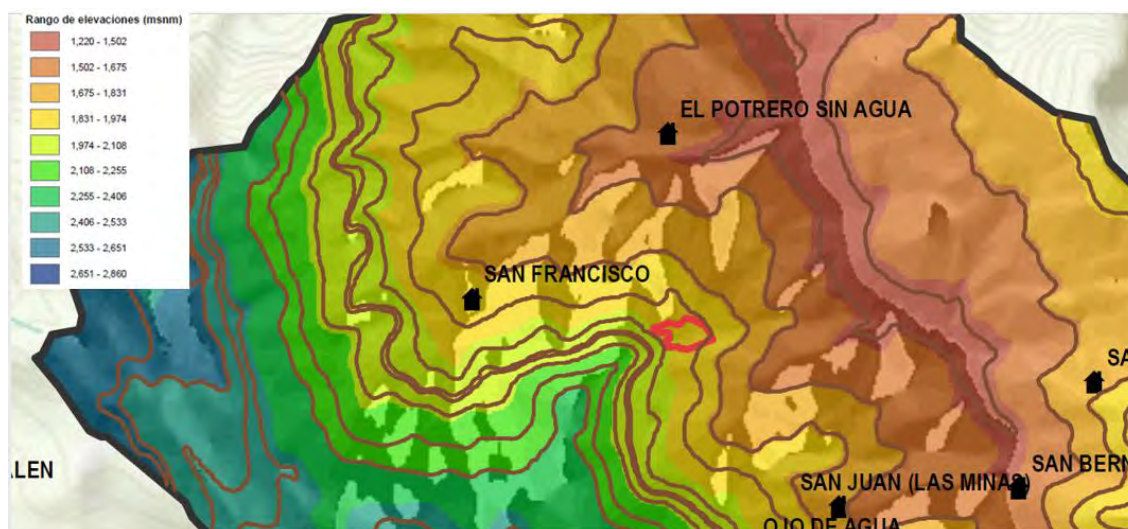


Figura IV-11. Capa de los rasgos terrestres en el SA

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 VI), 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**.

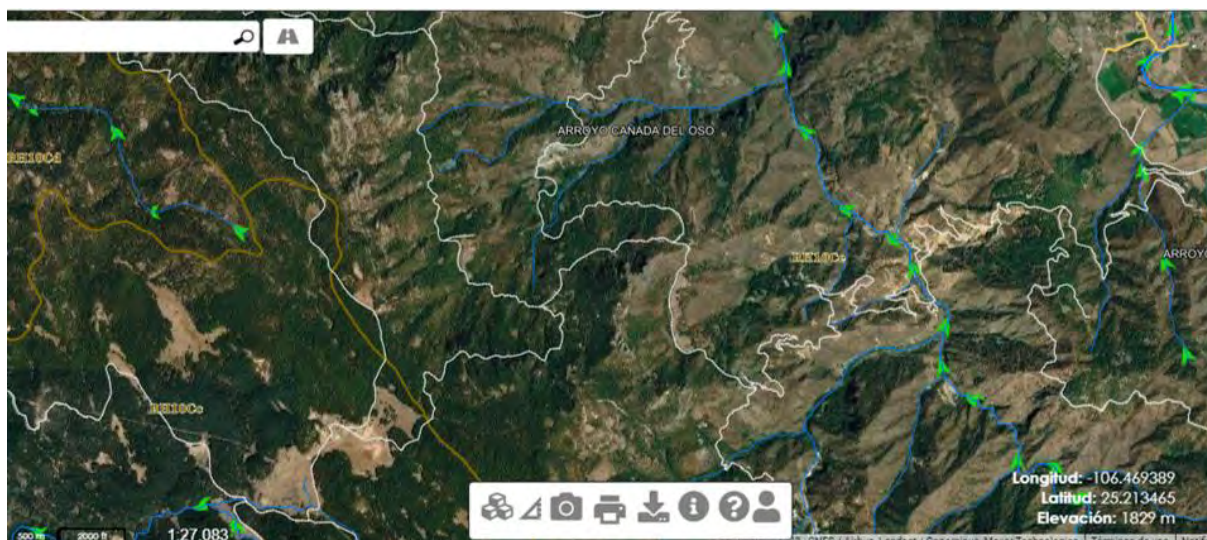


Figura IV-12. Presencia de elementos hidrográficos en la Cuenca Visual

IV.4.2.4. Grado de humanización

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 100 x 100 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).

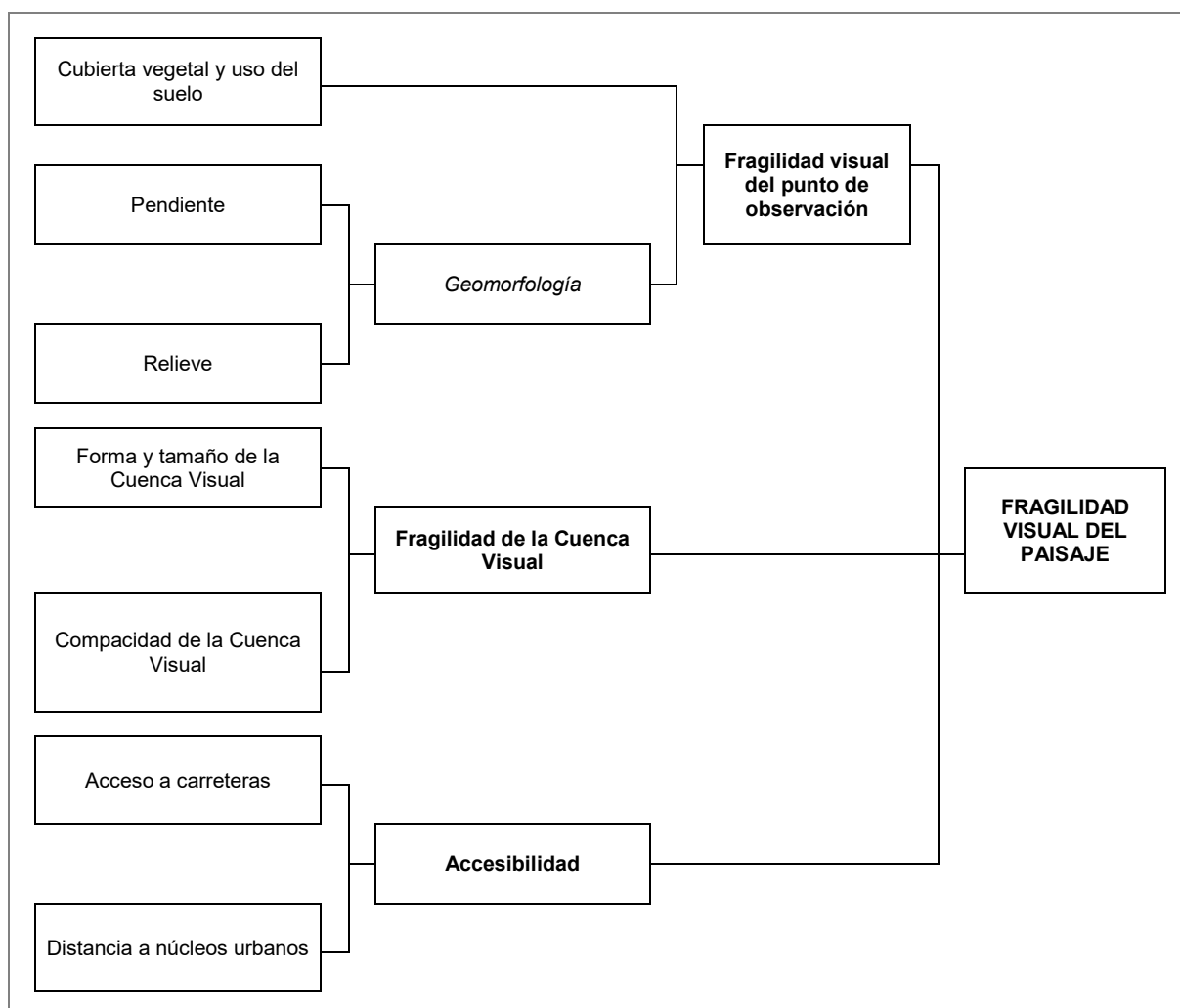


Figura IV-13. Modelo de Fragilidad Visual del Paisaje

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).

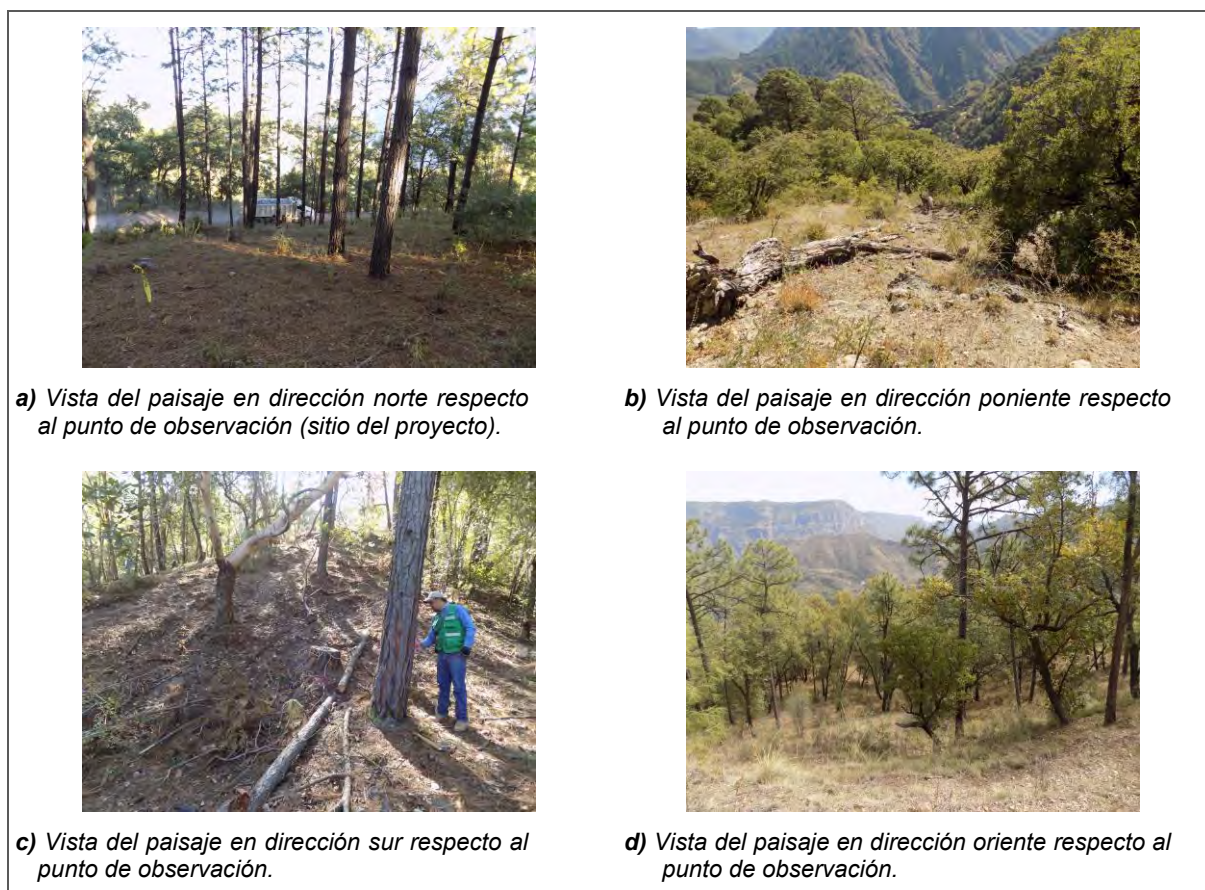


Figura IV-14. Apreciación directa de la Cubierta vegetal y uso del suelo con respecto al punto de observación

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**.

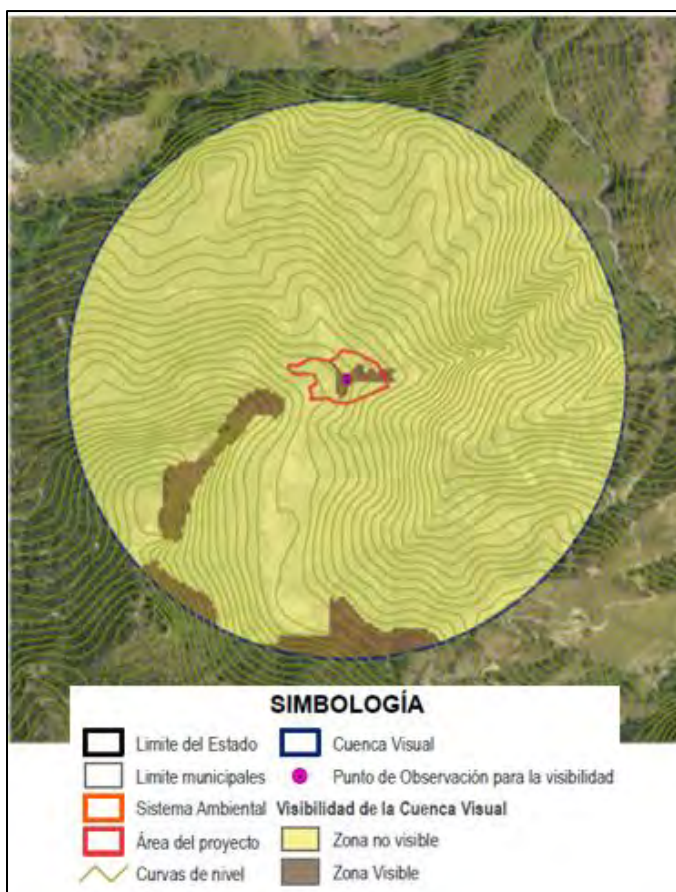


Figura IV-15. Forma y tamaño de la unidad definida de la Cuenca Visual

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 2010)

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 y 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 2010 (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, 2010

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, 2010

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 2010, 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

En el 2010, la creencia religiosa con mayor 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 (**3.9980 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.

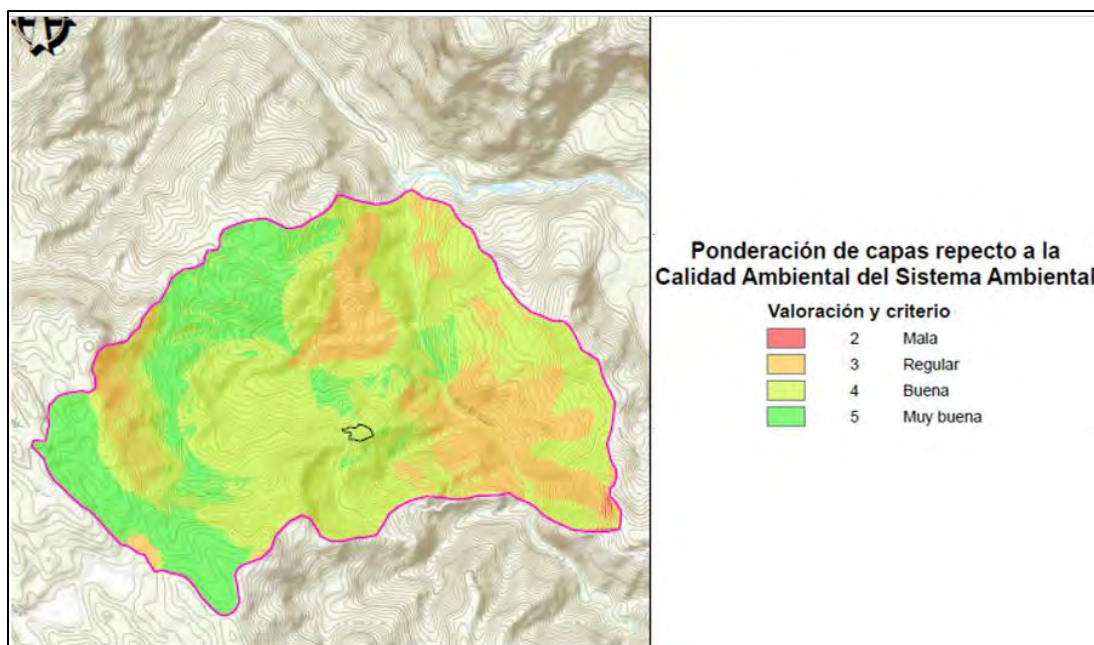


Figura IV-16. Ponderación de capas y análisis multicriterio de la calidad ambiental del SA

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 (3.9980 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 superponen 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 la 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 (3.9980 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 Ahuyento de fauna silvestre
	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Ahuyento 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 hidráulica, 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	Desmantelamiento de infraestructura	Generación de polvo, ruido y vibraciones
	Limpieza del sitio	Generación de residuos

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 a continuación, muestra 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 μ/m^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 fisiografía 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 de la matriz elaborada por *Leopold*, 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

- Desmonte y despalme
- 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.

Una vez identificados los Factores e Indicadores Ambientales y habiendo recapitulado sobre las actividades requeridas por el Proyecto, el siguiente paso en el proceso, consiste en la elaboración de una matriz cualitativa para identificar las interacciones más relevantes entre las acciones impactantes y los factores ambientales esperadas durante las diferentes etapas del Proyecto.

La primera matriz consiste en un cuadro de contingencia donde las filas representan los factores ambientales que se espera sean afectados, mientras que las columnas representan las etapas del Proyecto, sintetizando en cada entrada, la acción de todas las actividades que inciden sobre cada uno de los componentes.

En este ejercicio se visualiza de forma general la relevancia de los impactos esperados, así como su calidad de adversos, nulos o benéficos. La clasificación de los impactos generales esperados, implica la asignación de una de seis clases posibles, conforme a las siguientes categorías identificadas con una clave de color:

	R: Impacto Relevante
	A: Impacto adverso principal
	as: Impacto adverso secundario
	N: Impacto no perceptible
	B: Impacto benéfico principal
	bs: Impacto benéfico secundario

Los impactos relevantes o significativos, son aquellos que se apegan a la definición de impacto ambiental significativo establecido en el Reglamento de LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, es decir, "que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, provocando 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".

Los Impactos principales, serán aquellos que tienen un efecto destacable sobre el conjunto de impactos identificados en el proyecto, pero sin alcanzar un nivel significativo; mientras que los



impactos secundarios tienen un efecto mínimo, no significativo, pero perceptible y requieren medidas preventivas para su contención.

En el cuadro siguiente se presenta la Matriz de identificación de los impactos por el desarrollo del Proyecto; mientras que en el cuadro V-7, se muestra el balance numérico de los impactos por etapa.

Cuadro V-6. Matriz de identificación de factores impactados

Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Factores impactados	Preparación	Construcción	Operación
Medio Físico	Inerte	Atmósfera	Calidad del aire	as	as	as
			Niveles sonoros	as	as	as
		Geomorfología	Topografía	A	A	as
		Hidrología	escurrimientos superficiales	as	as	as
		Suelo	Potencial de erosión	A	as	N
			Propiedades físicas	N	as	as
	Biótico	Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación	A	N	N
			Cobertura vegetal	A	N	N
			Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	N	N	N
		Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	as	as	as
			Hábitat de fauna	A	as	as
			Especies de fauna protegidas	as	as	as
	Perceptual	Paisaje	Cualidades estéticas	as	A	as
			Continuidad paisajística	as	A	as
Socioeconómico	Sociocultural	Servicios	Servicios e infraestructura	N	bs	B
			Disposición de Residuos	as	as	as
	Económico	Economía	Desarrollo económico	bs	bs	B
			Uso del territorio para actividades productivas	N	B	bs

Cuadro V-7. Balance de impactos por etapas

Etapas	Adversos Relevantes	Adversos principales	Adversos secundarios	Benéficos principales	Benéficos secundarios	No perceptibles
Preparación	0	5	8	0	1	4
Construcción	0	3	9	1	2	3
Operación	0	0	11	2	1	4
Total por tipo	0	8	28	3	4	11
Total por sentido	36			7		11

De la Matriz cualitativa de identificación de impactos, y del balance de impactos por etapa, se obtienen las siguientes conclusiones parciales:

- En total, de las 54 posibles interacciones identificadas, 66.6% son adversas, 12.9% son benéficas y 20.5% no ejercen un impacto bien definido.
- En cuanto a impactos adversos, se presentan 13 en la etapa de preparación, 12 en la construcción y 11 en la operación.
- Los 5 impactos adversos principales se presentan en la etapa de preparación y están relacionados con las modificaciones geomorfológicas y la pérdida de la vegetación.
- De los restantes 36 impactos adversos, 8 son principales y 28 secundarios.
- De los 7 impactos benéficos identificados, 3 son principales y 4 de ellos figuran como secundarios.

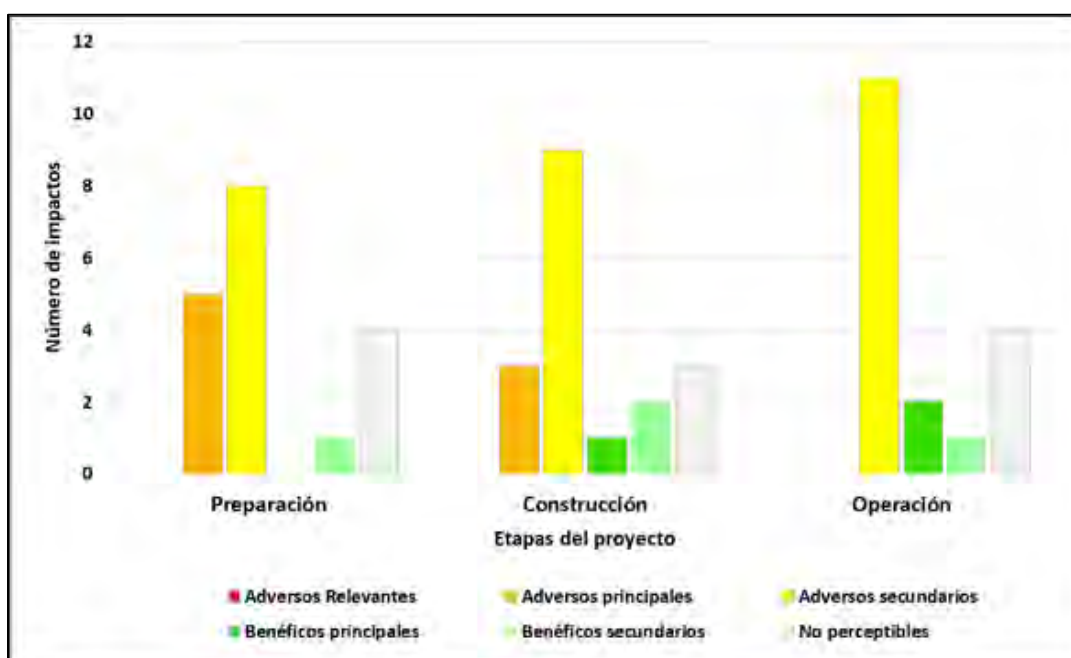


Figura V-1. Valores gráficos de los impactos por etapas en el escenario con proyecto, sin medidas

Durante la etapa de preparación, se esperan 8 impactos adversos secundarios por la emisión y dispersión de polvos, generación de ruido, causados por las acciones de despalme, el desplazamiento de maquinaria y el movimiento de materiales. El uso intensivo de los caminos, producirá compactación del suelo y un aumento en su potencial erosivo. El conjunto de acciones de preparación del terreno a lo largo de las áreas a acondicionar, el área de los depósitos de jales causará disturbios que ahuyentarán a la fauna y causarán una baja en la calidad estética de la zona.

Durante la construcción, continúan presentes los impactos iniciados en la etapa de preparación en cuanto a la generación de polvos, ruido, perturbación a la fauna y modificación del hábitat. Se esperan nuevos impactos sobre la topografía por las excavaciones y en el crecimiento de los depósitos de jales, incrementando el riesgo de erosión en sitios puntuales.



Durante la etapa de operación, se esperan 11 impactos adversos, los cuales son secundarios, todos ellos derivados de la operación del depósito de jales filtrados, lo que causará efectos sobre los recursos naturales asociados, la modificación del hábitat de borde, la pérdida de vegetación y abundancia de ejemplares de flora y fauna.

Los impactos benéficos incidirán sobre la economía local, por la contratación de mano de obra en todas las etapas del proyecto, pero especialmente durante la preparación y construcción. Adicionalmente, durante la operación, se espera que, la modificación del paisaje le otorgue plusvalía al sitio por las nuevas oportunidades para los desarrollos productivos, ya que el área del proyecto actualmente es de carácter forestal maderable.

Para la elaboración de este proyecto e identificación de impactos se eligió la utilización de la matriz elaborada por *Leopold* (1970), 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 afectados, 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 mas medidas.

Para el seguimiento de este proyecto e identificación de impactos se eligió la utilización de la matriz de Determinación de Importancia, donde se le asigna un valor numérico a 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 afectados, justificando de esta manera su utilización.

Se procede a elaborar una serie de combinaciones entre las actividades a desarrollar y cada componente ambiental por cada etapa del proyecto, en las que se segregan las actividades de cada una de ellas. Los impactos potenciales de cada etapa del proyecto que se espera incidan sobre un factor ambiental, se evalúan con los siguientes criterios para determinar su importancia:

- Acumulación (Ac)
- Efecto (Ef)
- Extensión (Ex)
- Intensidad (In)
- Momento (Mo)
- Periodicidad (Pe)
- Persistencia (Pt)
- Recuperabilidad (Rc)
- Reversibilidad (Rv)
- Sinergia (Si)



Las celdillas donde se cruzan la Etapa del Proyecto y los Factores ambientales en las matrices de importancia contienen los valores correspondientes a los diez criterios listados anteriormente.

La importancia de cada impacto en particular se calculó mediante la siguiente fórmula:

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

El signo del impacto se refiere al carácter positivo (benéfico), o negativo (perjudicial) de las acciones que inciden en los factores ambientales considerados. Los atributos empleados en la determinación del grado de importancia de los impactos se describen a continuación:

Intensidad (IN) – Grado de destrucción	Es el grado de incidencia de la acción sobre el factor. El valor fluctúa entre 1 y 12, en el que el 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, mientras que el valor 1 indica una afectación menor.
Extensión (EX)	Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Los efectos localizados, tienen un carácter Puntual y se representan con el valor 1. Los efectos con ubicación imprecisa con influencia generalizada reciben un valor de 8, siendo posibles las situaciones intermedias (2 y 4). Si el efecto ocurre en un lugar crítico, recibe un valor de una a cuatro unidades adicionales al valor que le correspondería por la extensión en la que se manifiesta.
Momento (MO)	El momento se refiere al plazo que transcurre entre la ejecución de la acción impactante y el comienzo del efecto sobre el factor considerado. Cuando el tiempo transcurrido es nulo o menor a un año, se considera que el momento es inmediato o de corto plazo y tendrá un valor de 4. Si el período es de 1 a 5 años, Medio Plazo (valor = 2), y si se manifiesta después de 5 años, será de Largo Plazo (valor = 1). Si alguna circunstancia hace crítico el momento del impacto, se le debe asignar un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas.
Persistencia (PT)	Se refiere al tiempo que puede permanecer el efecto a partir de su aparición. Con menos de un año, se considera que la acción produce un efecto breve (valor = 1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (valor = 2); y si tiene una duración superior a 10 años, se considera el efecto como permanente (valor = 4).
Reversibilidad (RV)	Es la posibilidad de que el factor afectado por el Proyecto recupere por la vía natural, las condiciones que poseía antes de la acción impactante, una vez que esta concluya. Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor =1, si es a Medio Plazo, valor = 2 y si el efecto es irreversible valor = 4. Los intervalos de tiempo, son los mismos que se aplican para valorar la persistencia.
Sinergia (SI)	Es el reforzamiento de dos o más efectos posibles. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior al que se esperaría si las acciones que las provocan actuaran de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción incide sobre un factor de forma no, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo



	Moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).
Acumulación (AC)	Este atributo representa el incremento progresivo del efecto, cuando la acción que lo produce persiste de forma continua o se repite. Se refiere también a la adición de efectos causados por actividades previas o ajenas a las del Proyecto, o al incremento de las fuentes que lo originan dentro del SA. Las acciones sin efectos acumulativos, reciben un valor de 1. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 4.
Efecto (EF)	Se refiere a la relación causa-efecto o a la forma de manifestación del efecto sobre un factor. El efecto puede ser Directo o Primario, cuando la acción tiene una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea Indirecto o Secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto que actúa como una acción de segundo orden. Este término tiene un valor de 1 en caso de que el efecto sea secundario y de valor 4 cuando sea directo.
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (Periódico), de forma impredecible en el tiempo (Irregular), o constante en el tiempo (Continuo). Los efectos Continuos tienen un valor de 4, los Periódicos de 2 y los de aparición irregular y discontinuos tienen un valor de 1.
Recuperabilidad (MC)	Es similar a la reversibilidad, pero en este caso en referencia a la posibilidad de recuperación de las condiciones originales, previas a la acción impactante, pero por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de 1 o 2 según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de 4. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será de 4.

En el cuadro siguiente se resumen los valores asignables a cada uno de los atributos mencionados.



Cuadro V-8. Resumen de los Valores numéricos asignables a los atributos de importancia del impacto

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

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

Cuadro V-9. Clasificación de importancia

Valor de importancia	Clasificación / Color de identificación
De 13 a 25	Compatibles
De 26 a 50	Moderados
De 51 a 75	Severos
De 76 a 100	Críticos

A continuación se presentan las matrices de importancia de los impactos de las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto. A partir de este ejercicio se obtienen las siguientes conclusiones principales:

De las matrices de caracterización cuantitativa de la importancia de impactos para las distintas etapas del proyecto, se destacan las siguientes conclusiones:

Etapas de Preparación:

- En las matrices por actividad en la etapa de preparación, se identificaron 27 impactos, de los cuales 3 son positivos y 24 adversos.
- Durante la etapa de preparación se esperan la manifestación de 3 impactos severos, y el resto solo Compatibles y Moderados.
- Se esperan impactos adversos Moderados en los 2 sistemas, centrados en la flora, fauna, paisaje y suelo, principalmente. Esto como consecuencia de los despalmes y desmontes focalizados en las áreas de manejo de los jales filtrados, que ocupan una superficie mínima en comparación con las dimensiones del sistema ambiental, pero contribuyen a la reducción de la calidad del hábitat. Por otra parte, el movimiento de maquinaria y personal, causará una serie de disturbios a los cuales la fauna local no está habituada, por lo que se provocará un desplazamiento local, durante el periodo de preparación, prolongándose hasta la construcción.
- El impacto positivo (en el intervalo de los Compatibles) incide sobre la economía local a partir de la contratación de personal para la realización del proyecto.
- Las emisiones a la atmósfera y el incremento del ruido, se manifiestan como impactos Compatibles y puntuales.



Etapas de Construcción:

- Para esta etapa se identificaron 41 impactos, de los cuales 4 son benéficos o positivos y 37 adversos.
- De forma similar a la etapa de preparación, no se espera la manifestación de impactos críticos, sino severos, Compatibles y Moderados.
- Se esperan impactos adversos Moderados en los 2 sistemas, pero esta vez centrados en la topografía, suelo, paisaje e hidrología, principalmente. Su efecto se origina como consecuencia de las excavaciones y la construcción de las obras, con las cuales se inicia la modificación de las características originales del sitio.
- El impacto positivo (en el intervalo de los Compatibles), de nuevo incide sobre la economía local a partir de la contratación de personal para la realización del proyecto.
- Las emisiones a la atmósfera y el incremento del ruido, se manifiestan como impactos Compatibles y puntuales, generados en ambos casos por la operación continua de maquinaria, concentrados en las áreas dedicadas al beneficio y movimiento de materiales residuales (jales).

Etapas de Operación:

- Para esta etapa se identificaron 28 impactos, de los cuales 4 son benéficos y 24 adversos.
- En esta etapa se espera que ocurran todos los impactos severos asociados al proyecto.
- Se esperan impactos adversos severos y críticos en los 2 sistemas. Los impactos moderados incidirán sobre la hidrología, servicios y suelos, ya que se tendrán que ocupar un total de 3.998 ha. Estos efectos se acumularán a los efectos ya presentes en el sitio, causados por otras acciones que actualmente se manifiestan.
- Los impactos positivos ocupan la escala de los Compatibles y Moderados, es decir se trata de impactos favorables de mediano peso, en este caso incidiendo sobre la economía por la inducción de nuevas formas de uso del suelo y oportunidades de empleo, por la provisión de servicios para el manejo de residuos de ámbito minero, así como por la modificación parcial del paisaje con el acondicionamiento y uso de infraestructura minera.

De igual manera, se adjunta el archivo digital conteniendo las matrices para la evaluación de los impactos contemplados.

Manifestación de Impacto Ambiental - Modalidad Particular
“Depósito de Jales Filtrados HERIMOV1”



Cuadro V-10. Matriz de importancia cuantitativa en la etapa de preparación del sitio

Componente ambiental	Factores impactados	Escenario	Desmonte									Mantenimiento de vehículos y maquinaria									Despalme y nivelacion de areas de trabajo															
			intensidad	extension	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	intensidad	extension	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	intensidad	extension	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	
Atmósfera	Calidad del aire	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13												0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	2	1	1	1	1	4	2	1	21											0	2	1	2	1	1	1	1	4	2	1	21	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	14												1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	16	
	Niveles sonoros	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13												0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	1	4	1	1	1	4	4	1	25												0	1	1	4	1	1	1	4	4	1	25		
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	1	1	1	4	1	2	1	18												1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	
Total atmosfera											61												0											63		
Geomorfología	Topografía	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13												0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	8	2	1	4	2	4	4	4	4	55												0	8	4	2	4	4	2	4	4	1	4	57	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	2	2	2	1	1	2	1	20													4	2	1	1	1	1	1	1	2	2	26	
	Total topografía											13												0											13	
Hidrología	escurrimientos superficiales	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	1	2	2	2	1	1	2	4	22	1	1	4	4	4	1	4	4	1	1	28											0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	15	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	15											0	
	Total hidrología											13												13											0	
Suelo	Potencial de erosión	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13												0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	4	2	4	2	4	4	4	2	4	46																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	22																						0	
	Propiedades físicas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	31	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	31	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	31	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	15	
Total suelo											94												13											13		
Total subsistema inerte											181												26											89		
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	8	2	4	4	4	2	4	4	4	4	58																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	21																							0
	Cobertura vegetal	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	1	4	4	2	2	4	4	4	4	42																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	16																							0
	Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13																						0	
Total flora											176												0											0		
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	14											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	4	4	1	1	1	4	1	2	26																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14																						0	
	Hábitat de fauna	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	4	4	2	1	4	1	2	2	28																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	17																						0	
	Especies de fauna protegidas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	4	4	1	1	1	4	1	2	26																						0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16																						0	
Total fauna											125												0											0		
Total subsistema biótico											301												0											0		
Paisaje	Cualidades estéticas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	1	2	4	4	1	1	4	2	4	36												0	1	1	4	4	1	1	4	4	2	4	29
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	19													2	1	2	1	2	1	1	1	2	19	
	Continuidad paisajística	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	50												0	1	1	4	4	1	1	4	1	4	1	25
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	20													1	1	2	2	1	1	1	1	1	15	
Total paisaje											81												0											74		
Total medio físico											563												26											163		
Servicios	Servicios e infraestructura	SIN PROYECTO										0												0										0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																		
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																																		
	Disposición de Residuos	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	2	4	4	1	1	4	1	2	4	31											0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	
CON PROYECTO, CON MEDIDAS		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14														1	1	2	1	1	1	1	1	1	14	
Total sociocultural											13												0											14		
Economía	Desarrollo económico	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	1	1	2	2	1	1	1	4	1														



Cuadro V-11. Matriz de importancia en la etapa de construcción

Componente ambiental	Factores impactados	ESCENARIO	Empotrado de cortina y bordo iniciador							Instalación de equipos de bombeo y pileta de recuperación							Construcción y elevación de la cortina y bordo iniciador							Mantenimiento de vehículos y maquinaria												
			Intensidad	extensión	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Intensidad	extensión	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Intensidad	extensión	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	
Atmósfera	Calidad del aire	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1	18	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	27	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	27	0
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0	
	Niveles sonoros	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	1	4	1	1	1	4	4	4	1	25	1	1	2	1	1	1	1	4	2	1	18	1	1	4	1	1	1	4	2	1	20	0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	15	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	15	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	0	
Total atmósfera											58											67										68		0		
Geomorfología	Topografía	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	4	4	4	2	4	4	4	8	54	2	1	1	4	2	2	1	4	2	4	28	8	2	1	4	4	2	4	4	4	4	55	0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	2	2	2	1	1	1	2	20	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	14	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18	0	
Total topografía											13											13										13		0		
Hidrología	Escurrimientos superficiales	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0										0	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	1	2	2	2	1	1	2	4	22																					0		
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15																					0		
Total hidrología											13											0											0	0		
Suelo	Potencial de erosión	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	2	4	4	2	4	4	4	4	46	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	4	2	4	4	2	4	4	4	4	46	0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	2	1	2	1	1	1	1	1	2	18	0	
	Propiedades físicas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	31	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	31	2	1	4	4	4	1	1	4	1	4	31	0
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	2	1	2	2	1	1	1	1	2	20	1	13
Total suelo											91											57										90		13		
Total subsistema inerte											175											137										171		13		
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación	SIN PROYECTO										0											0										0	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																0		
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																																0		
	Cobertura vegetal	SIN PROYECTO										0												0										0	0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																0		
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																																0		
Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	SIN PROYECTO										0												0										0	0		
	CON PROYECTO, SIN MEDIDAS										0																						0			
	CON PROYECTO, CON MEDIDAS										0																						0			
Total flora											0											0											0	0		
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	1	2	1	1	1	1	2	17	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	17	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	17	0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	0
	Hábitat de fauna	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	1	2	1	1	1	1	2	17	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	18	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	18	0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	0	
Especies de fauna protegidas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
	CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	1	1	1	1	1	1	2	16	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	16	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	16	0		
	CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	0		
Total fauna											101											102										45		0		
Total subsistema biótico											101											102										45		0		
Paisaje	Cualidades estéticas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	1	1	4	2	2	1	4	4	28	2	1	1	4	2	1	1	4	2	4	27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52	1	16
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	1	1	2	2	1	1	1	1	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	21	1	13
	Continuidad paisajística	SIN PROYECTO										0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS										2	1	1	4	2	1	1	4	2	4	27	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	0	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS										2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	19	0		
Total paisaje											59											67										99		42		
Total medio físico											335											306										315		55		
Servicios	Servicios e infraestructura	SIN PROYECTO										0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																					1	2	2	2	1	1	4	2	4	25		0		
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																					1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	15		0	
	Disposición de Residuos	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	0		
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	2	2	2	1	1	4	2	4	25	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	41	4											



Cuadro V-12. Matriz de importancia cuantitativa en la etapa de Operación

Componente ambiental	Factores impactados	ESCENARIO	Construccion paulatina de cortina contenedora										Manejo y disposicion de jales										Mantenimiento de vehiculos y maquinaria.												
			Intensidad	extension	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Intensidad	extension	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Intensidad	extension	momento	persistencia	reversibilidad	sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia
Atmósfera	Calidad del aire	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	2	4	2	2	2	1	1	2	2	26	2	2	4	2	2	2	2	1	2	2	27											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	15	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	15											
	Niveles sonoros	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14											
Total atmosfera												67											68											0	
Geomorfología	Topografía	SIN PROYECTO	2	2	1	1	1	1	1	1	1	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	38	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	1	1	1	1	4	1	1	2	19	2	4	2	2	2	2	1	1	1	2	27											
Total topografia												18											13											0	
Hidrología	escurrimientos superficiales	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0											0	
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16																						
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15																						
	propiedades físicas y químicas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	4	2	2	2	2	4	4	2	2	34	2	4	2	2	2	4	4	2	2	2	34											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	18	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	18											
Total hidrologia												26											0											0	
Suelo	Potencial de erosión	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	4	2	2	2	2	4	2	4	2	34	2	4	2	2	2	2	4	4	2	4	36											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	21	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	21											
	propiedades físicas y químicas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	32	8	4	4	4	2	2	4	4	2	4	58	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	31
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	18	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	14
Total suelo												81											83												13
Total subsistema inerte												192											164												13
Flora	Distribución espacial y temporal de la vegetación	SIN PROYECTO										0											0												0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																																	
	Cobertura vegetal	SIN PROYECTO										0											0												0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																																	
Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	SIN PROYECTO										0											0												0	
	CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																		
	CON PROYECTO, CON MEDIDAS											0																							
Total flora												0											0												0
Fauna	Distribución espacial y temporal de la fauna	SIN PROYECTO	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	4	2	4	4	1	1	1	4	4	41	4	8	4	4	2	4	4	4	2	4	56											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	18	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	17											
	Hábitat de fauna	SIN PROYECTO	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	16											0											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	22																						
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	16																						
	Especies de fauna protegidas	SIN PROYECTO										0											0												0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS																																	
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS																																	
Total fauna												129											89												0
Total subsistema biótico												129											89												0
Paisaje	Cualidades estéticas	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	23	4	8	4	4	2	4	4	4	2	4	56											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	21	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	22											
	Continuidad paisajística	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	2	1	4	4	2	4	1	4	2	38	4	8	4	4	2	4	4	4	4	4	58											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	1	2	2	1	4	1	2	2	25	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	25											
Total paisaje												70											104											0	
Total medio fisico												391											357											13	
Servicios	Servicios e infraestructura	SIN PROYECTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	4	4	2	4	4	1	1	1	4	4	41	4	4	2	4	4	1	1	1	4	4	41											
		CON PROYECTO, CON MEDIDAS	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	24	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	24											
	Disposición de Residuos	SIN PROYECTO										0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13											0
		CON PROYECTO, SIN MEDIDAS										0	8	4	4	4	2	2	4	4	4	4	0												
CON PROYECTO, CON MEDIDAS												2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	20								</					



Cuadro V-13. Matriz de impactos ponderados

Subsistema	Componente ambiental	UIP	Factores impactados	Escenarios	ABSOLUTOS			RELATIVOS		
Subsistema					PREPARACION	CONSTRUCCION	OPERACIÓN	PREPARACION	CONSTRUCCION	OPERACIÓN
Inerte	Atmósfera	50	Calidad del aire	SIN PROYECTO	13	13	13	6.5	6.5	6.5
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	21	27	27	10.5	13.5	27
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	16	14	15	8	7	7.5
			Niveles sonoros	SIN PROYECTO	13	13	13	6.5	6.5	6.5
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	25	25	22	12.5	12.5	11
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	18	15	14	18	7.5	7
	Geomorfología	50	Topografía	SIN PROYECTO	13	13	18	6.5	6.5	9
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	57	55	64	28.5	27.5	32
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	26	20	27	13	10	13.5
	Hidrología	200	Escurremientos superficiales	SIN PROYECTO	13	13	13	26	26	26
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	28	22	16	56	44	32
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	15	15	15	30	30	30
			Propiedades físicas y químicas	SIN PROYECTO	0	0	13	0	0	26
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	0	0	34	0	0	68
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	0	0	18	0	0	36
	Suelo	80	Potencial de erosión	SIN PROYECTO	13	13	13	10.4	10.4	10.4
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	46	46	36	36.8	36.8	28.8
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	22	19	21	17.6	15.2	16.8
			Propiedades físicas	SIN PROYECTO	13	13	13	10.4	10.4	10.4
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	31	31	58	24.8	24.8	46.4
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	16	20	19	12.8	16	15.2
Biótico	Flora	140	Distribución espacial y temporal de la vegetación	SIN PROYECTO	13	0	0	18.2	0	0
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	58	0	0	81.2	0	0
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	21	0	0	29.4	0	0
			Cobertura vegetal	SIN PROYECTO	13	0	0	18.2	0	0
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	42	0	0	58.8	0	0
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	16	0	0	22.4	0	0
			Especies protegidas y/o de interés especial de vegetación	SIN PROYECTO	13	0	0	18.2	0	0
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	13	0	0	18.2	0	0
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	13	0	0	18.2	0	0
	Fauna	130	Distribución espacial y temporal de la fauna	SIN PROYECTO	14	13	16	18.2	16.9	20.8
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	26	17	56	33.8	22.1	72.8
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	14	14	18	18.2	18.2	23.4
			Hábitat de fauna	SIN PROYECTO	13	13	16	16.9	16.9	20.8
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	28	18	22	36.4	23.4	28.6
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	17	14	16	22.1	18.2	20.8
			Especies de fauna protegidas	SIN PROYECTO	13	13	0	16.9	16.9	0
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	26	16	0	33.8	20.8	0
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	16	14	0	20.8	18.2	0
Perceptual	Paisaje	150	Cualidades estéticas	SIN PROYECTO	13	13	13	19.5	19.5	19.5
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	36	52	56	54	78	84
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	19	21	22	28.5	31.5	33
			Continuidad paisajística	SIN PROYECTO	13	13	13	19.5	19.5	19.5
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	50	48	58	75	72	87
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	20	19	25	30	28.5	37.5
Sociocultural	Servicios	100	Servicios e infraestructura	SIN PROYECTO	0	13	13	0	13	13
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	0	25	41	0	25	41
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	0	15	24	0	15	24
			Disposición de Residuos	SIN PROYECTO	14	13	13	14	13	13
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	31	41	60	31	41	60
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	14	15	20	14	15	20
Económico	Economía	100	Desarrollo económico	SIN PROYECTO	13	13	13	13	13	13
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	21	21	21	21	21	21
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	21	21	21	21	21	21
			Uso del territorio para actividades productivas	SIN PROYECTO	0	0	13	0	0	13
				CON PROYECTO, SIN MEDIDAS	0	0	26	0	0	26
				CON PROYECTO, CON MEDIDAS	0	0	26	0	0	26



Una vez determinado el valor de importancia de los impactos en cada etapa, se realizó una nueva valoración de los impactos ponderando el peso específico ($UIP=1000$) de los componentes ambientales, dentro del Sistema Ambiental, de acuerdo con la relevancia de cada componente en el ecosistema.

Se trasladaron los valores de importancia de los impactos de cada matriz a la Matriz de valores ponderados. Luego se asigna un peso de acuerdo a contribución del componente ambiental al que pertenece, sobre un valor total de 1,000.

En la Matriz de Ponderados, se presentan junto a la columna de Factores Impactados las unidades de impacto ponderadas asignadas a los Factores ambientales, de acuerdo al componente al que pertenecen. La columna del Total Absoluto representa entonces la sumatoria de los impactos ambientales de todas las acciones sobre cada Factor ambiental; mientras que la columna del Total Relativo representa la multiplicación del Total Absoluto por las Unidades de Importancia de los Factores ambientales. La sumatoria de los totales por filas indica las incidencias del conjunto sobre cada Factor ambiental y por tanto, su “Fragilidad” ante el Proyecto. La suma por columnas da una valoración relativa del efecto que el conjunto de actividades y obras producirá en el medio, y por tanto, su “Agresividad”.

De la matriz de valoración de impactos con ponderación de los factores ambientales del Proyecto (Cuadro anterior), se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se espera que ocurran impactos compatibles y moderados de forma mayoritaria en la etapa de operación del depósito, todos ellos relacionados con la flora, fauna, Paisaje, suelo y vegetación, principalmente.
- La actividad con un mayor potencial de impactos, será el retiro de la vegetación, con 1 impacto moderado y uno severo.
- El Medio inerte recibirá impactos adversos Moderados, Compatibles y severos.
- El Medio biótico recibirá impactos adversos Moderados y severos. Los impactos severos incidirán sobre la flora silvestre y la disminución de la abundancia de fauna.
- El Medio perceptual recibirá impactos adversos moderados durante las etapas de preparación y operación e impactos favorables en la escala de los compatibles durante la operación a causa de la inclusión del proyecto.
- El Medio Sociocultural recibirá impactos adversos moderados durante la preparación y construcción y favorables durante la operación de las áreas para el manejo de los jales.
- El medio económico recibirá impactos compatibles benéficos en las tres etapas del proyecto por la generación de empleo y un impacto benéfico moderado por la inducción de nuevas formas de uso del suelo en torno a las oportunidades de recreación.



Cuadro V-14. 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.

V.1.3. Conclusiones

Se han identificado, evaluado numéricamente y caracterizado una serie de impactos adversos de los cuales, los de mayor relevancia por su naturaleza acumulativa y sinérgica 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 (3.9980 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, puedan recuperarse hasta cierto punto, permitiendo con ello, la restitución mínima necesaria para el desarrollo de los procesos naturales.

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 cualitativa y 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 normativos 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 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 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 baja 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 una vegetación protectora que permita 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, 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

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.)	3.9980 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.1.1.1. Reforestación

Para llevar a cabo esta práctica se ha seleccionado un área con las condiciones aptas como lo es la profundidad del suelo, se pretende establecer la reforestación con especies nativas de los géneros *Pinus* y *Quercus*, mediante con un arreglo topológico de Tresbolillo, colocando las plantas en una cepa común utilizando un pico o pala como herramienta y empleando una densidad de 816 plantas por ha, quedando a una distancia de 3.5 m entre plantas a lo largo de la línea y 3.5 m entre hileras o líneas. Se recomienda utilizar herramientas manuales como lo es el azadón o un pico (Talacho).

Para llevar a cabo la reforestación se ocupará personal de la región y se capacitará para llevar a cabo con éxito las actividades anteriormente descritas.

La reforestación tiene como finalidad:

- Fomentar una cobertura vegetal que disminuya la erosión del suelo fértil
- Conservar el suelo para evitar que sea trasladado cuesta abajo, principalmente por el agua
- Disminuir el azolve de los cuerpos de agua
- Acumulación de materia orgánica que mejore la fertilidad del suelo
- Mejorar la calidad de los cuerpos de agua y propiciar la infiltración para la recarga de los mismos
- Soporte de valores escénicos y paisajísticos
- Captura de carbono
- Protección a la fauna

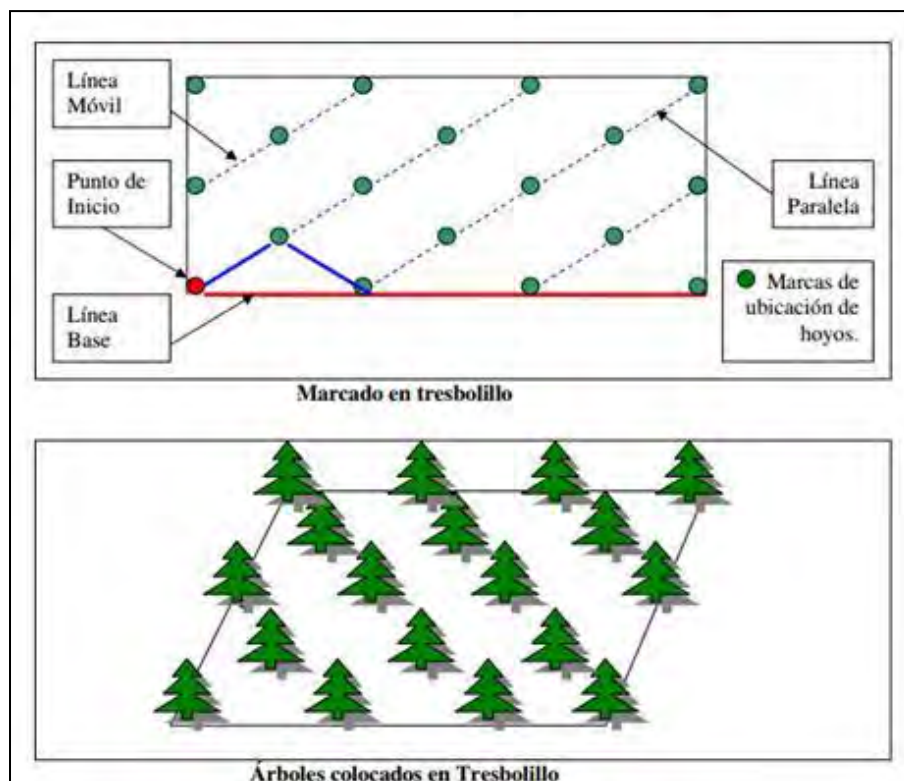


Figura VI-1. Arreglo topológico de cepas a tresbolillo

VI.1.1.2. Acomodo de material vegetal muerto

El acomodo de material muerto consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto resultante del material vegetal producto del desmonte. El acomodo de estos materiales proporciona protección del suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo cual favorece la regeneración natural.

Objetivos: Reducir la erosión hídrica, disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales, incrementar la infiltración del agua de lluvia y evitar la propagación acelerada de los incendios forestales.

Beneficios: Retienen azolves, favorecen la infiltración de agua, favorecen la regeneración natural.

Diseño: El acomodo de material vegetal muerto no lleva un diseño técnico preciso, consiste más bien en formar cordones o fajinas de material siguiendo las curvas del nivel del terreno; esto es, colocar barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que intercepten los posibles materiales y azolves que se erosionen ladera arriba. Su construcción se realizaría de acuerdo al proceso de desmonte.



Figura VI-2. Propuesta para el acomodo de material vegetal muerto

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
➤ Aumento de la intensidad de erosión ➤ Compactación de los suelos a niveles de consideración en áreas de tráfico automotor ➤ Pérdida parcial de la humedad natural de los suelos en el área del proyecto ➤ Modificación en las propiedades físicas y químicas del suelo	➤ Preparación del sitio ➤ Construcción/Operación	➤ Despalme y relleno ➤ Uso 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 en el área del proyecto, de esta manera se evitará modificar la calidad del suelo cumpliendo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 - Los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto, así como los desperdicios de material generados por el promovente, serán recolectados y dispuestos en contenedores adecuados para su correcto manejo - El promovente deberá establecer contenedores con tapadera, con la finalidad de recolectar aceites, grasas, y estopas impregnadas, para posteriormente dar su confinamiento por empresas autorizadas - Se prohíbe el vertido de los residuos (aceite, diésel, cementos, entre otros) al terreno y se establece que deberán ser manejados de acuerdo con la normatividad aplicable - Se deberán realizar obras de conservación de suelos, como barreras de material vegetal muerto para compensar la ejecución del proyecto, minimizando la erosión - Los residuos sólidos de tipo domésticos se deben depositar en contenedores provistos de tapa, los cuales se deben ubicar en forma visible y estratégica en las áreas de su generación para su posterior disposición en los sitios que señale la autoridad competente - Se deben promover acciones de educación ambiental, a fin de inducir a los usuarios a la separación de residuos y en su caso la reutilización de los mismos - El ejecutor deberá recolectar y almacenar diariamente los residuos peligrosos que se generen en las diferentes áreas de trabajo dentro y fuera del proyecto. Los recipientes para el almacenamiento de residuos peligrosos deben ser de un material adecuado a las características del residuo e identificados - Se colocará geomembrana antes de colocar los jales filtrados con la finalidad de evitar la filtración de lixiviados		



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 efecto de polvo y emisiones de automotores	➤ Preparación ➤ Construcción/Operación	Emisiones de gases y material particulado a la atmósfera por la operación de maquinaria y el tránsito vehicular
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-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006, las cuales regulan los niveles máximos permitidos de emisiones a la atmósfera - El material que durante su transporte pudiera emitir partículas a la atmósfera, deberá ser cubierto con lonas y humedecido para evitar dicho fenómeno - Se recomienda circular a baja velocidad - Para evitar un exceso de emisiones a la atmósfera por partículas producidas por motores de combustión interna se verificará el parque vehicular de acuerdo a la bitácora de mantenimiento de los vehículos que lo conforma		

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 polvo sedimentable en el aire ➤ Aumento en los niveles de gases provenientes de los escapes de motores de combustión interna ➤ Aumento en los niveles de ruido y de vibraciones por el transporte automotor	➤ Preparación ➤ Construcción/Operación	Emisiones de gases, material particulado y ruido a la atmósfera por la operación y movimiento de equipo, maquinaria con motores de combustión interna
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-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006, 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 con el fin de evitar emisiones de ruido excesivo o levantamiento de polvo - Para evitar emisiones excesivas de partículas a la atmósfera por motores de combustión interna se verificará el parque vehicular de acuerdo a la bitácora de mantenimiento de los vehículos - Para reducir el incremento en los niveles de ruido ocasionado por el empleo de maquinaria pesada, se solicitará a los conductores de sus camiones la obligatoriedad para que reduzcan su velocidad, cuando se encuentren circulando cerca de las poblaciones aledañas		



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 cuerpos superficiales de agua ➤ Posible incorporación accidental a volúmenes de mineral, residuos de lubricantes y combustibles, y otras sustancias ➤ Modificación de las propiedades físicas y químicas del agua	➤ Preparación ➤ Construcción/Operación	Derrames accidentales de hidrocarburos.
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 manejados de acuerdo a 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 cuerpos de agua - Las reparaciones y/o mantenimiento de la maquinaria, deberá realizarse en áreas determinadas para estas actividades y que cumplan con los requisitos para ejecutar este tipo de labores - Para movilizar los materiales combustibles y aceites utilizados durante la operación del proyecto, se propone utilizar un vehículo nodriza - Para evitar la contaminación del agua superficial por residuos líquidos, se deberán utilizar letrinas móviles para el uso de los trabajadores; para lo cual se recomienda que sea una letrina por cada 15 trabajadores. Dichas letrinas serán acondicionadas y mantenidas por empresas especializadas, las cuales serán las responsables de la disposición final de los residuos que se generen		

VI.1.2.6. Factor Ambiental: FLORA

Cuadro VI-7. Medidas aplicables al Factor Flora

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 - Todo personal que labore en el proyecto deberá recibir y acatar indicaciones de no cortar, coleccionar o dañar ningún ejemplar de flora silvestre. El Promoviente deberá establecer reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal, sobre las poblaciones de flora silvestre, especialmente sobre aquellas bajo categoría de riesgo, de acuerdo al listado establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 - Los residuos que sean generados se clasifican de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 con la		



finalidad de no afectar la vegetación adyacente al proyecto, estos serán dispuestos de acuerdo a lo estipulado por la normatividad y autoridad correspondiente

- No deberán ejecutarse trabajos en áreas no contempladas en el presente estudio, lo anterior con la finalidad de prevenir mayores modificaciones ambientales. Para compensar y mitigar el área por la fragmentación, se contemplan obras de restauración de suelos, además de realizar reforestaciones con especies nativas
- Se recomienda no utilizar fuego en el área del proyecto para evitar incendios forestales

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
➤ Estimulación de la migración de especies ➤ Mortandad de ejemplares por Atropellamiento de fauna	➤ Preparación ➤ Construcción/Operación	➤ Ahuyentamiento de la fauna silvestre por emisión de ruidos ➤ Velocidades altas de los vehículos en los accesos del proyecto
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 o dañar ningún ejemplar de fauna silvestre. El promovente deberá establecer reglamentaciones internas que eviten cualquier afectación derivadas de las actividades del personal - Los vehículos automotores, deberán circular a velocidades moderadas 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 mediante la generación de ruido, esto se llevará a cabo antes de las etapas de preparación del sitio y construcción - En caso de localizar nidos de aves, se realizará el rescate de las especies que se pudieran localizar dentro del proyecto y susceptibles de daños - El promovente deberá aplicar un programa de protección de fauna antes de la preparación de sitio para salvaguardar la especies que pudieran comprometerse dentro del proyecto		

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
Interrupción del paisaje	➤ Preparación ➤ Construcción/Operación	Desmonte, despalme, construcción de depósito y presencia de maquinaria
Descripción de las medidas aplicables		
Mitigación y restauración Las alteraciones que se registraran en el paisaje, están asociadas a la ejecución del proyecto. El impacto que se producirá sobre los valores estéticos serán inevitables, sin embargo se llevará a cabo acciones como se mencionó anteriormente, existen obras e infraestructura en la zona donde se encuentra el proyecto, interviniendo la resiliencia del entorno, por lo cual la calidad paisajística, la fragilidad visual y calidad visual se atenuará		



VI.1.2.9. Factor Ambiental: Socioeconómico

Cuadro VI-10. Medidas aplicables al Factor Socioeconómico

Impacto identificado	Etapas del proyecto	Actividad que lo propicia
➤ Aumento en el riesgo de enfermedades, molestias y accidentes originados por el polvo, ruido, vibraciones, gases, compuestos químicos tóxicos, tráfico de vehículos entre otros) ➤ Demanda de mano de obra ➤ Servicios o proporcionar	➤ Preparación ➤ Construcción/Operación	➤ Circulación de vehículos y maquinaria ➤ Construcción de depósito de jales ➤ Requerimiento de mano de obra
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 - Todo el equipo fijo con motores de combustión interna que será utilizado para alguna actividad en particular, que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá de cumplir con las normas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 Y NOM-042-SEMARNAT-2006 - Todo vehículo que entre al área del proyecto, así como en su zona de influencia deberá circular a baja velocidad con el fin de evitar emisiones de ruido y partículas de polvo - Contar con un botiquín de primeros auxilios además de tener localizado un hospital de emergencia cuando se presente algún accidente - 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, botas, etc.) - 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 que garantice la seguridad de los trabajadores, principalmente sobre el cuidado del medio ambiente		



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, así como la metodología empleada en el numeral V.1.2 del presente documento.





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. En concordancia con los numerales anteriores, se sigue utilizando la metodología expuesta en el numeral V.1.2 del presente documento con la finalidad de mejorar los resultados comparativos.

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
Escurrimientos 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

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.



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
Indicador	Detección de agentes contaminantes por medio de mg/kg base seca
Umbral de alerta	Detección de material edáfico con contenido de hidrocarburos, lubricantes u otro agente nocivo
Umbral inadmisibles	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 para trasladarla a lugares autorizados 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	Inspección visual en la detección de residuos (gr/kg base seca)
Umbral de alerta	Excedencia de la proporción o límite máximo permisible de gr/kg base seca de material edáfico afectado
Umbral inadmisibles	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	Superficie reforestada (ha o m ²)
Umbral de alerta	Estimación de pérdida del suelo en ton/ha/año
Umbral inadmisibles	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	Reforestación

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	Modificación de las característica físicas y químicas del suelo detectadas en mg/kg base seca
Umbral de alerta	Excedencia de los indicadores expuestos en las Tablas 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT-2012
Umbral inadmisibles	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.

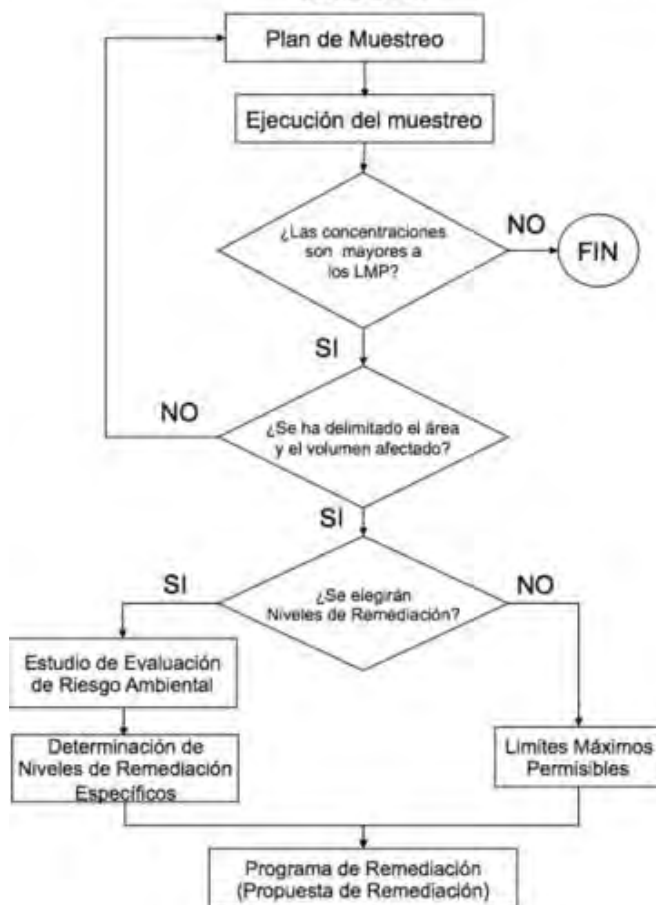
TABLA 3.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

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	Compensación de la proporción de erosión expresada en ton/ha/año por el cambio de uso del suelo
Umbral de alerta	Erosión evidente o significativa observada en cárcavas, laminar, deslizamientos, etc.
Umbral inadmisible	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

Cuadro VII-9. 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	Niveles de emisiones por arriba de lo estipulado en las NOM's mencionadas*
Umbral de alerta	Emisiones que excedan los límites permisibles (a continuación se presentan los límites a los que se deberán ajustar las emisiones)
Umbral inadmisible	Detección que exceda la regularización o los límites por encima de los expresados en las tablas de la Norma (1ppm=1mol/106 mol)
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-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006

*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	
				Min.	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
					Min.	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	Coeficiente 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	Coeficiente 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-10. 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 reforestaciones para mitigar cambios de condiciones atmosféricas
Indicador	Compensación de la Cobertura arbórea expresada en ha o m ² de vegetación establecida
Umbral de alerta	Desequilibrio en la compensación de la evapotranspiración expresada en m ³ /año
Umbral inadmisible	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-11. Componente ambiental de la medida C1

Aire (C)	Descripción
Medida C1	Protección de los trabajadores ante el ruido generado
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar riesgos a la salud de los trabajadores
Indicador	Reducción en el número de accidentes laborales registrados por un periodo de tiempo definido
Umbral de alerta	Incremento en el número de personas en la asistencia médica por molestias en la salud de los operadores
Umbral inadmisible	Incremento en el número de accidentes laborales por periodos de tiempo definidos
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Áreas con ruido considerable
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Construcción
Medidas de urgencia	Dotar de equipo a los trabajadores



Cuadro VII-12. Componente ambiental de la medida D1

Agua (D)	Descripción
Medida D1	Prohibir estrictamente el vertido a los cuerpos de agua de residuos contaminantes
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar la contaminación del agua por hidrocarburos principalmente
Indicador	Detección de agentes contaminantes a través de mg/L (a continuación se mencionan algunos elementos que pueden ser analizados mediante análisis de laboratorio)
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 AGRÍCOLA
ACENAPTEÑO	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 FECALES (NMP/100 ml)	1000.0	(XVIII)	1000.0
COLOR (unidades de escala Pt-Co)	75.0		
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mmhos/cm)			1.0 (XX)
CROMO HEXVALENTE	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
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar el daño a la flora silvestre
Indicador	Disminución de la densidad relativa en el área de influencia de las especies registradas en el proyecto
Umbral de alerta	Disminución significativa de los valores del índice de importancia ecológica de las especies registradas en el área influencia 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
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	Detección de mg/kg base seca de agentes contaminantes en áreas con cubierta vegetal
Umbral de alerta	Procedimiento inadecuado en el saneamiento y remediación de alguna afectación al recurso flora
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
Tipo de medida	Compensación
Objetivo	Incrementar la cubierta vegetal en áreas limítrofes al proyecto
Indicador	Compensación con el establecimiento de superficies (ha o m ²) de reforestación
Umbral de alerta	Disminución significativa en la superficie con cobertura vegetal en el SA
Umbral inadmisibles	Baja diversidad en comparación al estado actual
Tipo de verificación	Visual en campo
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Construcción del proyecto
Medidas de urgencia	Ejecución emergente de reforestación (enriquecimiento de rodales)

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 el atropellamiento a la fauna silvestre
Indicador	Número 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
Áreas de verificación	Área de influencia del proyecto
Etapas del proyecto	Etapas de Preparación y Operación
Medidas de urgencia	Programa de ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre



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 a los trabajadores y pobladores la protección de la fauna
Indicador	Presencia de señalamientos y número de operadores capacitados
Umbral de alerta	Vehículos a velocidades altas y deceso de ejemplares de fauna
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 y Construcción 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
Tipo de medida	Compensatoria
Objetivo	Compensar la fragmentación del hábitat en proyectos puntuales
Indicador	Continuidad en la abundancia relativa (VIE) de ejemplares de fauna registrados
Umbral de alerta	disminución en la abundancia relativa de ejemplares registrados
Umbral inadmisibles	Ausencia de fauna local (disminución significativa en los valores de importancia ecológica de las especies registradas)
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	Acciones de mitigación y conservación

Cuadro VII-19. Componente ambiental de la medida F4

Fauna (F)	Descripción
Medida F4	Evitar atropellar la fauna
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo	Evitar dañar la fauna a causa de la circulación de vehículos
Indicador	Número de ejemplares registrados en mortandad por atropellamiento
Umbral de alerta	Vehículos excediendo el límite máximo de velocidad establecido
Umbral inadmisibles	Presencia e incremento en el número de decesos de ejemplares de fauna silvestre
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	Reducción de la velocidad y ajuste a horarios laborales



Cuadro VII-20. Componente ambiental de la medida G1

Paisaje (G)	Descripción
Medida G1	Compensación del área del proyecto a través de actividades de reforestación y conservación de suelo
Tipo de medida	Mitigación, compensación
Objetivo	Inclusión del proyecto en el entorno a través de la compensación por las áreas impactadas
Indicador	Compensación de la superficie de cambio de uso del suelo (ha o m ²) con el establecimiento de reforestaciones
Umbral de alerta	Perdida de suelo (ton/ha/año) y cobertura vegetal aledaña (ha o m ²)
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-21. 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	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 y Construcción
Medidas de urgencia	Dotar de equipo al personal en base a la NOM-017-STPS-2008

Cuadro VII-22. Componente 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	Número de empleos permanentes y temporales generados
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
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